

ANALISIS DEL EVENTO DE LLUVIA DEL 22 DE OCTUBRE DE 2018



EL NACIONAL

AUTORES:

AREVALO, JUAN

GIL, ALFREDO

MUNDARAY, RAFAEL

Caracas, 25 de noviembre de 2018

ANALISIS DE LOS EVENTOS DE LLUVIAS SEVERAS OCURRIDAS ENTRE EL 18 Y EL 23 DE MAYO DE 2018 EN LA CIUDAD DE CARACAS

El presente informe tiene como objetivo explicar las razones por la cuales ocurrió en la ciudad de Caracas entre el 18 y el 23 de octubre de 2018 los eventos de lluvias, en especial el evento severo del 22.

Entre estos días, se observó un total acumulado de 131 mm de lluvia en la estación meteorológica de la Ciudad Universitaria (UCV), siendo el día 23 el más lluvioso del período con un total de precipitación de 64,6 mm (entre las 8 am del 22 a las 8 am del 23 /11/2018), pero las lluvias más importantes ocurrieron en horas de la tarde del 22 de octubre, donde se registraron la mayor cantidad de precipitación.

Este evento ocasionó inundaciones y el desbordamiento de varios ríos en la ciudad y la periferia, afectando a cientos de personas.

Climatológicamente, octubre es considerado un mes de transición entre las temporadas de lluvia y la seca. Durante este mes el efecto de insolación todavía es fuerte y hay una alta disponibilidad de humedad en niveles bajos de la atmósfera. Esta humedad es transportada por los Alisios del noreste desde el mar y tienden a converger sobre las aguas cálidas del Caribe y el norte de Sur América (Zona de Convergencia Intertropical). Adicionalmente, en niveles altos de la atmósfera empiezan a ocurrir episodios de advección de aire frío del norte en forma de vaguadas en altura y se debe a la proximidad del invierno en el hemisferio norte. Esta combinación de calor y humedad en niveles bajos y frías en niveles altos, son extremadamente inestables y suelen producir eventos severos de tormentas, por si solos o al interactuar con perturbaciones tropicales que transitan por el norte de Sur América, tales como ondas del este o ciclones tropicales.

Estas lluvias severas no son inusuales, y como se explicará más adelante, su recurrencia está estadísticamente demostrada.

ASPECTOS RELACIONADOS CON LA CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA

Entre el 16 y el 23 de octubre prevalecieron sobre la mayor parte del país condiciones adecuadas para el desarrollo de eventos severos de lluvias. Desde el punto de vista termodinámico, destaca más convergencia de humedad de lo normal en niveles bajo de la atmósfera. Tal como se aprecia en la Fig. 1, hubo más aporte de humedad de lo normal en la mayor parte del país en 700 hPa (el hectopascal (hPa) es una unidad de presión que equivale a 100 pascales), pero particularmente en las tres zonas que se observan en la Fig. 1. en color verde, y que abarcan a los estados Táchira, sur de Zulia, oeste de Apure, sur de Bolívar, oeste Amazonas, Vargas, Dto. Capital, Carabobo, Aragua y norte de Guárico. Este exceso de humedad pudo haber favorecido el incremento de calor latente, haciendo que las condiciones fueran más inestables de lo normal en niveles bajos de la atmósfera.

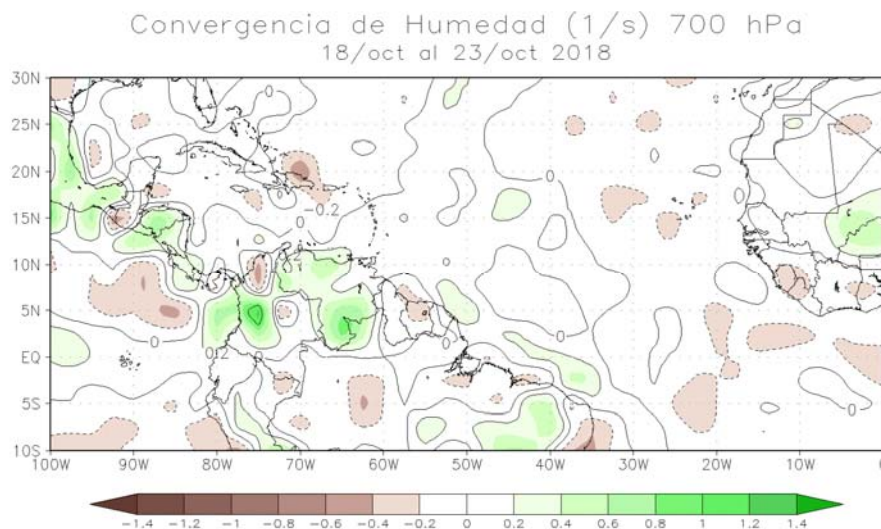


Fig. 1. Anomalía de convergencia de humedad media en 700 hPa, entre el 18 y el 23 de octubre de 2018. Los tonos verdes indican mayor convergencia de humedad de lo normal, en tanto que los marrones indican menor convergencia de humedad de lo normal.

Adicionalmente, las condiciones dinámicas prevalecientes muestran que hubo mayor convergencia de flujo de lo normal en niveles bajos de la atmósfera sobre la mayor parte del país; condición particularmente importante en la porción centro oriental y que puede observarse en la Fig. 2.

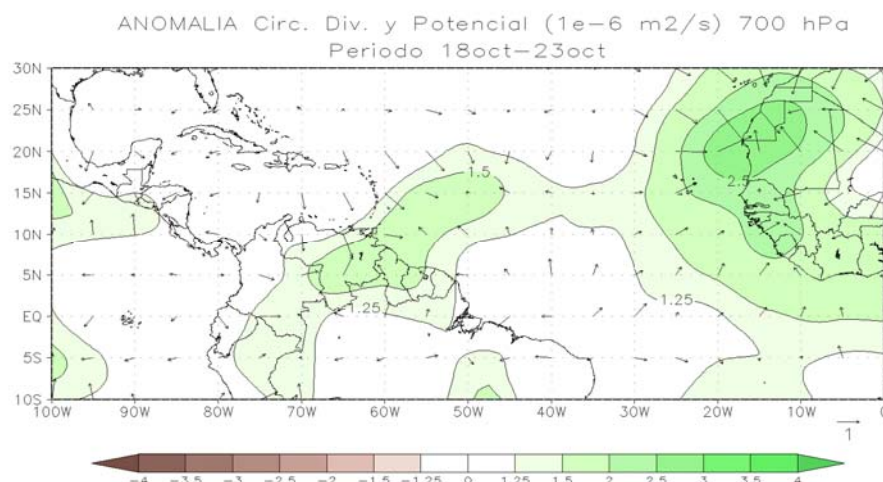


Fig. 2. Anomalía media de potencial de velocidad en 700 hPa. y de circulación divergente entre el 18 y el 23 de octubre de 2018. Los tonos verdes indican potenciales anómalos convergentes que concuerdan con los vectores de circulación divergente que converge. Los tonos marrones corresponden a potenciales anómalos divergentes que concuerdan con los vectores de circulación divergente que diverge.

Otro elemento importante que pudo haber contribuido de manera significativa es el patrón de flujo que prevaleció durante esos días.

En la Fig. 3 a y b. se observa que flujo de viento en niveles medios y bajos de la atmósfera presentó un patrón anómalo en forma de vaguada cuyo eje se localizó sobre la región norte central del país (líneas rojas de la Fig. 3 a y b). El flujo anómalo proviene del noreste y rota sobre Venezuela adquiriendo dirección suroeste, provocando fuerte vorticidad ciclónica.

