



IV JORNADAS PROFESIONALES DE EDELCA

ENERGIA Y CONOCIMIENTO HACIA EL TERCER MILENIO
MACAGUA, 20 AL 23 DE MAYO DE 1998

GAL-4

SITUACIONES METEOROLOGICAS EN LA REGION GUAYANA

LUIS FELIPE GARCIA DIAZ

Centro de Pronósticos Hidrometeorológicos de EDELCA

RESUMEN

El objetivo del presente artículo, es el de reunir en un solo trabajo o manual, una serie de definiciones y terminología, comúnmente utilizadas en las actividades donde el factor tiempo meteorológico tiene influencia. Se definen también los patrones de las situaciones meteorológicas que afectan a Venezuela y en especial a la región Guayana. Para la elaboración del manual, se recopila y selecciona material de interés de los textos, manuales y de las páginas de Internet. Las definiciones que identifican a los patrones sinópticos, son deducidos de la experiencia misma en el trabajo cotidiano de vigilancia del tiempo a través de los satélites meteorológicos, en el Centro de Pronósticos Hidrometeorológicos de EDELCA. Se pretende que este trabajo sirva de apoyo como lectura de consulta, en aquellos aspectos relacionados con la en meteorología.

1. INTRODUCCION

En el presente trabajo, se definen en una forma muy sencilla, las situaciones y términos meteorológicos comúnmente usados en los reportes meteorológicos. El mismo tiene por objeto, que tanto técnicos como usuarios manejen un mismo lenguaje, y puedan comprender mejor los reportes y en ocasiones los alertas sobre situaciones meteorológicas, que en un momento dado puedan afectarnos.

Adicionalmente se identifican patrones de situaciones meteorológicas que nos afectan, definiéndolas en el tiempo y en el espacio. Se pretende que el trabajo en sí, se alimente con las nuevas situaciones meteorológicas que se presenten en el futuro, y que a la larga la ganancia de información sea tal, que el trabajo sea considerado por los usuarios como un verdadero manual.

La selección de situaciones se basa en las experiencias de trabajo en el Centro de Pronósticos Hidrometeorológicos. Este Centro tiene como objetivo, prestar un Servicio de Información y de Vigilancia Hidrometeorológica en tiempo real, referida a la cuenca del Caroní y a su entorno, y orientada a apoyar junto con el Departamento de Hidrometeorología de la Región Guayana, a la operación de los complejos hidroeléctricos existentes y otras funciones de interés de la empresa. Para cumplir con su objetivo cuenta con una Red de Estaciones Hidrometeorológicas (Operadas por el Dpto. de Hidrometeorología): 115 climatológicas, 59 de nivel, y 38 de precipitación, además de Receptor de Imágenes de Satélites y Comunicaciones con diferentes Servicios Meteorológicos.

2. CIRCULACION GENERAL Y SITUACIONES METEOROLÓGICAS SINÓPTICAS

La distribución diferente de la radiación del sol sobre la atmósfera y sobre la superficie de la tierra, induce ajustes y transportes de energía que explican el comportamiento meteorológico. Este transporte de energía involucra los procesos de radiación, advección, convección, conducción y transporte de energía por calor latente.

2.1. CIRCULACIÓN GENERAL

El sol, con su variación en la altura y en el ángulo de incidencia de su radiación sobre la tierra a través del año, genera déficit de energía en los polos (aire frío y pesado con Alta Presión con buen tiempo), y excesos en el Ecuador (aire caliente y liviano con Baja Presión y mal tiempo).

Este gradiente de presión genera un campo de viento que intenta nivelarlas e induce un cinturón de Bajas Frías a los 60° de latitud (ciclones extratropicales de mal tiempo), y un cinturón de Altas Calientes a los 30° de latitud (Altas Subtropicales de buen tiempo).

Venezuela se ubica entonces entre las Altas Presiones Calientes y Secas del Atlántico Subtropical, relacionadas con déficit de lluvias; y las calientes y húmedas Bajas Presiones Ecuatoriales, relacionadas con frecuentes precipitaciones intensas. Como estos sistemas son movibles, al trasladarse sobre Venezuela producen la Temporada de Lluvias entre Abril y Noviembre, y la Seca entre Noviembre y Marzo.

2.2. ANTICICLÓN O CIRCULACIÓN DE ALTA PRESIÓN

Un Anticiclón es una zona donde se concentra y predomina una presión atmosférica mayor que los alrededores, y está asociada en el plano horizontal a una circulación de los vientos en sentido de las agujas del reloj (HN), la cual genera por dinámica en el plano vertical, un flujo de vientos desde la altura hacia abajo (Subsidencia). Esto bloquea el ascenso del aire húmedo para formar nubes, generando cielos despejados y relativo buen tiempo.

