



Radar Doppler del IAM: Análisis Meteorológico en la ZMG a lo largo del año 2021

Erick Rubén Sánchez Durán¹, **código: 215024755**
Evan Gabriel Solis Valenzuela², **código: 215508981**
Alan Máximo Pérez Villar³, **código: 216644609**
Roberto Carlos Torres Quezada⁴, **código: 216696811**
Oscar Daniel Yam Mendez⁵, **código: 219298213**
*erick.sanchez0247@alumnos.udg.mx*¹
*evan.solis5089@alumnos.udg.mx*²
*alan.perez6446@alumnos.udg.mx*³
*roberto.torres6968@alumnos.udg.mx*⁴
*oscar.yam4229@alumnos.udg.mx*⁵

Resumen

En este proyecto se analiza la precipitación de los distintos meses del año 2021 en la zona metropolitana de Guadalajara en base a datos del radar Doppler ubicado en las instalaciones del Instituto de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Guadalajara. Se analizaron los datos de reflectividad usando el software Google Earth Pro y se recabó la información con el fin de llegar a una diversa gama de resultados.

1. Introducción

La importancia existente en el conocimiento de los sistemas meteorológicos es de vital importancia para nuestra civilización, desde que se empezó a conformar. Estos juegan un rol en la economía y el comercio, entendiéndose como mecanismos que tienen un papel importante dentro de la agricultura, la ganadera, la logística naval, terrestre y aérea, entre otros.

Así mismo, para tener un estudio completo y ser capaces de predecir fenómenos meteorológicos, se necesita directamente conocer cómo han evolucionado anteriormente algunos de estos en regiones específicas y formar una base estadística. Aquí en el caso particular de la zona metropolitana de Guadalajara.

En este trabajo se busca dar información acerca de una variedad de cuestiones, tales como el comportamiento y la dinámica de las tormentas, conocer por ejemplo, si se encuentran patrones temporales de relevancia.

Aunque un análisis completo del comportamiento meteorológico, por supuesto, debe incluir datos acerca de cuándo se forman dichas tormentas, los meses cuando se detectaron mayor actividad, y si se enfoca en una región específica (como lo es el caso) mostrar en qué zona o municipio se localizaron, así como qué tipo de formación de nubes se observó, la duración de las tormentas y demás características que se pueden extrapolar de los colores (pixeles rojos y rosas) vistos en su distribución.

1.1. El Radar Doppler

La etimología de la palabra «RADAR» viene de la abreviación en inglés «Radio Detection And Ranging» el cual significa en español «radio detección y medición de distancias», lo cual refleja la función del mismo, la cual se encuentra en localizar y poder medir propiedades de un blanco o cuerpo a la distancia con el fin de obtener información específica de éstos. Para esto se utilizan diferentes técnicas de medición apoyándose de ciertas propiedades físicas.

En el caso particular del radar Doppler puede describirse como un sistema que usa el

efecto Doppler, como fenómeno físico principal para su funcionamiento, para la detección de diversos blancos a partir de las señales de retorno que genera el mismo. Este tipo de radares son usados comúnmente por policías de tránsito para poder medir la velocidad de automóviles, así como en sistemas de defensa militar, instrumentación médica y control aéreo. Aterrizando nuestro estudio el cual se basa en la necesidad de comprender los aspectos climáticos de una región en específico, también es posible utilizar este instrumento para la detección de sistemas meteorológicos. Se usa comúnmente para poder medir la densidad y las velocidades de las precipitaciones y a partir de esto determinar el comportamiento de éstas.

2. Objetivo

La parte central del trabajo se enfoca en un análisis de datos obtenidos por medio del radar Doppler en el año en curso 2021.

Se espera resolver cuestiones relacionadas con la formación y comportamiento de las tormentas en la zona metropolitana de Guadalajara, la identificación de zonas y horarios de la formación de las mismas, así como catalogar las características tanto de las tormentas como de las zonas donde éstas ocurren.

3. Metodología

3.1. Lectura del Radar

El Radar Doppler arroja dos tipos de datos, reflectividad del objetivo y velocidad radial del mismo, lo que permite deducir distintas características, como la forma y densidad de una nube, así como su posición, la velocidad y la dirección en la que se mueve. La manera en la que se puede analizar los datos con la información dada por el radar, es mediante los índices de reflectividad que las tormentas poseen.

Para identificar el tipo de tormenta con la que nos enfrentamos, la imagen 1 muestra una escala donde se ha desarrollado un esquema que convierte los valores de reflectividad en colores, lo que facilita la obtención de datos de las observaciones.



Figura 1: Esquema representativo de la intensidad de reflectividad y la posible intensidad de las tormentas.

Para la velocidad radial de las tormentas utilizaremos nuevamente un esquema de colores que nos traducirá la dirección en la que las tormentas se mueven. Los esquemas se basan en utilizar colores cálidos para señalar que los vientos se alejan del radar mientras que se usan colores fríos para señalar que los vientos se acercan al radar. Esto se muestra en la figura 2.

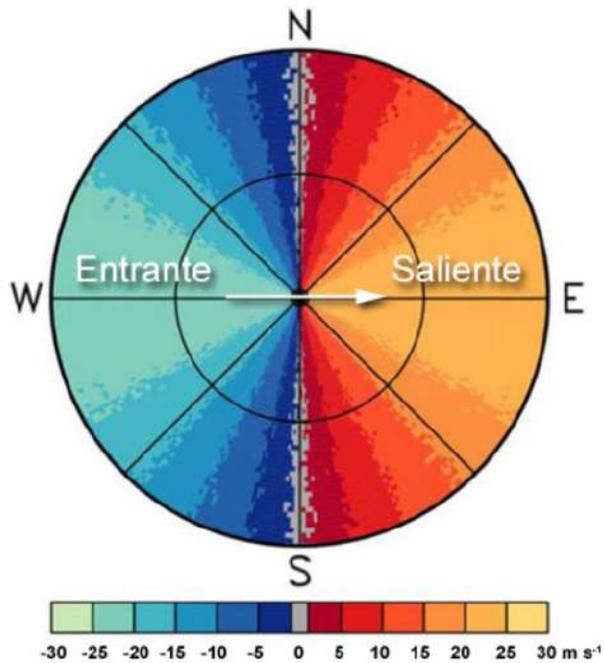


Figura 2: Esquema que muestra la escala de referencia para conocer la dirección del viento mediante el radar Doppler.