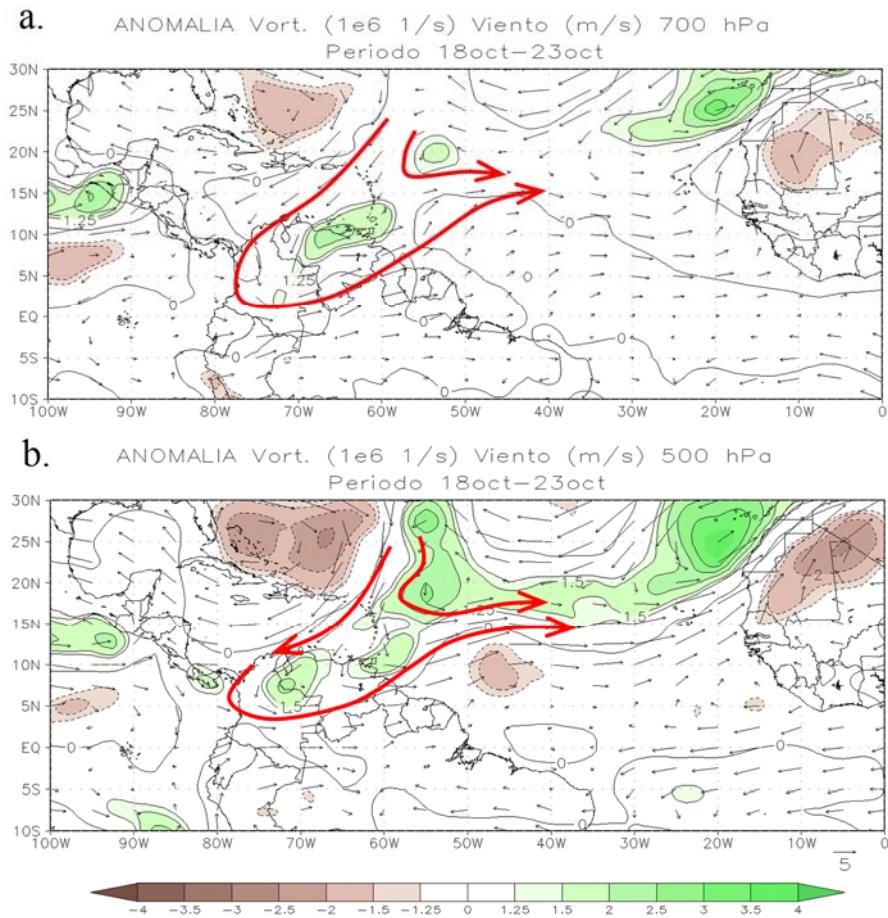


Fig. 3. Anomalia de circulación (vectores) y vorticidad (contorno). a. en 700 hPa y b. en 500 hPa. Los tonos verdes indican la existencia de vorticidad ciclónica y los marrones vorticidad anticiclónica. Las líneas rojas indican el patrón anómalo predominante sobre el país.

En niveles altos, un flujo anómalo sobre Venezuela en con baja vorticidad anticiclónica diverge hacia el norte y el suroeste, lo que pudo haber favorecido el desarrollo de convección en el área. El patrón de circulación y la vorticidad asociada se aprecian en la Fig.

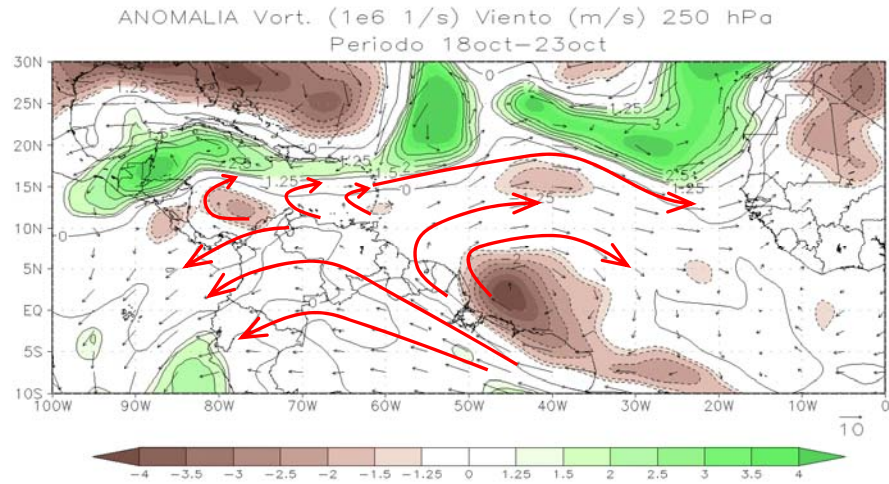


Fig. 4. Anomalía de circulación (vectores) y vorticidad (contorno). a. en 250 hPa. Los tonos verdes indican la existencia de vorticidad ciclónica y los marrones vorticidad anticiclónica. Las líneas rojas indican el patrón anómalo predominante sobre el país.

ANALISIS DE LA SALIDA DEL MODELO GLOBAL FORECASTING SYSTEM (GFS), PARA EL PERIODO DEL 20 AL 23 DE OCTUBRE DE 2018

Durante el episodio de lluvias ocurrido el 22 de octubre del 2018, se hace interesante, analizar algunas condiciones pronosticadas previas y durante el evento, basándonos en el uso del Modelo GFS (Global Forecasting System), con resolución espacial de 0,5° de la NOAA, donde se han obtenido los archivos grib2 y post-procesado con el software GrADS de IGES-COLA.

El Modelo GFS (Global Forecasting System), es un Modelo Meteorológico de escala Global es corrido por la NOAA, y publican los datos crudos para que sean procesados o sirvan de entrada a modelos meteorológicos a escala regional.

Lo interesante de este modelo, es que han mejorado su resolución espacial en los últimos años, además de sus condiciones de grillingado y ecuaciones de resolución de nubosidad.

A continuación mostraremos un set de cuatro (4) imágenes que representan el pronóstico realizado por el modelo para los días 20, 21, 22 y 23 de octubre válido para las 12Z (08:00 HLV) para cada día. Este es un pronóstico determinístico, ya que el modelo calcula una condición para cada intervalo de tiempo.