2.3. CICLÓN O CIRCULACIÓN DE BAJA PRESIÓN

Un Ciclón es una zona donde predomina una presión atmosférica menor que sus alrededores, y está asociada en el plano horizontal a una circulación de los vientos en sentido contrario a las agujas del reloj (H.N), la cual genera por dinámica en el plano vertical, un flujo de vientos desde abajo hacia la altura. Esto favorece el ascenso del aire húmedo para formar nubes, generando cielos nublados y situaciones de precipitación o de mal tiempo.

2.4. VAGUADAS O TROUGH

Son ondulaciones en el campo de vientos en la altura provenientes desde el Oeste, en las latitudes medias y altas, las cuales se manifiestan con un desvío del flujo de aire frío hacia el Sudeste buscando los trópicos, y luego retornando hacia el Noreste buscando sus latitudes de origen. Esta ondulación o penetración de aire frío a los trópicos genera inestabilidad, y su viraje hacia el Norte después de alcanzar a los trópicos, genera un intento de circulación ciclónica la cual también crea ascenso del aire húmedo y formación de nubosidad y mal tiempo. El Eje de la Vaguada o Eje de la Ondulación, es parecido al eje de un valle en forma de U, con un surco de bajas presiones en lo hondo del valle, y con presiones más altas en las laderas.

2.5. BURBUJAS DE AIRE FRÍO

Es una circulación ciclónica (baja presión cerrada), formada dentro del eje de una vaguada, cuando el aire frío proveniente desde el Norte que penetra a los trópicos, no puede regresar y queda aislado y rodeado de aire tropical más caliente. Esta situación es muy explosiva y tiende a generar rápidos chaparrones severos con ráfagas de viento y hasta violentas granizadas.

2.6. EJE DE VIENTOS EN CHORRO (JET STREAM SUBTROPICAL-

Son corrientes de aire muy fuertes que se concentran en franjas estrechas o especies de tubos de varios km. de altitud, y decenas de km. de ancho en la atmósfera media y alta, y que

recorren miles de km. en el plano horizontal a través de una trayectoria sinuosa alrededor del mundo. Los vientos en el eje superan a los 90 km./h, usualmente sobrepasan los 130 km./h y pueden llegar en casos muy especiales casi hasta los 500 km./h. Estos tubos generalmente acompañan a los frentes polares (Jet Stream Polar), y también pueden existir en los trópicos (Costa Norte de Sudamérica y Sur de África, con el nombre de Jet Stream Subtropical).

2.7. EJE DE VIENTOS MÁXIMOS EN LA ALTURA.-

Cuando los vientos se concentran en franjas estrechas o tubos, en la atmósfera alta, pero su velocidad no sobrepasa los 90 Km./h (50 kt), se prefiere denominarlos, eje de Vientos Máximos. Al igual que los Vientos en Chorro son un elemento importante en el transporte de humedad en la altura desde las zonas Ecuatoriales a otras latitudes, incluyendo a Venezuela.

2.8. RESTOS DE FRENTE FRÍO O ESTACIONARIO.-

Los Frentes Fríos son zonas de discontinuidad que separan dos masas de aire con características físicas diferentes, y donde predomina el avance del aire frío proveniente desde el Norte al aire caliente existente en latitudes más bajas. Generan en su avance, una franja de nubosidad asociada a precipitaciones intensas, la cual aunque se debilitan al llegar a las zonas tropicales, sin embargo se manifiestan con lluvias persistentes sobre el Norte de Suramérica. En estos casos especiales durante la Temporada Seca y sobre los trópicos se les prefiere llamar Restos de Frentes Fríos o Estacionarios.

2.9. ZONA DE LA CONVERGENCIA INTERTROPICAL DE LOS ALISIOS (ITCZ)

La ITCZ es una Franja de exceso calor, y de convergencia de los vientos Alisios del Noreste del hemisferio Norte y vientos Alisios del Sureste del Hemisferio Sur, que ayudan a la convección y formación de nubes de gran desarrollo vertical asociado a precipitaciones intensas; esta franja predomina sobre los océanos cercanos a las latitudes Ecuatoriales, y bordea el globo.

Sobre tierra, y debido a efectos orográficos la convergencia de los vientos no se presenta, pero el exceso de calor existente relacionado con la ITCZ sobre mar, forma una franja más ancha de vórtices y mal tiempo que la gente por simplicidad prefiere llamar también ITCZ. Su avance Norte Sur a través del año siguiendo el movimiento aparente del sol, causa el inicio y fin de la Temporada de Lluvias por los sitios por donde se desplaza en el Norte de Suramérica.