Tipos de Tormentas

Será de gran utilidad conocer catalogar los distintos tipos de tormentas y algunas de sus características.

- Precipitación: Cualquier forma de hidrometeoro que cae del cielo y llega a la superficie terrestre
- Chubasco: Precipitación que ocurre en un periodo de tiempo corto y sin sonidos de presencia eléctrica.
- Tormenta eléctrica: nube con desarrollo eléctrico que puede o no tener algún tipo de precipitación
- Tormenta Local Severa: Grandes nubes cumulonimbus a las que se les asocia vientos mayores de 65 km/hr, granizadas y/o lluvias intensas.

Distribución de tormentas

- Tormenta Aislada: 10 % ¿del área de la ZMG
- Tormentas Dispersas: cubren de 11 % a 30 % del área de la ZMG
- Algunas tormentas: Cubren de 31 % a 59 % del área de la ZMG
- Numerosas tormentas: Cubren de 60 % al 100 % del área de la ZMG

Conteo mensual de precipitaciones

De los datos obtenidos de la lluvia del 2021, se realizó la tabla en la que se muestran los días de precipitación organizado por su mes correspondiente.

Mes	Precipitaciones
Enero	5
Febrero	0
Marzo	0
Abril	1
Mayo	9
Junio	20
Julio	30*
Agosto	28*
Septiembre	22

4. Análisis descriptivo

De los datos con formato KMZ, se tiene información de los meses enero, mayo, junio, julio, agosto y septiembre, los cuales serán analizados a continuación. Se exportó el archivo KMZ que arroja las limitaciones de los municipios de la Zona Metropolitana de Guadalajara. Donde se incluye: Zapopan, Tlajomulco, Guadalajara, Tlaquepaque, El Salto, Zapotlanejo y Tonalá.



Figura 3: Municipios de la Zona Metropolitana de Guadalajara: Zapopan, Tlajomulco, Guadalajara, Tlaquepaque, El Salto, Zapotlanejo y Tonalá.

4.1. Análisis de Reflectividad: Enero

En el mes de enero se presentaron 5 precipitaciones en la zona metropolitana de Guadalajara. Se presentaron en los días 9, 14, 16, 18 y 20 del respectivo mes. En este orden, se analizarán las precipitaciones.

El día 9 de enero se presentó precipitación sobre los municipios de Tlajomulco, Guadalajara y Zapopan, sin actividad importante en El Salto, Tonalá y Zapotlanejo. Siguiendo en análisis de reflectividad y el esquema representativo de la intensidad de la reflectividad mostrado en la figura 1, se puede describir el comportamiento para cada municipio que presentó notoria actividad.

Para el caso de Tlajomulco, fue el que más actividad presentó con lluvias de mayor intensidad, con presencia de lluvias moderada-fuerte, seguido de Zapopan, con actividad moderada-fuerte e incluso granizo en algunas regiones. Se registra actividad leve en el municipio de Guadalajara, como se muestra en la figura 6. Las lluvias se presentaron durante la noche, específicamente de las 22:40 horas hasta las 23:57 horas, donde, según el análisis, se muestra una disminución evidente a lluvia ligera-moderada siguiendo el esquema de reflectividad, correspondiente a los colores verde y amarillo.

El día 14 de enero se presentaron diversas lluvias a lo largo de las 24 horas. Durante las primeras horas (aproximadamente 7:00 hrs.) se presentaron precipitaciones leves y dispersas en los municipios de Guadalajara y zona centro del municipio de Zapopan. Durante un periodo de no actividad, se detectaron precipitaciones de mayor intensidad a partir de las 21:00 horas. Esta actividad abarcó más municipios de la zona metropolitana y según la lectura de la reflectividad se comentan algunas características de importancia: fue de corta duración, la presencia de mayor actividad se localiza en El Salto, una mayor nubosidad fue localizada en este municipio, y distintas lluvias dispersas de intensidad moderada en el municipio de Guadalajara, específicamente en la zona olímpica y centro.

El día 16 de enero se presentó precipitación sobre todos los municipios de interés en la zona metropolitana de Guadalajara durante la madrugada, es decir, durante las

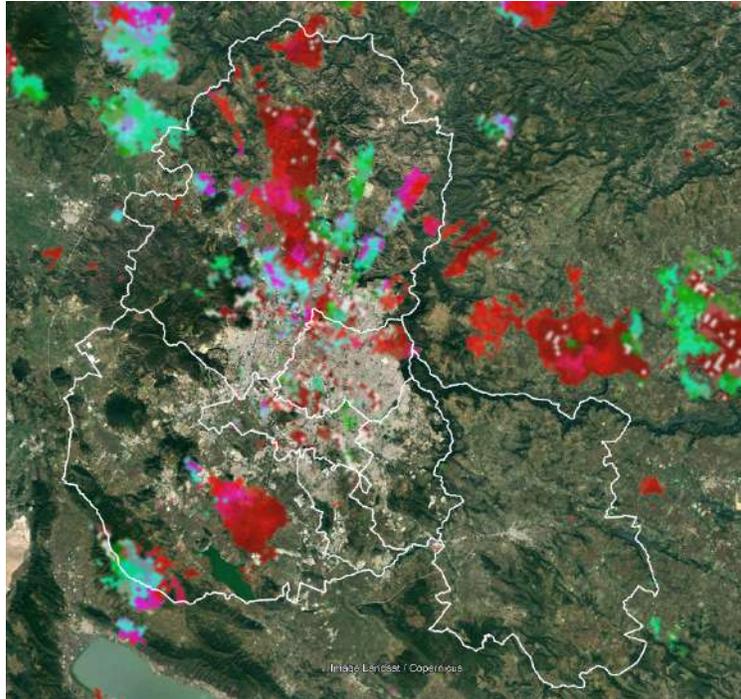


Figura 4: Datos del radar Doppler, análisis de reflectividad. Se observa una notoria actividad en los municipios de Tlajomulco, Zapopan y lluvias leve-moderadas en el municipio de Guadalajara. Datos obtenidos a las 22:40 horas GTM-6 del 9 de enero, 2021.