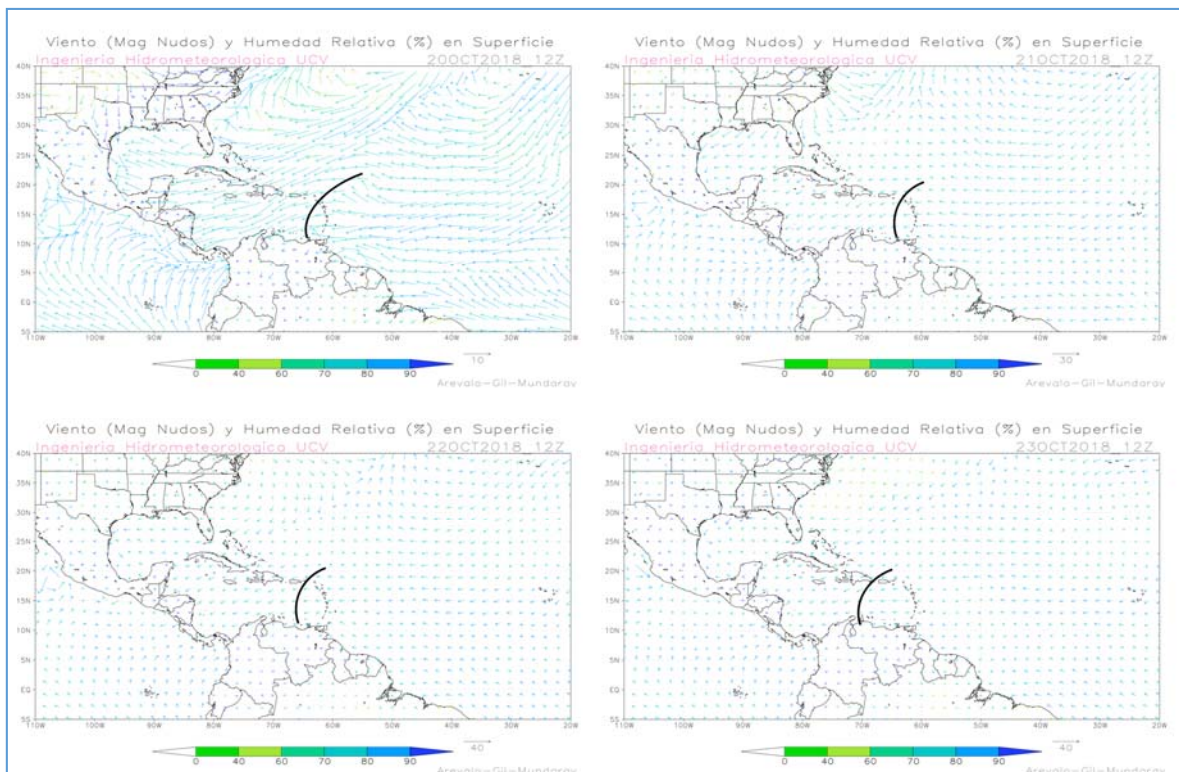


Fig. 4 Viento y humedad relativa en superficie, para el periodo comprendido entre el 20 al 23 de octubre de 2018, del Modelo GFS (Global Forecasting System)

Iniciamos el análisis con los vectores de viento (el largo representa su magnitud) y los colores la humedad relativa en porcentaje, donde podemos observar una ondulación en la campo de viento en superficie, creando una línea de inestabilidad, con humedades por encima del 80% en toda la región Centro-Norte-Costera, cabe señalar que no se aprecia la presencia de la Zona de Convergencia Intertropical definida, pero si una disminución de la velocidad sobre la zona costera, que favorecen a la convergencia por pérdida de velocidad.

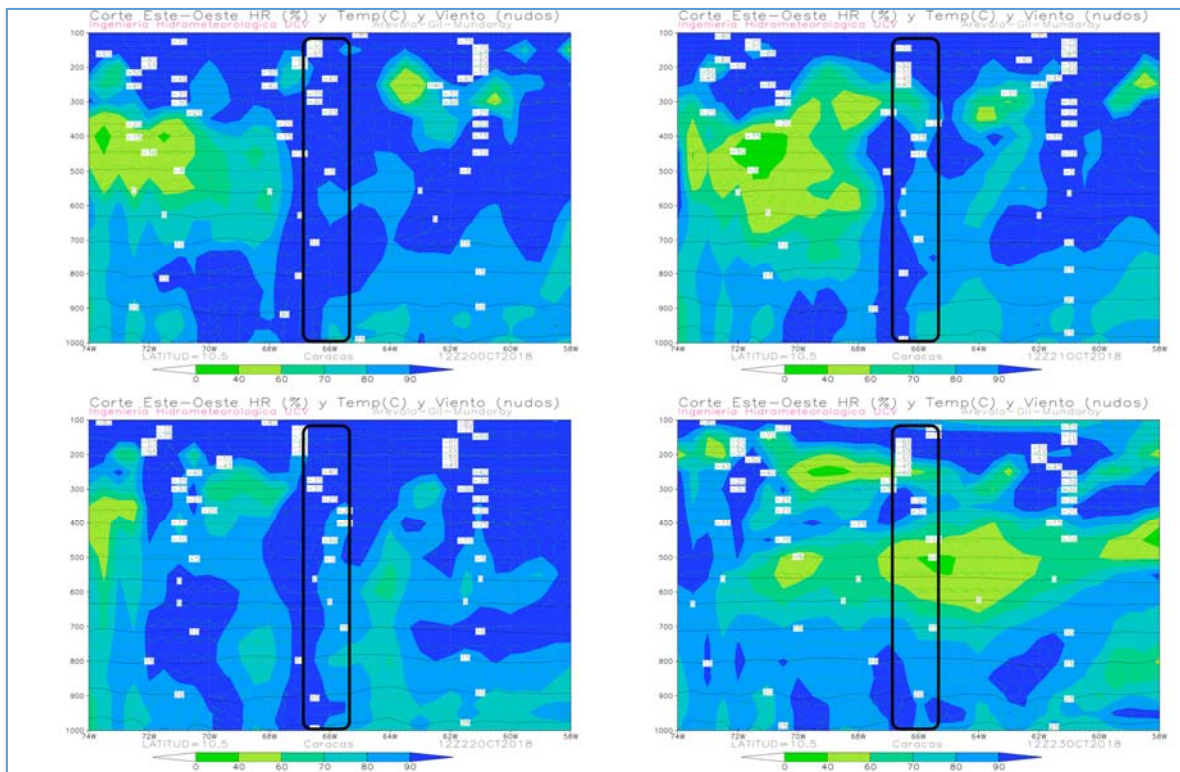


Fig. 5 Corte transversal de la atmósfera, que muestra humedad relativa e isolíneas de temperatura y barbas de vientos, para el periodo comprendido entre el 20 al 23 de octubre de 2018, del Modelo GFS (Global Forecasting System)

Lo que se muestra en la Fig. 5 es un corte transversal de la atmósfera que presenta Humedad Relativa en colores, las isolíneas representan la temperatura y las barbas de viento (magnitud y dirección del viento), donde podemos notar la cantidad de humedad contenida en todas las capas sobre el Distrito Capital, señalado con el cuadrado negro, con humedades entre 80% y 90%, además apreciamos convergencia en el viento en niveles bajos y salida de aire a hacia capas superiores, favoreciendo al transporte de aire húmedo de niveles bajos a altos, donde esta condición se nota más marcada durante el 22 de Octubre.

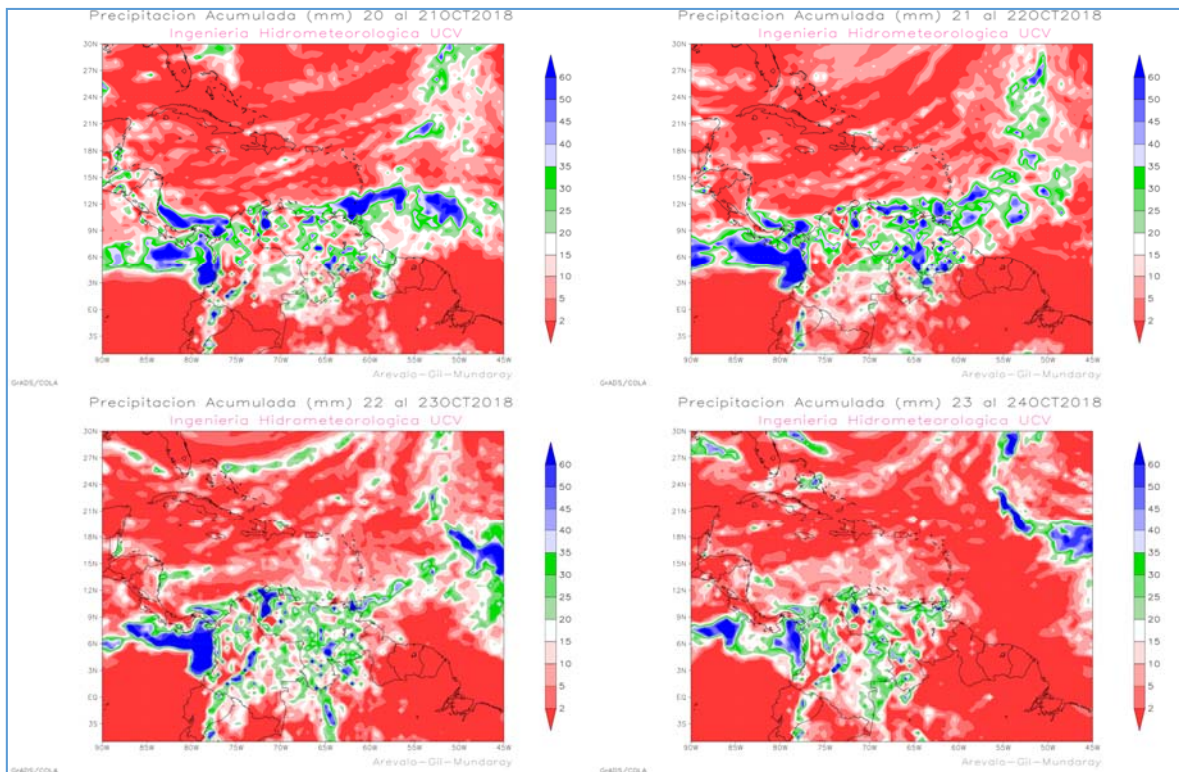


Fig. 6 Pronósticos de precipitación convectiva y no convectiva, para el periodo comprendido entre el 20 al 23 de octubre de 2018, del Modelo GFS (Global Forecasting System)