3. PERTURBACIONES TROPICALES

Las perturbaciones tropicales pueden ser de varios tipos según su forma: por ondulación, vorticial y lineal, y en general están conformadas por los ciclones tropicales (Tormentas y Huracanes), y por las Depresiones y Ondas.

3.1. ONDAS TROPICALES (ONDAS DEL ESTE)

Son agrupaciones de familias de nubes de gran desarrollo vertical, asociadas a chaparrones, ráfagas de viento, y tormentas eléctricas, las cuales se forman por ondulaciones inestables en el campo de los vientos Alisios.

Una vez formada la Onda, en fechas comprendidas entre Junio y Noviembre, adquieren vida propia y se desplazan uniformemente desde el Este al Oeste a velocidades de 20 a 25 kph, manteniéndose agrupadas en una formación orientada Norte Sur sobre las regiones tropicales, y generando precipitaciones por espacio de algunas horas por los lugares por donde se desplazan.

3.2. DEPRESIONES TROPICALES.-

Cuando las ondulaciones en el viento Alisio, son marcadas, pueden completar una circulación cerrada de los vientos en sentido contrario a las agujas del reloj, aumentando la inestabilidad y favoreciendo la convergencia del viento a un punto central, donde baja la presión y el aire asciende libremente. En la medida que el aire sube en la atmósfera en la parte central para formar nubes, mayor es la velocidad del viento en la superficie para sustituir ese aire que se escapa, creando una auto alimentación y adquiriendo vida propia.

3.3. TORMENTAS TROPICALES

Cuando el viento alrededor de un centro de baja presión en las depresiones tropicales, se intensifica a velocidades mayores de 63 km./h, y se forma el "ojo"

en su centro, la perturbación se hace muy peligrosa, y se le asigna la categoría de Tormenta Tropical.

Por su peligrosidad se le asigna un nombre según 6 listas preestablecidas y se extreman los reportes meteorológicos de alertas y avisos. Se forman de Junio a Noviembre en los trópicos, con pasajes muy cercanos a la costa de Venezuela para mediados de Agosto y principio de Octubre.

3.5. HURACANES

Si los vientos sostenidos alrededor del centro de una Tormenta Tropical, consiguen condiciones favorables en las aguas cálidas del mar, y superan los 115 km/h, entonces es tal el grado de peligrosidad que alcanza, que se le asigna la categoría superior de Huracán (en 5 categorías).

Estas perturbaciones se presentan también de Junio a Noviembre, y se identifican por las formaciones nubosas de gran desarrollo en forma de barrera vertical alrededor de su ojo, y por las espirales de nubes que las bordean. Se desplazan usualmente desde el Este hacia el Oeste aunque con una tendencia en su trayectoria en forma de parábola hacia el Oeste-Noroeste.

4. INTERPRETACIÓN DE IMÁGENES DE SATÉLITES

4.1. ELEMENTOS NUBOSOS

Es la menor cantidad de nube que puede apreciarse en una imagen de satélite meteorológico.

4.2. LÍNEA NUBOSA

Es la unión de elementos nubosos próximos entre sí y alineados para formar un conjunto cuya anchura sea inferior a un grado de latitud geográfica. Es frecuente que estas líneas se agrupen en batería formando un conjunto de líneas más o menos paralelas.

4.3. ESTRIADURAS

Son líneas delgadas rectas o curvadas, que se observan en la masas nubosas sobre una cubierta, destacando por su oscuridad o por su brillantez.

4.4. CIELO EMPEDRADO

Se forma cuando las líneas nubosas se agrupan de tal modo que, siendo cada una independiente de la demás aparecen como líneas paralelas casi rectas. Dan la impresión de las calles de una gran ciudad vista desde la altura, y están relacionados con cúmulos de buen tiempo en partes planas o agrupaciones de altocúmulos.

4.5. BANDAS NUBOSAS

Son formaciones nubosas casi continuas, de longitud variable, siendo la anchura mayor de 1°, y su longitud mayor de 4°. Identifican a los Frentes Fríos, y Ocluidos, y no tanto a los Calientes que son muy anchos.

4.6. CÉLULAS ABIERTAS O HUECAS

Son formaciones de cúmulos agrupados en células con las nubes apelmazadas en un círculo externo con un área hueca o despejada en el centro. Son indicativas de avance de aire frío desde el Norte sobre mares cálidos (Mar Caribe), y se forma por la convección del aire cálido y húmedo cerca de la superficie de mar al enfriarse durante su ascenso dentro del aire mucho más frío. Indican contrastes apreciables entre la temperatura del mar y de aire, y sin cambios bruscos en la vertical de la velocidad y dirección del viento. Son usuales en la parte Oriental de los Anticiclones Tropicales.