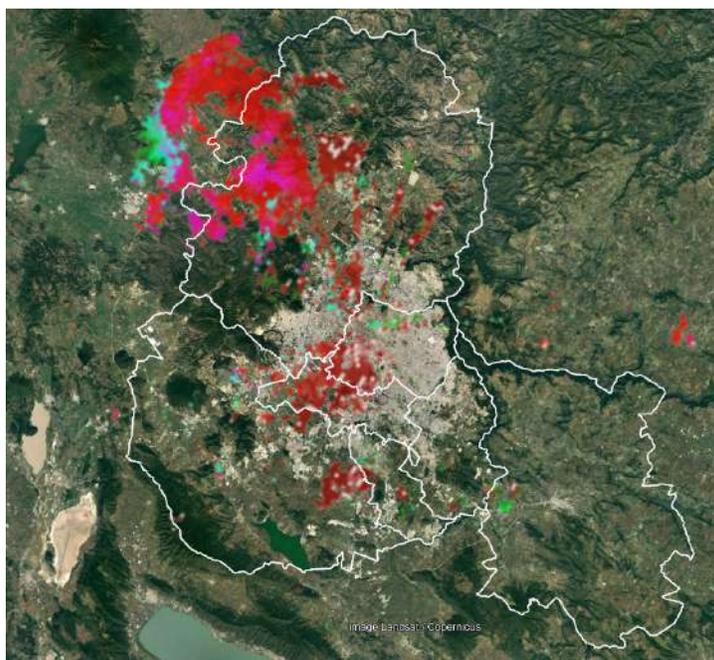


Figura 5: Datos del radar Doppler, análisis de reflectividad. Se observa una notoria actividad moderada-fuerte e intensa en el municipios de Zapopan, En la zona centro y alrededores, únicamente fuerte moderada. Es también notoria la precipitación moderada municipio de Guadalajara, partes colindantes con Tlaquepaque y Tlajomulco. Datos obtenidos a las 21:30 horas GTM-6 del 16 de enero, 2021.

2 hasta las 9. Con disminuciones y con una media de intensidad catalogada en leve, en algunas regiones del municipio de Zapopan intervalos de intensidad moderada.

Sin embargo, durante la noche de el 16 de enero fue cuando se presentó una mayor intensidad de las lluvias, según muestran los datos del Radar.

Aunque había presencia de precipitaciones desde las 7 horas, la intensidad de las lluvias del día aumentó a partir de las 21:30 horas hasta dispersarse pocas horas después.

El día 18 de enero inició con una madrugada sin lluvias, a diferencia de los días anteriores del mes. Fue durante la tarde donde se presentaron lluvias de mayor rele-

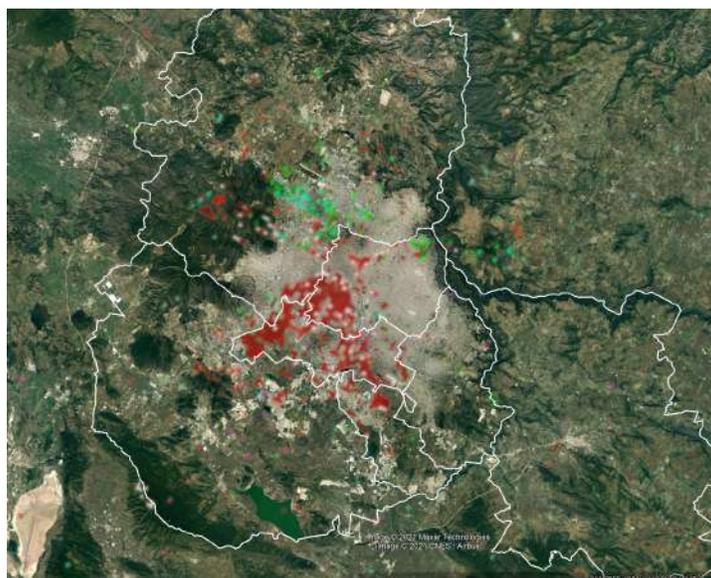


Figura 6: Datos del radar Doppler, análisis de reflectividad. Datos obtenidos a las 19:09 horas GTM-6 del 18 de enero, 2021.

vancia, a partir de las 16:28 se registraron las primeras localizadas a lo largo de todo el municipio de Guadalajara. Sin embargo, estas tormentas aisladas fueron de poco interés hasta las 17:13 horas específicamente en la zona minerva del municipio de Guadalajara. En base a la escala de colores al tipo de lluvia, las lluvias presentadas en la tarde noche del día 18 de enero corresponden a

- Guadalajara - Fuerte
- Zapopan - Ligera
- El Salto - dispersa moderada-fuerte
- Tlaquepaque - Fuerte

El día 20 de enero se presentó precipitación sobre los municipios de Guadalajara, Tonalá, Tlaquepaque y específicamente en Tlajomulco. Durante la tarde del 20 de enero, alrededor de las 17 horas se presentaron lluvias dispersas ligeras-moderadas de poca durabilidad.

En el municipio de Tlajomulco fue donde se localizó una mayor actividad de precipitaciones, aunque basados en el diagrama de reflectividad, fueron moderadas a fuertes (amarillo y naranja). La actividad observada en Tlajomulco fue claramente observada durante las 19:36 hasta las 19:51 horas.

4.2. Análisis de Reflectividad: Febrero

Basados en el conteo mensual, no se registraron precipitaciones en febrero.