Este grupo de imágenes representa la precipitación convectiva y no convectiva, estimada por el modelo numérico para cada día, y lo que se aprecia es la línea de inestabilidad definida sobre el Atlántico, ya que es donde vemos los mayores valores de precipitación, extendiéndose hasta Venezuela. Cabe señalar que basándonos en los análisis de precipitación de la estación UCV, se midió un total de 131 mm, el día 22 de Octubre es cuando ocurrieron las mayores precipitaciones, con una medición 64,3 mm, el modelo estuvo estimando todos los días condiciones de alta producción de lluvia, entre 10 a 30 milímetros sobre la Región Capital, con un máximo a de estas condiciones el día 20, cuando el modelo estima un núcleo importante de lluvia al Oeste del Estado Vargas, en donde ocurrieron las precipitaciones significativas en Puerto Carayaca.

Ahora bien, a continuación, se afianza un poco más la información dinámica del evento, observando el pronóstico en los mapas pronosticados por el Modelo GFS, con información de Altura Geopotencial (isolíneas – isohipsas), Humedad Relativa (colores) y Barbas de Viento (velocidad y dirección del viento), en 850 hPa, 700 hPa, 500 hPa y 250 hPa, lo que nos permitirá ver el comportamiento de la atmósfera en todas sus capas.

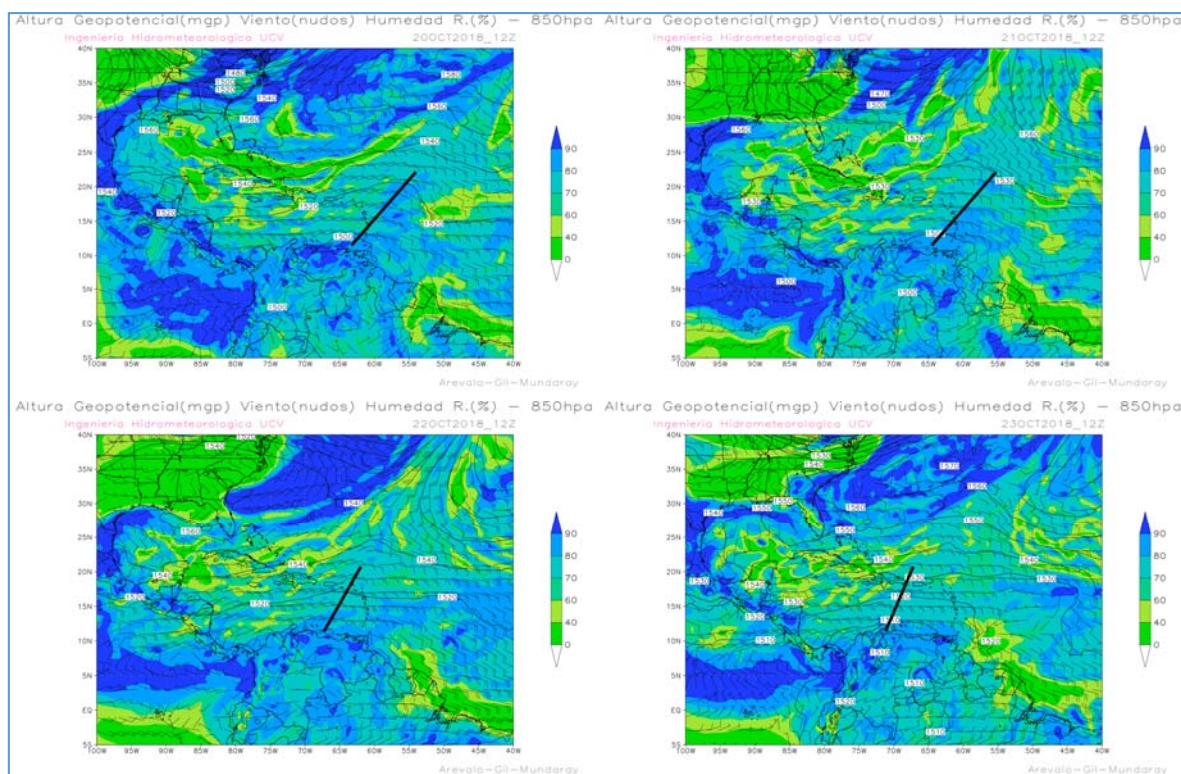


Fig. 7 Altura Geopotencial (isolíneas – isohipsas), Humedad Relativa (colores) y Barbas de Viento (velocidad y dirección del viento), en 850 hPa, para el periodo comprendido entre el 20 al 23 de octubre de 2018, del Modelo GFS (Global Forecasting System)

Apreciando como en niveles bajos, se ve el desplazamiento de una línea de inestabilidad, donde el día 22 se ~~es~~ encuentra frente a la Región Capital, se observa una pequeña baja presión en su punto más externo en el Atlántico, además del alto contenido de humedad sobre la zona y la caída de las alturas geopotenciales en relación a sus alrededores indicando que hay una baja presión sobre la zona.