4.7. CÉLULAS CERRADAS O MACIZAS

Son formaciones contrarias a la abiertas. O sea son cúmulos agrupados en el centro rellenando un área en forma de poligonal, y separadas de otras agrupaciones por cielos despejados. Son indicativa también de avance de aire frío sobre mares cálidos, pero en este caso la diferencia entre la temperatura del mar y del aire no es significativa; al igual que la abierta indican pocos cambios en la velocidad y dirección del viento en la altura. Son frecuentes en las altas presiones tropicales detrás de los restos de Frentes Fríos.

4.8. CÉLULAS DENDRÍTICAS

Es una agrupación de nubes en forma radial sobre mar, parecidas a los depósitos de nieve en las montañas, y es una transición entre células de tipo abierto y cerrado. Son frecuentes al Oeste de la costa de Sudamérica, y al Sur del Anticiclón cálido del Pacífico.

4.9. CÉLULAS DE NUBES SOBRE TIERRA.-

Los modelos nubosos celulares ocurren también sobre tierra, en humedales o después de lluvia persistentes cuando la superficie de la tierra queda sobresaturada.

4.10 MODELOS CELULARES DEL FLUJO CICLÓNICO Y DEL ANTICICLÓNICO

Las agrupaciones de células abiertas suelen ir asociadas con el flujo ciclónico, mientras que las células macizas se encuentran en el flujo anticiclónico; ambas en la masa de aire frío detrás del frente. La separación entre estas dos agrupaciones indican la ubicación de la corriente en chorro.

4.11. NUBOSIDAD ASOCIADA A FRENTES

Los frentes se muestran en las imágenes de satélites, como líneas bien definidas de nubosidad, agrupadas en una banda de miles de km. y con anchos variables menores de 500 km. En el caso de los Frentes Fríos, la banda nubosa es de delgada anchura y muy bien delimitada, asociada con nubes de gran desarrollo vertical y a precipitaciones intensas; mientras que en los calientes la banda es más ancha y suele estar asociada con nubes estratiforme con cubiertas de nubes cirriforme y típicas de precipitaciones persistentes de poca intensidad.

Mientras más delimitado se observe el frente, más activo estará, y es un indicio de que los vientos en la altura son casi paralelo al frente; en el caso de frentes no muy bien delimitados, es de esperarse vientos en la altura desviados con respecto a frente lo que es indicativo de muy poco activo.

Cuando se aprecian ondulaciones en la banda nubosa, posiblemente corresponde con procesos de frontólisis, o formaciones de baja presiones con desarrollo de frentes fríos y calientes, en donde la nubosidad es una mezcla de nubes bajas estratiformes y cumuliformes, cubiertas con una capa de altostratos y otra superior de cirros y cirrostratos espesos. Los frentes ocluidos se observan como una banda nubosa que se va curvando en espiral desde la unión del frente cálido con el frío.

El Eje del Viento en Chorro suele ser paralelo al Frente Frío, razón por la cual su nubosidad esta bien delimitada, sin embargo cerca del Frente Cálido, se curvan sobre el sector cálido, lo cual permite esa apariencia de nubes aplanadas.

4.12. LÍNEAS DE INESTABILIDAD O DE TURBONADA

Son bandas nubosas delgadas con engrosamientos ocasionales, formadas delante y paralelas a los Frentes Fríos, asociadas a agrupaciones de torres de cúmulos y cumulonimbos, y también a los cirrostratos que se desprenden por el viento en la altura de los yunques de estas últimas nubes. Están asociadas a mal tiempo severo.

4.13 VAGUADAS EN LA ALTURA

Todo frente en superficie o familia de frentes, está asociado a una Vaguada en la Altura, aunque no todas las vaguadas están asociadas a un frente en superficie. La vaguadas pueden estar asociadas a áreas de máxima Vorticidad Ciclónica con formaciones nubosas en forma de "coma".

Un flujo de Vaguada, es definido por una ondulación en los vientos predominantes del Oeste en la altura, la cual al desviarse desde sus latitudes de origen en las latitudes media y altas, hacia el Sureste penetrando en los trópicos, transportan aire frío e inestabilidad a esas regiones. Este flujo al regresar luego a sus latitudes de origen, con una dirección hacia el Noreste, forma en su extremo más al Sur sobre los trópicos, un intento de circulación ciclónico, el cual trae inestabilidad, formaciones nubosas y precipitaciones.