4.3. Análisis de Reflectividad: Marzo

De igual manera y basados en el conteo mensual, no se registraron precipitaciones en marzo.

4.4. Análisis de Reflectividad: Abril

La única lluvia registrada del mes fue el **día 4**. Durante la noche, se registró lluvia en Zapotlanejo y Tototlán hacia el sureste. También se registró lluvia en Tlaquepaque hacia el oeste.

4.5. Análisis de Reflectividad: Mayo

El día 6 de mayo se presentaron escasa actividad meteorológica. En la noche se presentaron lluvias en las áreas de paseo de cañadas, El Salto y puerta de hierro en la zona metropolitana. Las tres tormentas llegaron a la clasificación de intensas en su momento máximo. La tormenta de mayor duración fue en la ocurrida en paseo de cañadas, también fue la que mayor desplazamiento presentó. Después de 20 minutos se desplazó en dirección noroeste hasta llegar a Tonalá, donde se desvaneció.

El día 7 de mayo Se presentó una lluvia ligera durante la madrugada sin eventos importantes.

El día 8 de mayo se presentaron lluvias ligeras. En específico durante la noche alrededor de las 8:00 de la noche. Se presentaron primero en Ciudad del Sol y pos-

teriormente en Tlaquepaque. Ambas lluvias fueron de corta duración y ligeras. La única que presentó movimiento fue la lluvia sobre Ciudad del Sol que se desplazó ligeramente en dirección sureste.

El día 9 de mayo se presentaron lluvias ligeras por la madrugada y por la noche. La lluvia ligera de larga duración se presentó sobre el municipio de el Salto y tenía una dirección sureste alrededor de la 1:10 a.m.. Sobre el municipio de Tlaquepaque cayó una llovizna ligera que presentó un movimiento en dirección oeste.

El día 10 de mayo se presentó una lluvia ligera de corta duración sobre el municipio de Tlaquepaque. No presentó movimientos significativos.

El día 11 de mayo se presentó una llovizna y lluvia ligera por una zona muy amplia mostrada en la figura 7.



Figura 7: Precipitación en una región muy amplia sobre la zona metropolitana de Guadalajara.

Se presentó una lluvia intensa sobre el municipio de El Salto, la cual se movió en dirección noroeste.

El día 13 de mayo se presentó una lluvia intensa alrededor de las 6 : 00 *a.m.* con la característica de estar rodeada por una región de lluvia moderada y una amplia región de lluvia ligera o llovizna. Este comportamiento se muestra en la figura 8

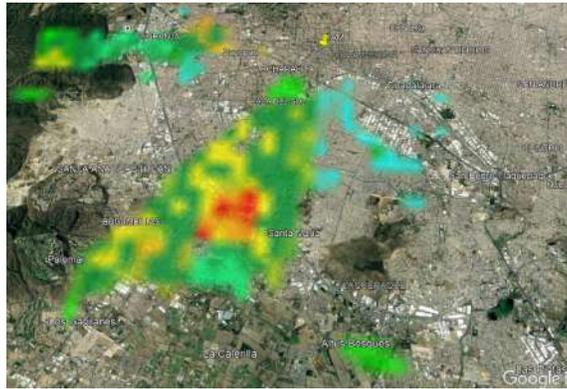


Figura 8: Precipitación del día 13 de mayo de 2021

El día 14 de mayo se presentó una lluvia intensa alrededor de las 4 : 00 *a.m.* que comenzó en las localidades de Santa Anita y Los Gavilanes que tuvo un crecimiento y movimiento hacia el noroeste que la llevó a cubrir zonas del área metropolitana como Tlaquepaque. Este evento se muestra en la figura 9



Figura 9: Precipitación del día 14 de mayo de 2021

El día 15 de mayo se presentó una fuerte actividad meteorológica con algunas regiones de tormenta eléctrica cerca de Tlaquepaque y zona industrial en el área metropolitana. Una tormenta de larga duración y una dirección promedio hacia el este. La página *El tráfico ZMG* reporta inundaciones en algunas calles de la zona metropolitana [Ibarra, 2021]. El radar muestra la imagen 10.



Figura 10: Precipitación del día 15 de mayo de 2021

Luego, alrededor de la 1 de la tarde, se presentó una precipitación sobre Guadalajara con lluvia moderada de larga duración y un área de cobertura amplia.

4.6. Análisis de Reflectividad: Junio

El día primero de junio de 2021 se previeron lluvias ligeras en la Zona Metropolitana, según el comunicado [Solis, 2021] del IAM en la revista *El Debate MX*. Basados en el análisis de reflectividad, durante la noche se registraron lluvias de baja intensidad en Tlaquepaque, Guadalajara y Zapopan.

Para el día 2 de junio se registraron lluvias dispersas a lo largo del día con precipitaciones significativas principalmente en el área sur de la ZMG, que corresponde a los municipios de Tonalá, el Salto y Zapotlanejo.

Para el día 3 de junio se registraron lluvias ligeras durante la tarde y madrugada. Durante la tarde, aproximadamente 6 p.m, se registraron lluvias de mayor intensidad fuerte, en el municipio de Zapopan, las cuales se extendieron hacia el sur de la ZMG, perdiendo intensidad.

Para el día 4 de junio y durante las horas de la madrugada, aproximadamente 2 a.m, se registraron fuertes lluvias en el municipio de Tlajomulco, las mismas que se



Figura 11: Datos del radar Doppler, análisis de reflectividad. 1 de junio 2021.