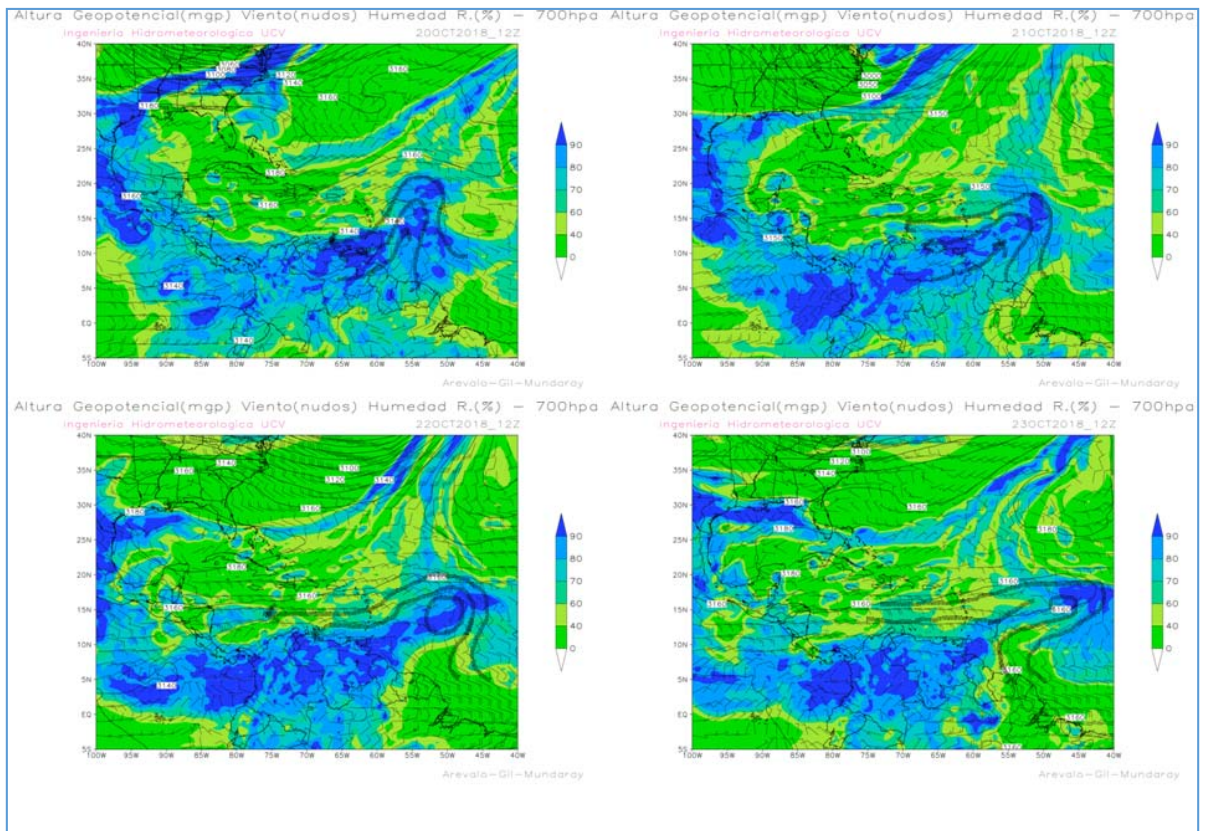


Fig. 8 Altura Geopotencial (isolíneas – isohipsas), Humedad Relativa (colores) y Barbas de Viento (velocidad y dirección del viento), en 700 hPa, para el periodo comprendido entre el 20 al 23 de octubre de 2018, del Modelo GFS (Global Forecasting System)

En los 700 hPa, se aprecia como la baja presión en niveles bajos se profundiza en los niveles más altos, esto se observa en la ondulación del campo de viento, siguiendo la línea de inestabilidad en superficie, esta condición favorece al transporte de humedad a capas superiores, además se aprecia que hay un eje de alta humedad, donde se supera el 80%.

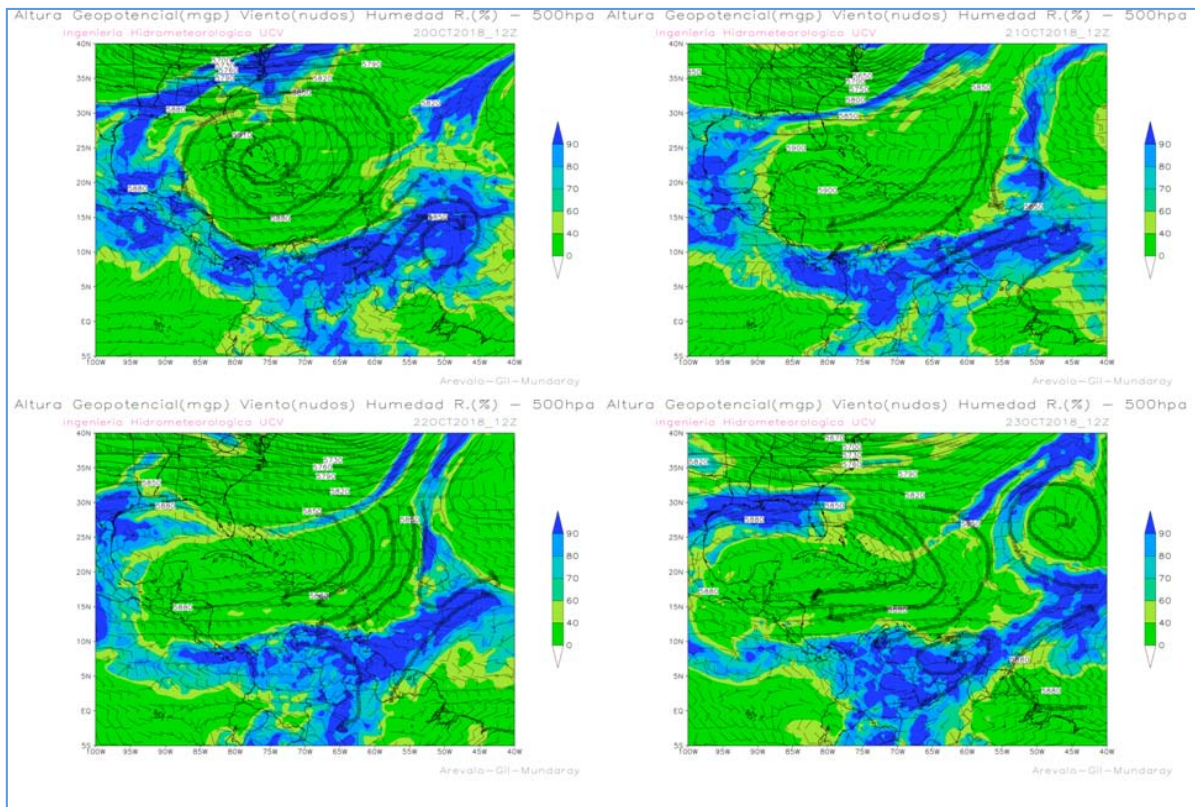


Fig. 9 Altura Geopotencial (isolíneas – isohipsas), Humedad Relativa (colores) y Barbas de Viento (velocidad y dirección del viento), en 500 hPa, para el periodo comprendido entre 20 al 23 de octubre de 2018, del Modelo GFS (Global Forecasting System)

Extendiendo el análisis a niveles medio de la atmósfera se aprecia que la baja presión de superficie, se extiende a estos niveles, un poco más difusa, pero igual permite el ascenso de humedad de niveles bajos a altos, y ya para el día 22 se observa una estructura de collado (collado: elevación o de presión suave y natural de la superficie), donde la línea convergente es sobre toda la franja costera.