La Vaguada en la Altura pueden ser identificada en la imágenes de satélites, por la orientación de los penachos de las nubes cirros, procedente de los yunques de los cumulonimbos. Estos cirros al alargarse en el sentido corriente abajo del viento en la altura, permiten identificar la ondulación de los vientos procedentes inicialmente desde el Oeste, y la formación de la circulación ciclónica en los trópicos.

4.14. DORSALES EN LA ALTURA

Una dorsal corresponde a un surco de relativa alta presión, con tendencia a una circulación anticiclónica en la altura, pero sin llegara a tener una circulación

cerrada. Es el equivalente a la vaguada con respecto a la circulación de una Baja Presión o Ciclón. Estas suelen alternarse con las vaguadas, y la escasa distancia entre ellas, hace que la banda nubosa asociada a la vaguada por ascendencia ciclónica, quede interrumpida bruscamente por la descendencia anticiclónica creada por la dorsal.

5. PRESENTACIÓN DE LA TERMINOLOGÍA GENERAL

A continuación se definen algunos términos de uso común en los boletines meteorológicos:

5.1. FENÓMENOS METEOROLÓGICOS A MICROESCALA

Como fenómenos meteorológicos a microescala, se definen los remolinos pequeños de elevada frecuencia, llamados frecuentemente turbulencias, sobre los cuales influyen mucho las condiciones locales, como la aspereza del terreno y la temperatura. Tienen importancia como difusores de los contaminantes.

5.2. FENÓMENOS A MESOESCALA

Estos fenómenos están relacionados con situaciones meteorológicas que abarcan espacios pequeños entre 1 y 500 km. e incluso hasta los 1.000 km., e intervalos de tiempos menores de 3 horas. Estos fenómenos están limitados a localidades y pueden ser vistos a simple vista, y se relacionan con eventos de nubes de diferentes tipos, incluyendo las formaciones de nubes de tormenta, y las agrupadas con centros de vorticidad y pequeños ciclones tropicales.

5.3. FENÓMENOS A ESCALA SINÓPTICA

Son aquellos fenómenos meteorológicos que se extienden en la escala horizontal entre los 1.000 a los 10.000 km., y con un período de tiempo involucrado que puede abarcar entre una hora y una semana. Cuando vemos una zona de Alta Presión despejada de nubosidad en el Atlántico desde el Caribe hasta África (6.000 km. de ancho), con influencia en un buen tiempo de varios días sobre Venezuela, estamos hablando en escala sinóptica.

5.4. FENÓMENOS A ESCALA PLANETARIA

Estos fenómenos están asociados a espacios grandes que abarcan los océanos y continentes, alrededor del mundo. Un evento típico a esta escala, es la Zona de la Convergencia Intertropical de los Alisios (ITCZ), la cual esta asociada a una agrupación de nubes de gran desarrollo vertical alineadas en una franja nubosa alrededor del globo en los mares tropicales.

5.5. MAPAS SINÓPTICOS DE SUPERFICIE

Estos mapas contienen información de observaciones del tiempo realizadas simultáneamente a una hora sinóptica determinada. Las observaciones se representan por una serie de símbolos, y el conjunto de ella representan las condiciones del tiempo en la zona de interés. Mediante un análisis de isolíneas de igual presión (isóbaras), se logra identificar zonas de baja presión relacionadas con mal tiempo y de alta presión relacionadas con buen tiempo. La secuencia de varios mapas consecutivos cada 3, 6 o 12 horas, pueden detectar los desplazamientos o avances de los frentes, tormentas, zonas de precipitación y otros fenómenos de interés para el pronóstico

5.6. MAPAS SINÓPTICOS DE ALTURA

Los mapas de altura, o de topografías absolutas, se trazan sobre la base de los datos de los radiosondeos y de las medidas del viento en la altura. Mediante un análisis de isolíneas de igual altitud (isohipsas), para los niveles de presión de 850, 700, 500, 400, 350, 250 y 200 mb., se determina el campo de viento en la altura, y las situaciones meteorológicas, tales como bajas y altas presiones, vaguadas, burbujas de aire frío, y otras.

5.7. ADVECCIÓN

Es la llegada a una región, de aire con distinta características de densidad y temperatura que el característico existente en la zona. Estas diferencias tienen influencia en cambios de presión en superficie y en cambios en la inestabilidad.

5.8. CONVECCIÓN

Es el proceso mediante el cual, el aire que se encuentra en contacto con el suelo sometido a la radiación solar, se calienta por conducción en una capa delgada, haciéndose menos denso, dando lugar a corrientes

ascendentes, formación de nubes de gran desarrollo vertical y precipitaciones.