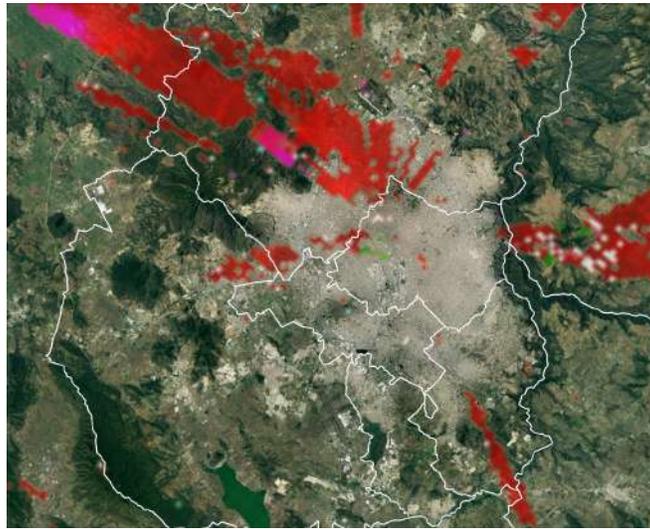


Figura 12: Datos del radar Doppler, análisis de reflectividad. 3 de junio 2021.

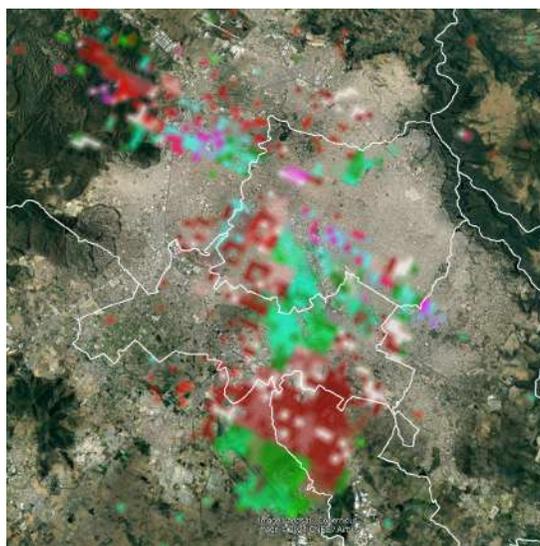


Figura 13: Datos del radar Doppler, análisis de reflectividad. 6 de junio 2021.

dispersaron hacia el sur del estado durante las próximas 3 horas.

Para el día 5 de junio se registraron lluvias moderadas y fuertes a partir de las 6 de la tarde, abarcando diversos municipios como Zapopan, Guadalajara y Tlaquepaque. Después de un par de horas, las precipitaciones comenzaron de nuevo, con menos intensidad a las 23 horas.

Para el día 6 de junio se registraron fuertes lluvias en la zona del Aeropuerto desde las tempranas horas de la mañana. A partir de las 7 a.m., se detectaron tormentas fuertes en el municipio de Tlajomulco, Tlaquepaque y Tonalá. Con pequeñas precipitaciones en el municipio de Guadalajara. Como se muestra en la figura 15. Con lluvias leves moderadas por la tarde, es decir, de 5 a 6 de la tarde.

Para el día 7 de junio las lluvias comenzaron únicamente desde las 2 de la madrugada. Como se muestra en la figura 16, la intensidad de la precipitación fue alta. La tormenta abarcó los municipios de Tlajomulco, Tlaquepaque, Zapopan y Guadalajara.

Para el día 8 de junio se registraron ligeras lluvias en Tlaquepaque durante la

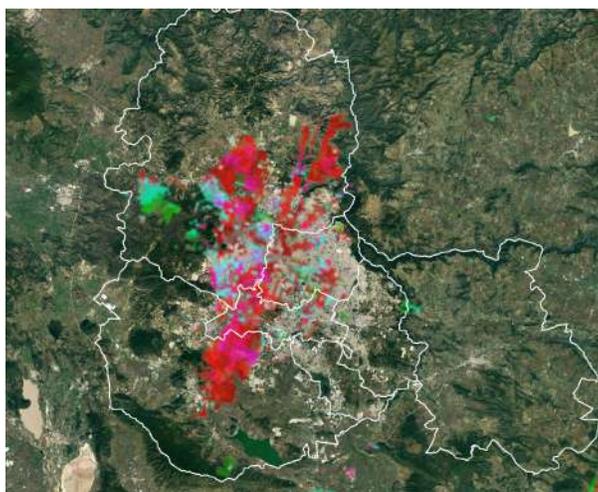


Figura 14: Datos del radar Doppler, análisis de reflectividad. 7 de junio 2021.

madrugada. De 2 a.m a 3 p.m.

Para el día 13 de junio la intensidad de las lluvias fue de fuerte a granizo, principalmente en la zona norte del municipio de Zapopan. Este evento ocurrió a las 6 p.m de la tarde. El granizo fue visible en partes del municipio de Tlajomulco, Zapopan y Guadalajara.

El día 14 de junio las lluvias con tuvieron intervalos de chubascos en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG). Se registraron lluvias ligeras, sin embargo, la más significativa comenzó a las 12 a.m, abarcó Zapopan y Tonalá.

El día 15 de junio se puede explicar en dos formas: lluvias fuertes pero aisladas en Zapopan y una tormenta extensa pero ligera en Tlajomulco.

El día 19 de junio se registraron lluvias por la tarde, desde las 3 p.m., en Tlaquepaque y Tonalá, basado en el análisis de reflectividad de ese día. Mientras que en la noche solo se registraron lluvias ligeras sobre Zapopan.

El día 21 de junio se registraron lluvias en tres municipios, Zapopan, Guadalajara y Tlaquepaque. Las más significativas se localizaron en la zona Minerva del segundo municipio mencionado, durante la tarde.

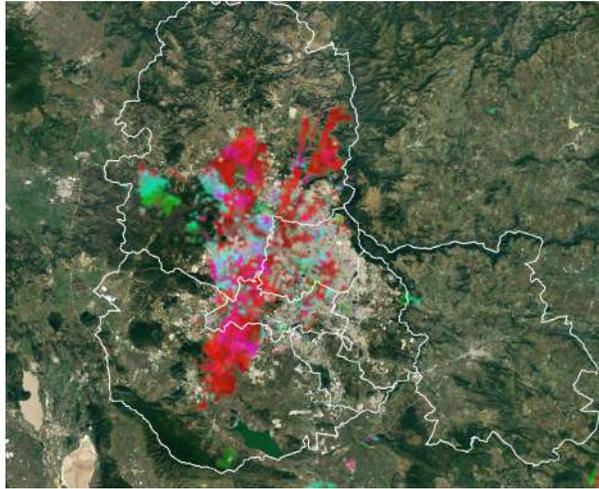


Figura 15: Datos del radar Doppler, análisis de reflectividad. 13 de junio 2021.