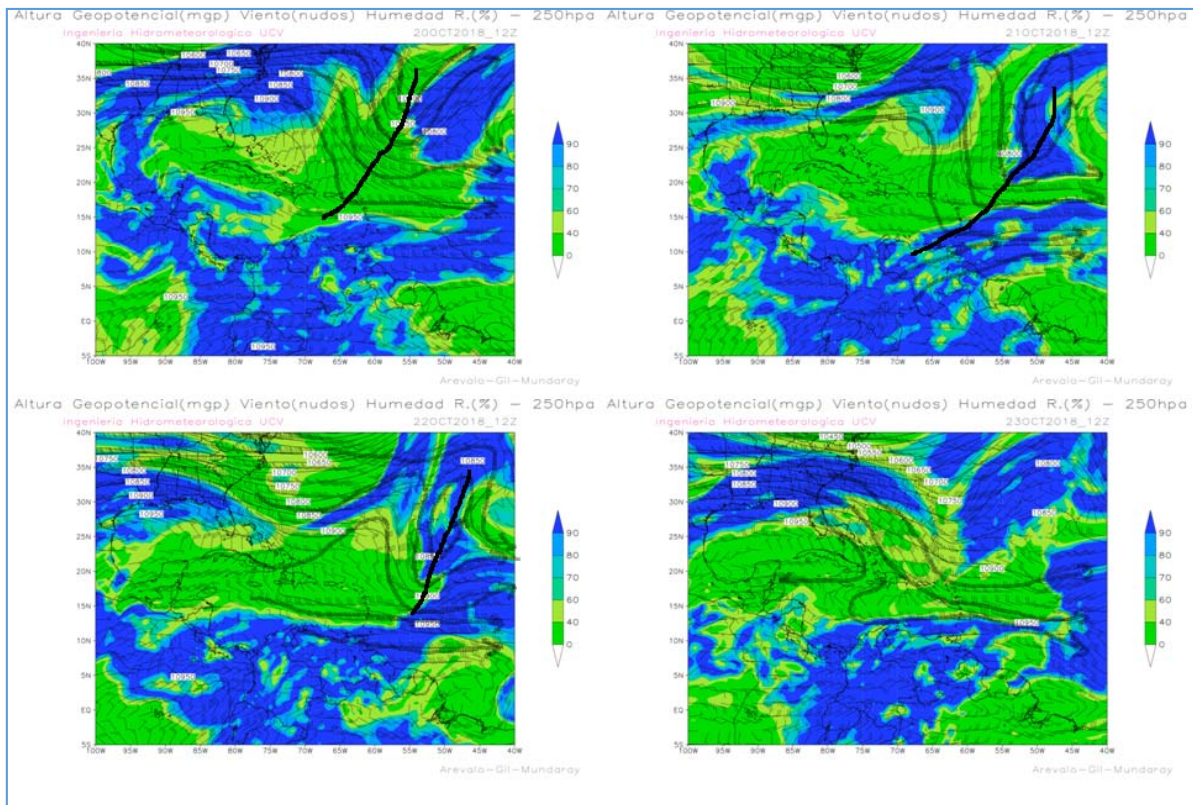


Fig. 10 Altura Geopotencial (isolíneas – isohipsas), Humedad Relativa (colores) y Barbas de Viento (velocidad y dirección del viento), en 250 hPa, para el periodo comprendido entre el 20 al 23 de octubre de 2018, del Modelo GFS (Global Forecasting System)

Para culminar el análisis revisemos el nivel de 250 hPa, donde se observa una Vaguada extendida (Vaguada es una línea de baja presión atmosférica que se registra entre dos sectores que tienen alta presión) y de eje inclinado que se mantiene los días 20, 21 y 22 de Octubre, donde esta condición colaboraba con un eje divergente de viento en altura, que sirve para la salida de aire, y favorece a la convección, por lo tanto se ve que durante los días de mayor precipitación estuvo presente esta condición. La vaguada desaparece el día 23 de octubre

En resumen, de las condiciones que pronosticaba el modelo GFS (Global Forecasting System), para el periodo del 20 al 23 de octubre de 2018

Las condiciones prevalecientes en el Atlántico que favorecieron a la formación de precipitaciones en la Región Capital, fueron: alta humedad relativa y baja velocidad en niveles bajos, que promueve la convergencia por pérdida de velocidad, además de una línea de inestabilidad con baja presión asociada, que se profundizaba hasta niveles medios de la atmósfera, promoviendo el ascenso del aire húmedo, a esto sumamos la presencia de una vaguada en altura, que favorecía con salida de aire y divergencia en altura colaborando con la convección.

ANÁLISIS DEL EVENTO DE PRECIPITACIÓN DEL 22 DE OCTUBRE DE 2018, EN LA ESTACIÓN CIUDADUNIVERSITARIA (UCV)

El objetivo de este capítulo es el análisis la precipitación registrada en la estación UCV, durante el 22 de octubre de 2018.



El Nacional



Caraota Digital

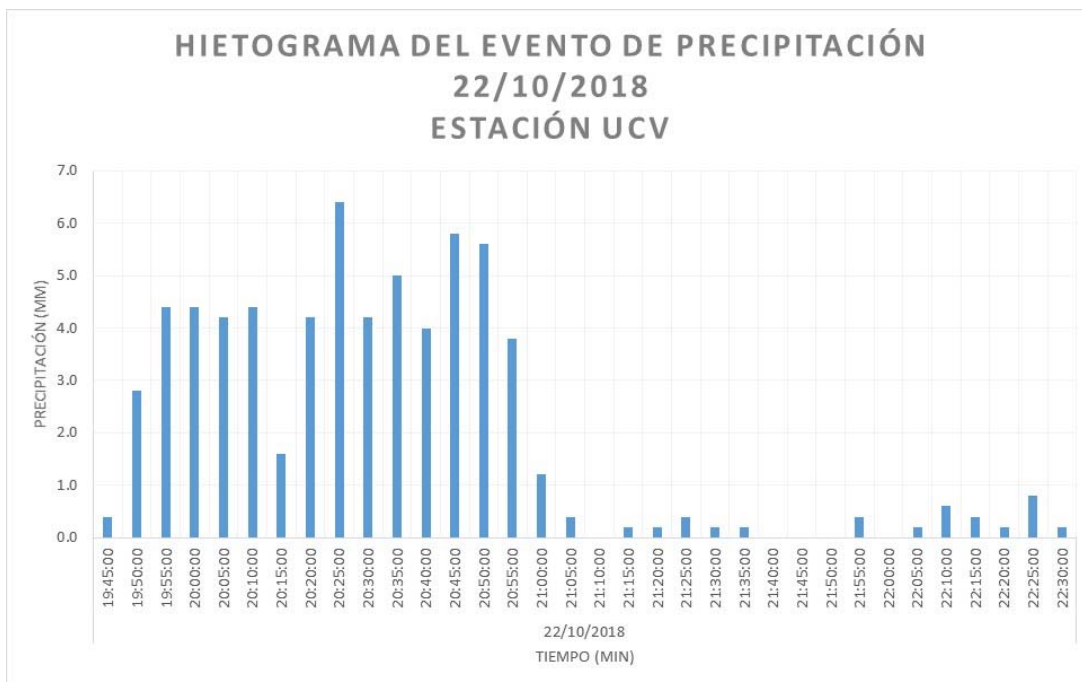


Efecto Cocuyo

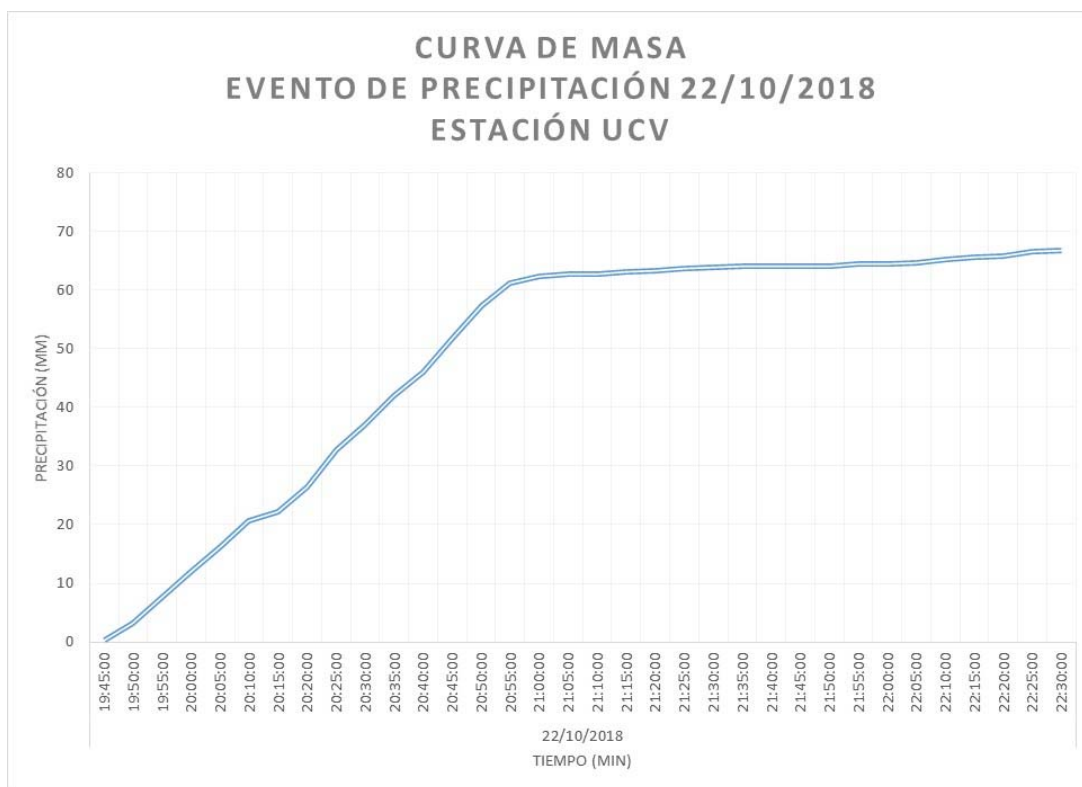


apuntoenlinea.com

El evento de precipitaciones comenzó a la 15:45 HLV y se extendió hasta las 18:30 HLV, lo que da una duración de 175 minutos y un total de precipitación de 66.8 mm en la estación automática Ciudad Universitaria (UCV) y en Pluviómetro de Cántaro fue 66.4 mm, con una intensidad promedio de 23.6 mm/h, como se puede observar en la gráfica N° 1 y la gráfica N° 2. En la tabla N° 1 podemos observar como fue el comportamiento de las intensidades máximas para diferentes niveles de agregación.