5.9. CONFLUENCIA

Los procesos de confluencia en una corriente de aire, se refieren a la acumulación de masas de aire, cuando la separación de las líneas de corriente se hacen más estrechas, generando subida de la presión en el sector.

5.10. DIFLUENCIA

Los procesos de difluencia en una corriente de aire, originan disminución de la masa de aire, cuando la separación de las líneas de corriente se hacen más anchas, generando bajada de presión en el sector.

5.11. CONVERGENCIA

Representa una situación en la cual el flujo de aire tiende a llegar y aglomerarse en un sector, observándose que entra en la zona más aire del que sale. Cuando esta situación ocurre en superficie, el aire se ve forzado a ascender, facilitando la formación de nubes y la posterior precipitación. En los centros de baja presión existe convergencia, razón por la cual se asocian con mal tiempo. La Convergencia de los Alisios del Noreste con los del Sureste en la cercanía del Ecuador, es un ejemplo de esta situación, y están asociados a ascenso del aire, formación de nubosidad y mal tiempo.

5.12 DIVERGENCIA

El aire tiende a salir desde un mismo sector, y sale más aire del que llega. Cuando ocurre en superficie, el aire que sale hacia los alrededores es sustituido por el aire que desciende desde la altura, el cual bloquea la formación de nubes y de las precipitaciones. Las zonas centrales de las Altas Subtropicales a los 30° de latitud, son un ejemplo de esta situación. El aire que sale del centro, es sustituido por aire descendente desde la altura (subsistencia), eliminando toda posibilidad de formación de nubes y de precipitaciones. Por esta razón a esas latitudes, suelen ubicarse los grandes desiertos del mundo.

5.13 VORTICIDAD-

Es la medida microscópica de rotación en un fluido. Se puede presentar cuando existe una situación de cambio de dirección corriente abajo, o por cambios en el diferencial de velocidad a través del flujo. La vorticidad puede ser detectada con facilidad, mediante el uso de animaciones de imágenes de satélites. Las áreas alargadas de alta vorticidad, suelen ser conocidas como lóbulos de vorticidad (vorticity lobes), y estos pueden ser: lóbulo de vorticidad por cortante, y por advección o curvatura. La Vorticidad Ciclónica es positiva (áreas de nubosidad), mientras que la Vorticidad Anticiclónica es negativa (área de buen tiempo). Otros factores que influyen en la formación de nubosidad son: advección térmica, humedad disponible, y los efectos orográficos.

6. SATÉLITES

Los satélites meteorológicos mantienen una vigilancia desde el aire, de la cobertura nubosa. Sus imágenes son verdaderos documentos de lo que está ocurriendo y de lo que está por suceder en corto tiempo, razón por la cual su utilidad y sus beneficios en la seguridad en la navegación y en las actividades al aire libre, agricultura, aprovechamiento hídricos y otros, son indiscutibles. Los diferentes satélites trabajan coordinadamente, y están diseñados para que cada uno pueda cumplir con tareas asignadas previamente en el tiempo y en el espacio. Según su ubicación, existen diferentes tipos de satélites: geoestacionarios, y orbitales. Según su aplicación ambiental pueden ser: Meteorológicos, Oceanográficos, y de Valuación de Recursos Naturales.

6.1. SATÉLITES GEOESTACIONARIOS

Se ubican directamente sobre el Ecuador a una altura de 35.000 km (22.300 millas), desplazándose a la misma velocidad de rotación de la tierra. De esta manera, el satélite puede constantemente barrer una misma área de la superficie de la tierra, lo cual es ideal para la vigilancia permanente del tiempo meteorológico. Tardan 18.2 minutos en barrer una imagen completa del hemisferio, y realizan 1821 barridos a 100 r.p.m. lo que le permite suministrar una imagen cada media hora.

Las imágenes de los satélites son generalmente referidas en términos de Bandas espectrales. Los satélites GOES trabajan en varias bandas:

tabla 1. Bandas Espectrales

BANDA ESPECTRAL	LONGITUD ONDA	SENSIBLE A	ESPESOR	SUPERFICIE Y EFECTOS NUBES
5	13,3	DIOXIDO CARBON	SUPERF. A 500 mb.	MODERADO
7	12,7	VAPOR DE AGUA	SUPERFL. A 700 mb.	FUERTE
8	11,2	VENTANA	SUPERFL.	FUERTE
9	7,2	VAPOR DE AGUA	800 A 400 mb.	DÉBIL EN SUPERFICIE
10	6,7	VAPOR DE AGUA	700 A 250 mb.	NADA EN SUPERFICIE
12	3,9	VENTANA	-----	FUERTE
VISIBLE	0,64	-----	-----	(0,55 A 0,72 mu)

6.2. GOES

La National Environmental Satellite, Data, and Information Service (NESDIS) de la NOAA, administra los satélites geoestacionarios Americanos GOES ESTE (75°W) vigilando el Atlántico y América, y el GOES OESTE (135°W), vigilando el Pacífico. Estas siglas significan Geostationary Operational Earth Satellites. Otro centro administrador de satélites es la Agencia Espacial Europea (METEOSAT).