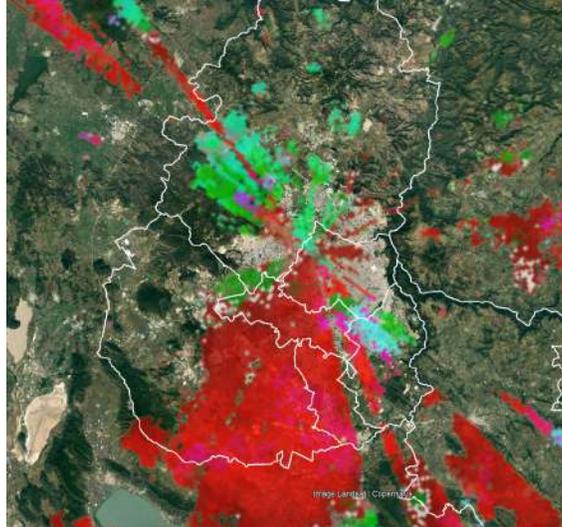


Figura 16: Datos del radar Doppler, análisis de reflectividad. 22 de junio 2021.

El día 22 de junio también se registró precipitación sobre al área metropolitana de la ciudad de Guadalajara, la cual tuvo una presencia significativa durante la tarde. Como se muestra en la figura 18, es evidente tormentas fuertes y de gran extensión sobre Tlajomulco, Tlaquepaque, El Salto, Zona Minerva en el municipio de Guadalajara, y lluvias ligeras sobre Zapopan y Tonalá. Según el reporte del *El Universal*: "pronostica que en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) y el Centro de Jalisco se tendrán chubascos con lluvias puntuales fuertes este martes 22 de junio".

También se prevé ambiente cálido con temperaturas máximas que irán de los 27 a los 29 grados y temperaturas mínimas entre los 15 y 17 grados."

Se prevén rachas de viento de 50 a 60 km/h.

El día 23 de junio fue un día de mucha actividad. Con lluvias ligeras y dispersas sobre todos los municipios durante la tarde, comenzando a las 7 p.m., aminorando su intensidad sobre la zona Olímpica, hasta extenderse más tarde hacia Tlajomulco con pixeles rojos.

Nuevamente **el día 24 de junio** tuvo precipitaciones considerables durante la noche, alrededor de las 23 horas, las cuales se localizaron sobre Tlajomulco, Tonalá y Tlaquepaque. Dichas tormentas fueron de moderada a fuerte.

Así mismo, **el día 25 de junio** tuvo también actividad. Según el comunicado previo, el Instituto de Astronomía y Meteorología (IAM) señaló que este día en la ZMG se tendría cielo con nubes y sol, así como probabilidad de lluvia a finales de la tarde. Las lluvias comenzaron a las 22 horas.

el día 26 de junio tuvo una más alta actividad por la presencia de un huracán, según el comunicado donde se menciona que el huracán "Enrique" presenta vientos de 140 km/h y rachas de 155 km/h frente a las costas de Jalisco, por lo que se presentaron lluvias intensas en esta zona, incluyendo la ZMG. Se tuvo lluvias con intervalos de chubascos, la tarde-noche de este sábado 26 de junio.

Para el domingo **27 de junio** se esperó lluvias con intervalos de chubascos en la Zona

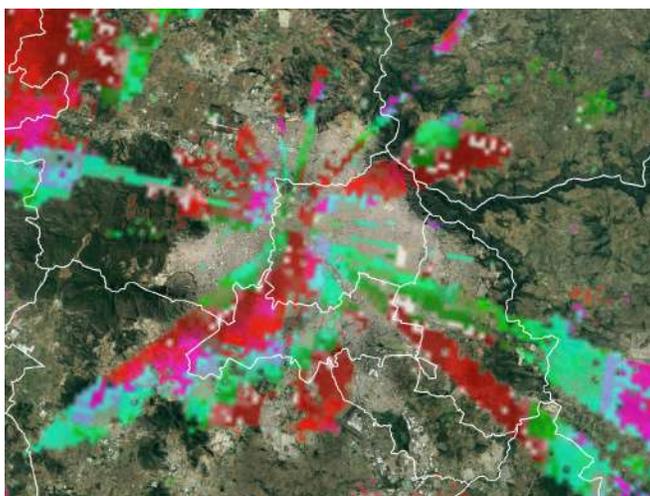


Figura 17: Datos del radar Doppler, análisis de reflectividad. 27 de junio 2021.

Metropolitana de Guadalajara (ZMG) y el Centro de Jalisco. Basados en el análisis de reflectividad, se percibió lluvias de relevancia sobre Tlaquepaque, La Barranca, y a lo largo del municipio de Tonalá.

El día 28 de junio comenzó con tormentas fuertes en el sur de la zona metropolitana de Guadalajara, en Tlajomulco y El Salto. Presencia de granizo desde las 00:00 horas. Después de una tarde despejada, las lluvias retomaron lugar, esta vez durante la noche, a partir de las 21 horas.

4.7. Análisis de Reflectividad: Julio

El mes de Julio fue un mes con una actividad meteorológica bastante activa, con precipitaciones casi a diario y una intensidad moderada, principalmente provenientes de Tlajomulco, Zapotlanejo y Zapopan, sobre todo en las áreas que presentaban en su relieve algún tipo de elevación como lo puede ser el bosque de la primavera

1 Julio El primer día del mes se registro una actividad abundante comenzando desde la madrugada, con lluvias fuertes en la zona de la barranca las cuales posteriormente comenzaron a calmarse y cesaron finalmente a las 02:30 hrs. Posteriormente le siguió

otra tormenta un par de horas después que cubrió la zona de Tlaquepaque y se movió en dirección hacia Tlajomulco pero debilitándose en el camino y finalizando a las 07:00

En la tarde Zapopan se nubló y comenzó una precipitación durante la tarde, la cual fue moderada y cubrió el área límite entre Zapopan con Guadalajara y Tlaquepaque, empezando en puerta de hierro y finalizando en el parque metropolitano.