Grafica N° 1 Hietograma de Precipitación del Evento 22/10/2018, estación UCV, desde las 19:45 a las 23:30 GMT



Grafica N° 2 Curva de Masa del Evento 22/10/2018, estación UCV, desde las 19:45 a las 23:30 GMT

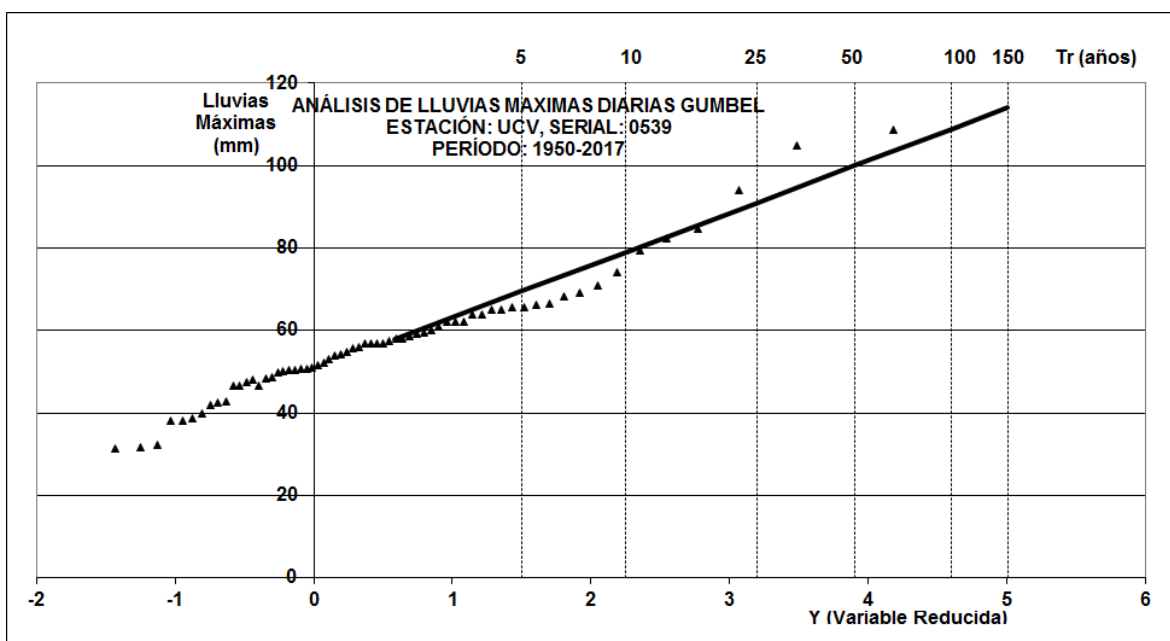
Tabla N° 1 Comportamiento de la Intensidad de la Lluvia, para diferentes duraciones,

Evento 22/10/2018

Tiempo (min)	5	10	15	30	60
Intensidad (mm/h)	76.8	68.4	62.4	62.0	54.2

Tabla N° 2 Curvas Intensidad Duración Frecuencia, Estación UCV

Tr	5min	10min	20min	30min	1h
5	196.4	140.5	82.4	71.9	50.6
10	232.7	166.9	98.5	87.4	61.8
25	278.7	200.3	118.8	106.9	75.9
50	312.7	225.1	133.9	121.4	86.4
100	346.6	249.7	148.8	135.7	96.8



Grafica N° 3 Análisis de Lluvias Máximas Diarias. Estación UCV (1950-2017). Distribución Gumbel (Fuente: Ing. Valdemar Andrade)

Al comparar la Tabla N° 1 Vs la Tabla N° 2, se puede observar que el evento de precipitaciones de 22/10/2018 hasta los 30 minutos no supera al periodo de retorno de 5 años y la duración de 1 hora es cercano al periodo de retorno de 5 años.

Tabla N° 3 Totales de Precipitaciones 24 horas, para el evento 22/10/2018

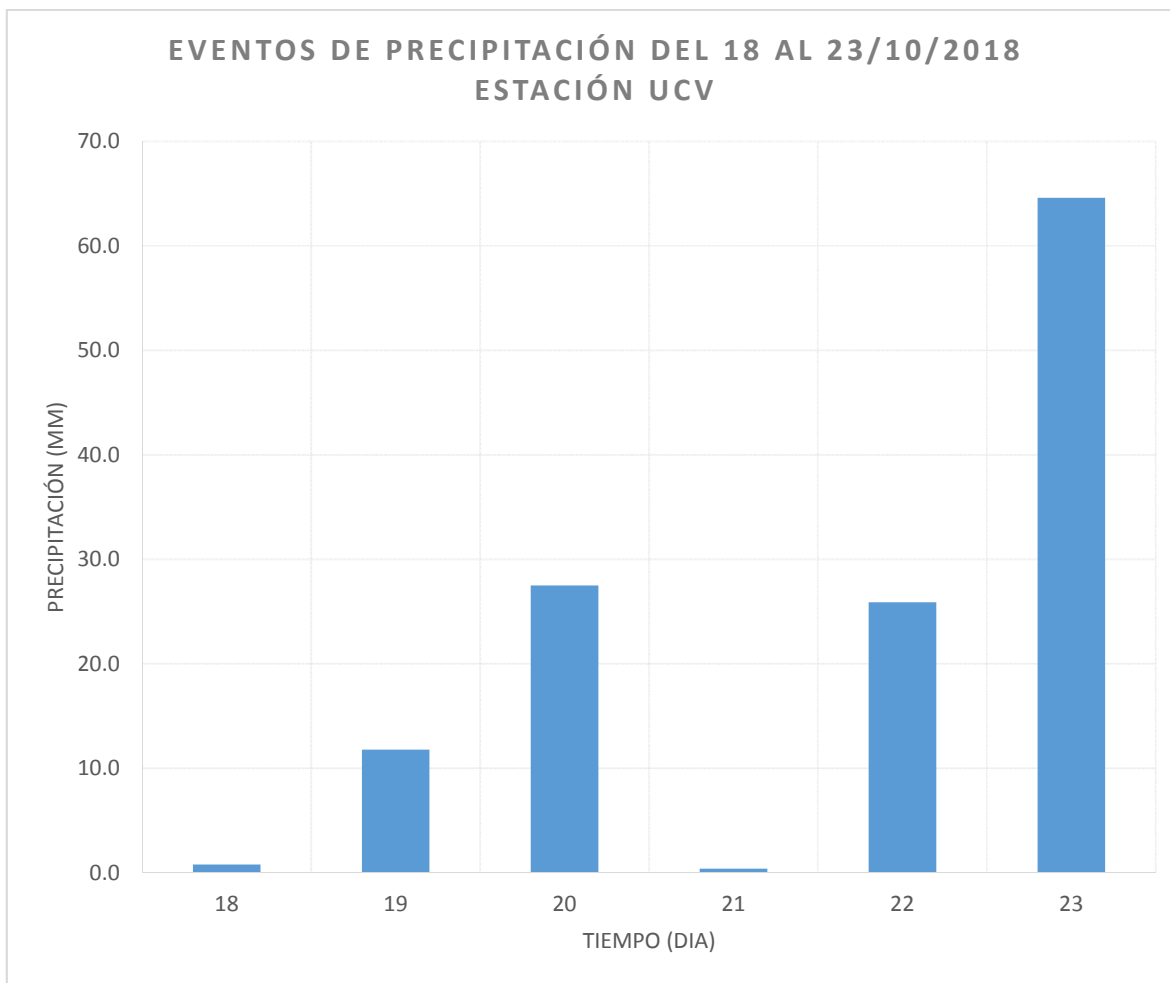
Estación	Precipitación (mm)
Catia Hospital Magallanes	47.2
Cagigal	53.2
Ciudad Universitaria	66.8
Fuerte Tiuna	18.8
San Diego de los Altos	45.8
La Mariposa	36.2
El Llanito	15.8
La Castellana	37.8