6.3. RESOLUCIÓN

Es el área más pequeña que el satélite puede distinguir sobre el área total que representa la imagen; es conocida como pixel. La radiación observada por los satélites, es dependiente de la temperatura en las imágenes en infrarrojo, y de la reflexión de la radiación solar en visible. La resolución de las imágenes es la siguiente: Visible con 1 km, Infrarrojo con 8 km, y Vapor de Agua con 14 km. La resolución de los datos es máxima para los sitios en el Ecuador debajo del satélite, pero es mínima en las altas latitudes. En Visible la resolución puede variar 1 a 4 km, dependiendo de su ubicación.

6.4. IMÁGENES EN VISIBLE (0,55 a 0,72 um)

El canal Visible, es sensible a la radiación solar reflejada desde la tierra y la atmósfera. La cantidad de radiación depende de la orientación, textura, y color de la superficie. El grado de gris o blanco de cada elemento apreciado por el satélite, es

proporcional a la radiación recibida. El brillo de la imagen, esta expuesta a variaciones diurnas, y estacionales, lo cual dificulta evaluar o comparar situaciones para diferentes horas o estaciones.

6.5. ALBEDO

Define la relación entre el flujo de radiación reflejada (Fr), y el flujo de radiación incidente (Fi):

$A = Fr / Fi$, Diferentes tipos de terreno tienen diferentes albedos; así se tiene: cobertura nubosa con 44 a 95 %, superficie de la Tierra con 08 a 40 %, y la superficie del agua con 03 a 08 %.

6.6. IMÁGENES EN VAPOR DE AGUA (6,50 a 7,00 um)

Es sensible a la humedad de la atmósfera, y al barrerla penetra y refleja la humedad existente en un espesor de la misma. El satélite detecta áreas con denso contenido de vapor de agua, y humedad en la atmósfera alta A temperaturas muy frías, estas se muestran con un color blanco intenso. En áreas despejadas de humedad, se logra detectar la superficie caliente del suelo o del mar, y esta se muestra con un tono negro oscuro. Este canal da una mejor definición de la humedad en la atmósfera, existan o no nubes. Además, permite una mejor definición de los patrones de circulación de la atmósfera superior, y del transporte de humedad en la altura.

Estas imágenes presentan ventajas en definir las situaciones meteorológicas a escala sinóptica y planetaria, y permiten evaluar los encadenamientos entre ciclones, transporte de humedad y nubosidad en la altura entre los trópicos y las regiones extratropicales, y permiten métodos subjetivos para evaluar la humedad relativa (%):

- Bandas largas de decena de km. de humedad y Cirros en la altura, indican Ejes de Jet Stream, y transporte de humedad (60% > HR < 80%).
- Bandas largas de humedad y nubes convectivas reflejan los Frentes Fríos.
- Bandas anchas de humedad y nubes estratiformes indican Frentes Calientes.
- Agrupaciones de nubes muy blancas y densas, con contornos bien definidos, reflejan nubes de chaparrones y tormentas (HR >80%).
- Trazos de grandes espirales reflejan a los Ciclones Extratropicales (Baja Presión).

- Áreas muy oscuras o negras reflejan una atmósfera muy seca, asociada a cielos despejados y a subsidencia originadas por situaciones de Alta Presión (HR < 40 %).

6.7. IMÁGENES EN INFRAROJO (10.2 a 11.2 um)

Los radiómetros de los satélites detectan la emisión de radiación electromagnética de onda larga (OLR) emitidas por los cuerpos tales como nubes, y superficies terrestres y marinas; esta emisión está relacionada a la emisión de calor o temperatura. Las nubes son generalmente opacas a la radiación de este canal, razón por la cual se puede asumir que la emisión de radiación proviene del tope de las nubes. Las emisiones de radiación son calibradas en términos de temperatura, en un rango de 256 tonalidades de grises (0 a 255). Ellas se relacionan con la temperatura., de esta forma:

- Blanco brillante, implica cimas de nubes muy frías (por ejemplo -45°C a 11 km.), las cuales corresponden a cimas de nubes muy altas (Nubes de hielo Cirros, o Cumulonimbos de gran desarrollo vertical).