La noche no fue diferente y se presentaron varias precipitaciones en varias zonas de la zona metropolitana pero todas al este de la misma, y siguiendo un movimiento constante hacia Tlajomulco hasta la media noche.

2 de julio Presencia de lluvias en 4 momentos del día con una presencia dominante en los lados sur y este de la zona metropolitana. La lluvia del día anterior continúa durante un par de horas, durante la mañana se registra otro par de horas con presencia de lluvia moderadas siendo un poco más intensas en la parte sur cerca de Tlajomulco.

Después de las 4 de la tarde hubo mucha actividad meteorológica en toda la ZMG con algunos instantes de cese, pero en general con lluvia de intensidad moderada con algunos puntos de mayor y menor intensidad.

3 de julio Presencia de lluvias visiblemente menos frecuentes que los 2 días anteriores pero con intensidades más altas comenzamos el día con una precipitación en la madrugada que cubrió gran parte de la ZMG aunque tuvo una duración de un par de horas. Sobre el medio día se hizo presencia una vez más pero con una focalización sobre la zona centro-sureste que se dispersó llegando rápidamente llegando a Tlajomulco

por la tarde hubo una pequeña lluvia flash en Tlajomulco de gran intensidad pero poca duración.

4 de julio Sin registro de lluvia

5 de julio Durante este día se registraron 2 precipitación, ambas en horario nocturno

comenzando la primera cerca de la media noche y terminando poco antes de las 02:30. La otra precipitación comenzó en la noche cerca de las 22:00 y termino antes de la media noche, ambas precipitaciones tuvieron interacción en la parte noroeste de la ZMG en el lado de Zapopan

6 de julio Durante este día no se presento una actividad meteorológica rigurosa, teniendo una única precipitación en el centro de la ZMG en el limite con Tlaquepaque con una intensidad fuerte y posible presencia de granizo de la 01:30 a las 02:30

7 de julio Durante este día se registraron varias precipitaciones, destacando 2 con intensidad moderada en la madrugada y la noche la zona de Zapopan. Teniendo algunas otras precipitaciones muy leves a lo largo del día

08 de julio Durante el día se registraron precipitaciones de intensidad moderada leve y 2 con una intensidad moderada-fuerte siendo en su mayoría en la zona de Zapopan, siendo las mas intensas en la madrugada y en la noche, esta ultima con probabilidad de granizo.

9 de julio Durante el día se registraron 2 precipitaciones de intensidad moderada fuerte, teniendo como horario la madrugada y la noche, siendo la madrugada la mas intensa con cierta probabilidad de granizo durante las 00:00 y calmándose hasta las 09:00

10 de Julio Durante este día se registraron varias precipitaciones en distintas zonas de la ZMG teniendo una fuerte presencia en la tarde hasta la noche con muy breves intervalos.

11 de julio Durante este día se presentaron diversas precipitaciones con el mismo patrón que se ha visto teniendo su actividad en las horas nocturnas, después de las 00:00 y antes de las 7:00 y después de las 20:00.

12 de julio durante este día se presento una ligera anomalía con una precipitación bastante larga de duración empezando desde la madrugada y terminando en la tarde que cubrió gran parte de la ZMG, además presento una precipitación al anochecer

13 de julio Durante este día se presentaron las precipitaciones habituales en el horario nocturno pero se presentó una intensidad bastante alta con posible granizo

14 de julio Durante este día se presentó 2 lluvias significativas, una en la madrugada que terminó hasta medio día y de la cual tuvo una intensidad fuerte en la madrugada y fue disminuyendo con el paso del tiempo. Y otra en la noche en la parte de Zapopan de intensidad moderada. Estos eventos ocasionaron daños y afectaciones en el municipio de Tlajomulco

15 de julio Durante este día se registró una actividad meteorológica estándar, con precipitaciones que siguen la tendencia, con lluvias en la madrugada y la noche, siendo la excepción una precipitación en Zapotlanejo por la mañana

16 de julio Este día se registró una actividad meteorológica bastante intensa con lluvias en la mayor parte del día y la noche, de forma generalizada en la ZMG y condicionado un poco por el huracán Felicia y que provocó inundaciones y daños en la zona oriente de la ciudad

17 de julio Este día no se pudo registrar debido a problemas con la toma de datos.

18 de julio Este día se registró una actividad meteorológica estándar con lluvias en la noche y la madrugada de intensidad moderada-fuerte en gran parte de la ZMG por la madrugada y en la zona este y sur durante la noche.

19 de julio En este día se registró la misma tendencia meteorológica con lluvias intensas en la madrugada y la noche, empezando ambas en Zapotlanejo y extendiéndose a la demás ZMG.

20 de julio Este día se mostró una inusual falta de actividad meteorológica, siendo la única presente la precipitación formada desde el día anterior y que solo representa una hora del tiempo del día.

21 de julio Este día presentó otra inusual falta de actividad meteorológica teniendo una actividad en horario matutino de 08:00 a 14:00 y ausentando actividad en el horario nocturno

22 de julio En este día se se registro una actividad meteorológica estándar con lluvias en la madrugada y noche, teniendo esta ultima un inicio mas temprano de la tendencia hasta el momento iniciando a las 19:00 y hasta el fin del día.

23 de julio En este día se registro una actividad meteorológica estándar con lluvias en la noche y la madrugada, teniendo una intensidad moderada.