(Fuente: Boletín Diario de Precipitaciones de INAMEH)

En la Tabla N° 3, se observa el comportamiento de la precipitación en las estaciones que registraron la precipitación, del evento del 22/10/2018, pero son muy pocas para identificar la distribución espacial, lo que se puede observar es que la precipitación se ubicó por encima de los 30 mm en los Altos Mirandinos y parte del Oeste de Caracas, lo que se valida con la creciente del río Guaire.

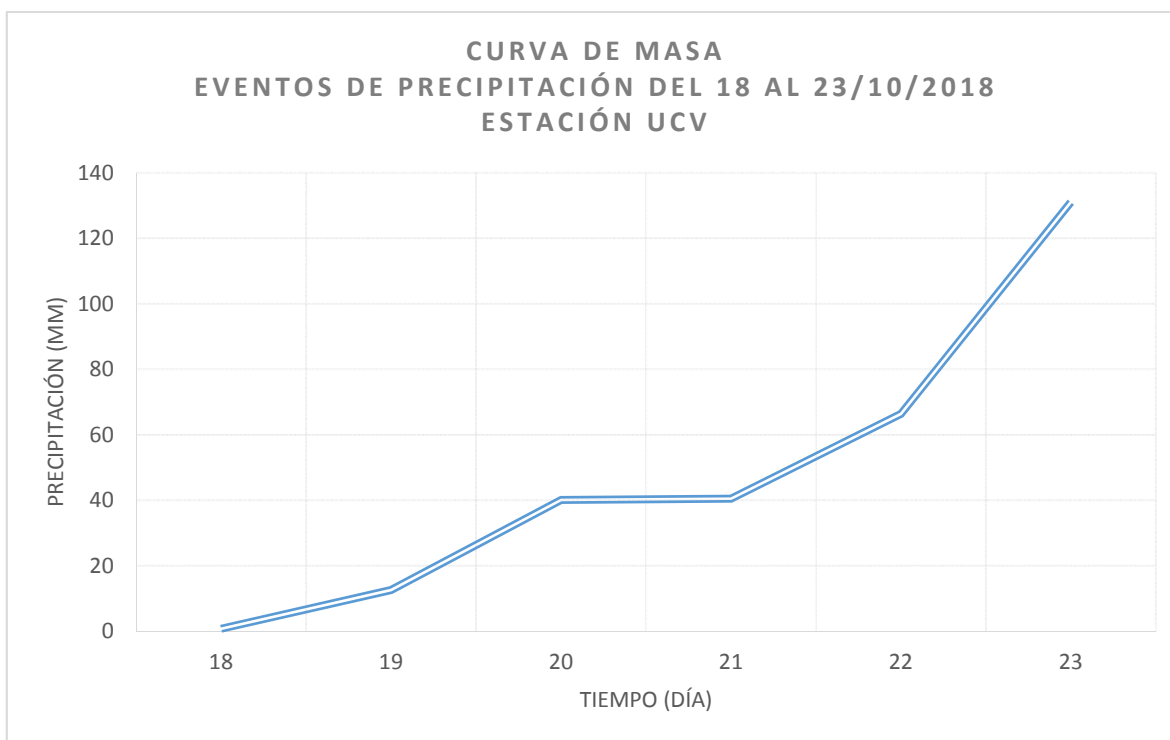
En los días anteriores al evento, se presentaron precipitaciones desde el 18 hasta el 22 de octubre, como se muestra en el gráfico N° 3, con un total de 130.2 mm.

Se realizó un análisis de eventos continuos de precipitaciones, con el objetivo de determinar la frecuencia del evento hasta con 5 días antecedentes de lluvias.



Grafica N° 4 Hietograma de Precipitación, para el periodo 18 al 23 de octubre de 2018, Estación UCV

Entre el 22 a las 8 am y el 23 a las 8 am de octubre de 2018, el total de precipitación registrada en el Pluviómetro de Cántaro fue 66.4 mm, durante ese periodo solo se registró un solo evento de lluvias.



Grafica N° 5 Curva de Masa, para el periodo 18 al 23 de octubre de 2018, Estación UCV

Tabla N° 4 Totales de Precipitaciones, para el periodo 18 al 23/11/2018

Tiempo (Día)	1	2	3	4	5	6
Precipitación (mm)	64.6	90.5	90.9	118.4	130.2	131.0

Tabla N° 5 Valores máximos de Precipitaciones, para diferentes niveles de agregación, estación UCV

Tr	Días Acumulados					
	1	2	3	4	5	6
5	70.5	92.8	109.3	122.4	133.4	141.7
10	80.1	107.4	126.2	142.5	156.0	165.4
25	92.2	125.9	147.5	167.8	184.4	195.2
50	101.3	139.6	163.3	186.6	205.6	217.4
100	110.2	153.3	179.0	205.2	226.6	239.4

Al comparar la Tabla N° 4 Vs la tabla N° 5, encontramos que el periodo de retorno para los diferentes niveles de agregación, se ubican por debajo de los 5 años, caso similar al encontrado para niveles de agregación menores a un día.

Al analizar la precipitación se puede concluir que la frecuencia del evento, no fue de tal magnitud, para los sucesos ocurridos en las vías públicas de la ciudad de Caracas.

CONCLUSIONES:

1. Las condiciones prevalecientes en el Atlántico que favorecieron a la formación de precipitaciones en la Región Capital, fueron alta humedad relativa y baja velocidad en niveles bajos, que promueve la convergencia por pérdida de velocidad, además de una línea de inestabilidad con baja presión asociada, que se profundizaba hasta niveles medios de la atmósfera, promoviendo el ascenso del aire húmedo, a esto sumamos la presencia de una vaguada en altura, que favorecía con salida de aire y divergencia en altura colaborando con la convección.
2. La condición promedio presentes en los diferentes niveles de la atmósfera, analizadas con datos de Reanalysis, entre los días 16 y 23 de Octubre, mostrada en la primera parte del trabajo, concuerda con la estimación hecha por el modelo numérico GFS,
3. para cada día en específico, principalmente cuando hablamos de contenido de humedad en las diferentes capas de la atmósfera y la circulación de los vientos para las fechas de análisis.
4. Al analizar el evento de precipitación se pudo constatar que, aun siendo severo, no fue excepcional dado que eventos de 60 mm en 24 horas, tienen un período de retorno de 5 años; inferior al período de retorno utilizado para el diseño de drenajes en sistemas viales de ciudades como Caracas.
5. Los cambios de uso en la ciudad han contribuido a la impermeabilización de la superficie, incrementando el escurrimiento superficial. Esto aunado a la falta de mantenimiento pudieran estar contribuyendo con el colapso de los drenajes en Caracas.