- Grises opacos implica temperaturas intermedias, y corresponden a cimas de nubes de mediana altura (por ejemplo 0°C a 4.5 km.).

- Gris oscuro y negro, implica mucho calor (26°C), y corresponden a nubes bajas, o superficies terrestres o marinas.

6.8. CURVA DE CALIBRACIÓN DE RESALTE

La Curva de Resalte es el proceso que transforma la radiación recibida por el satélite, en una representación estándar fácil de interpretar, y ajustada al rango de temperatura (IR) o albedo (VS), según se desee destacar. La señal medida por el satélite, es convertida en un valor de "counts", que varía entre 0 y 255, y que representa una temperatura en el canal infrarrojo, y un albedo en el visible. La curva de calibración puede verse como una función, donde el eje de las "Y", varía desde el 0 (negro), hasta el 255 (blanco); mientras que el eje de las "X", varía entre los 57°C hasta los - 109°C. Esta función podría ser ajustada a una relación lineal.

Al identificar la temperatura, indirectamente estamos identificando también la altura de la cima

de la nube (según la atmósfera estándar), y junto con su apariencia, estamos identificando también el tipo de nube y los fenómenos que debe estar generando. Existen curvas de resalte estándar, las cuales son usadas a nivel mundial, y permiten al personal de diferentes centros, hacer una evaluación normalizada comparable con la realizada en sitios muy lejanos.

6.9. SATÉLITES ORBITALES

Se ubican a una altitud de 850 km (530 millas), y presentan una órbita con 98° de inclinación con respecto al polo, estando sincronizado con el sol. Esto origina que el satélite esté siempre en la misma orientación con el sol, pasando dos veces al día por un mismo sector y a una misma hora local. Aproximadamente realizan 14 órbitas en 24 horas, con un período de 102 minutos por órbita. Cada vista de la órbita alcanza un ancho de 2.700 km. Los satélites orbitales de la NOAA son:

-Canal 1: VISIBLE, refleja la luz solar. Mide albedo, define nieve y hielo, cobertura vegetal, y nubes meteorológicas.

- Canal 2: INFRAROJO CERCANO, refleja el infrarrojo. Define nieve, hielo y fusión de ellos, evaluación de cultivos (alta sensibilidad a la clorofila), y monitoreo de nubes meteorológicas.

- Canal 3: INFRAROJO MEDIO TÉRMICO, Sensitivo a fuentes extremas de calor, detección de incendios de bosques, análisis de la temperatura de la superficie del mar, y mapas de nubes nocturnas.

- Canal 4: INFRAROJO TÉRMICO, temperatura de la tierra durante el día y la noche, plumas volcánicas, nubes meteorológicas, temperatura de ríos, lagos y océanos.

- Canal 5: INFRAROJO TÉRMICO, igual que el canal 4.

Estos datos pueden ser usados mediante combinaciones, así se tiene que los datos de los canales 1 y 2, son usados para producir índices de vegetación; y los datos combinados de los canales 3, 4 y 5 son usados juntos para filtrar la nubes y la contaminación del vapor de agua en los análisis de la temperatura de la superficie del mar.

6.10. SATÉLITES DE VALUACIÓN DE RECURSOS NATURALES

Destacan el LANDSAT y el SPOT, y sus imágenes permiten aplicaciones en: la Agricultura, Cartografía, Ingeniería Civil, Ambiente, Bosques, Geografía, Geofísica, Recursos de la Tierra, Oceanografía, y Análisis del Recurso Agua.

El Landsat (USA) y el Spot (Francia), son satélites del tipo orbital, con altitud entre 706 y 832 km., y con pasajes por cada lugar a las 09:45 y 10:39 hora local, con distancia entre órbita y órbita de 811 y 832 km. Respectivamente. Los instrumentos del Landsat abarcan un Multi Spectral Scanner (MSS), con 4 bandas y resolución espacial de 80 x 80 m, y un Thematic Mapper (TM), con 6 bandas reflectivas (30 x 30 m), y una emisiva (120 x 120 m). Los instrumentos del Spot, opera con un Modo Multiespectral en tres bandas con 20 m de resolución y un Modo Pancromático en una sola banda con 10 m de resolución.

7. CONCLUSIONES

En el presente artículo se resume en una forma muy general, las situaciones meteorológicas que afectan a Venezuela; y se expone la terminología más usada en las tareas relacionadas con la meteorología. Se espera que este artículo funcione como un glosario preliminar de los términos meteorológicos, pero en la medida que se agreguen situaciones meteorológicas nuevas de interés, referidas a la región Guayana, este artículo adquirirá características de un manual de consulta Meteorológico.