24 de julio En este día se registro una actividad meteorológica que sigue la tendencia con lluvias en la madrugada y en la noche, esta ultima empezando a las 19:00 y teniendo una actividad moderada fuerte

25 de julio En este día se presento una falla en la tendencia teniendo lluvias en la noche y la tarde pero careciendo de ellas en la madrugada, empezando la primera a las 12:00 en Zapotlanejo y moviéndose hacia el sur. La precipitación de la noche mostró una intensidad moderada fuerte y comenzó poco antes del final del día.

26 de julio En este día se registraron tormentas ya entrada la noche comenzando la primera a las 00:00 con intensidad fuerte y terminando a las 05:30 y con lluvias en la madrugada sobre el final del día en la parte norte de la ZMG

27 de julio En este día se registraron 3 lluvias en el horario de la noche y la madrugada, este ultimo empezando desde el día anterior y terminando un par de horas después, para posteriormente precipitarse en Zapopan a las 06:00 otra lluvia de fuerte intensidad que rápidamente se expandió por toda la ZMG y cesó empezando la tarde a la 13:00 Finalizando con una pequeña precipitación sobre el final del día

28 de julio En este día se registraron varias precipitaciones de poca duración a lo largo de la ZMG focalizando en Zapopan, Zapotlanejo y Tlajomulco. Dichas precipitaciones no tuvieron una duración extendida pero se presentaron de manera reiterada durante algunas horas, sobre todo en la noche.

29 de julio En este día se presentaron 3 precipitaciones, 2 siguiendo la tendencia noche madrugada y la ultima formándose en la tarde enfocada en Tlajomulco y de intensidad moderada.

30 de julio Este día presento 2 precipitaciones, una en la madrugada producto del día anterior y otra por la mañana enfocada en Tlajomulco, de intensidad moderada-fuerte y cesando antes del medio día

31 de Julio En este día se presentaron algunas precipitaciones a lo largo de la ZMG, 2 por la madrugada con una intensidad fuerte y moderada-fuerte, y la ultima siendo repentina y de corta duración por la mañana.

4.8. Análisis de Reflectividad: Agosto

1 de Agosto. Hubo registro de actividad en la zona industrial de la ciudad, sureste y Noroeste desde las 00:00 hasta las 6:00 horas, sin embargo, se incremento la precipitación en la zona a las 7:30 de la mañana incrementándose en la zona noroeste de la ciudad, específicamente en le municipio de Zapopan, finalmente la lluvia salio de la zona metropolitana hacia la zona Noroeste. Se registraron pequeñas precipitaciones durante la tarde y tarde-noche en la zona centro.

2 de Agosto. Presencia de precipitaciones en la zona suroeste, oeste y este (Tonalá) de la ZMG desde las 3:00 a.m. hasta las 5:30 de la mañana, posteriormente se incrementa de manera significativa en el noreste, sureste y este de la ciudad dispersándose hacia el sur y Noroeste de la ZMG. Aproximadamente lluvia cesa a las 10:30 a.m. Se registraron pequeñas precipitaciones durante la tarde y tarde-noche en la zona centro.

3 de Agosto. Lluvia intensa en Zapopan, oeste de Tlaquepaque y zona industrial de Guadalajara desde las 00:00 a.m. hasta las 8:30 a.m. Es importante mencionar que estuvo fluctuando habiendo un decremento entre las 00:00 a.m. hasta las 3:00 a.m. y volviendo a incrementar hasta las 5:00 a.m. aproximadamente, después hubo un decremento hasta que cesaron precipitaciones intensas. Volvió a llover intensamente en zona Noroeste de Guadalajara y Zapopan a partir de las 10:00 a.m. hasta la 1 p.m.. Precipitaciones leves durante la tarde a partir de la 1 p.m. en la zona noreste de Guadalajara. Durante la noche entre 10: y 11:59 lluvia ligera este de Tlaquepaque.

4 de Agosto. Desde las 00:00 a.m. lluvia intensa en Tlajomulco de Zúñiga y centro de Zapopan, posteriormente se extiende a zona este de Guadalajara. Lluvia se dispersa hacia el Suroeste de la ZMG. Hacia las 6:30 a.m. cesaron significativamente las precipitaciones en Tlajomulco, pero en Zapopan continuaron hasta la tarde, dispersándose hacia el Noroeste aproximadamente hacia las 2 p.m.. Leves precipitaciones en la zona centro y norte de Guadalajara durante la tarde. Hacia las 11 p.m. lluvia intensa en municipio de Tlaquepaque.

5 de Agosto.

Lluvia intensa en Tlaquepaque y centro de Guadalajara desde las 00:00 a.m. hasta las 3 a.m.. Desde las 3 a.m. la lluvia se traslada hacia el municipio de Zapopan. Hacia las 10 a.m. la lluvia de Zapopan disminuyo considerablemente y empezó una leve precipitación en zona centro de Guadalajara. Ligeras precipitaciones en la zona norte de Guadalajara durante la tarde y lluvia intensa en Tonalá. Hacia las 8 p.m. hasta terminar el día, lluvia en Tlaquepaque y zona industrial de Guadalajara.

6 de Agosto. Lluvia moderada en Tlajomulco con momentos de intensidad fuerte que empieza en la madrugada y termina antes del medio día. Posteriormente hubo una precipitación de intensidad fuerte en la parte noroeste, enfocado en Zapopan poco antes del fin del día.

7 de Agosto. Lluvia moderada en zona norte de Guadalajara y centro de Tlaquepaque desde las 00:00 a.m. hasta las 00:30 a.m. aproximadamente, misma precipitación se traslado hacia la zona noroeste de Guadalajara y municipio de Zapopan con una intensidad leve incrementándose durante el transcurso de la madrugada apareciendo a partir de las 3 a.m. con intensidad fuerte lluvia en la zona industrial de Guadalajara. Dichas precipitaciones cesaron a partir de las 8 a.m. estableciéndose lluvia leve en la zona norte del municipio de Guadalajara. Hacia las 6:30 p.m. se dio un incremento súbito de lluvias en la zona norte de Guadalajara, mismas que cesaron en pocos minutos, sin actividad relevante el resto del día.

8 de Agosto En este día se presentaron varias precipitaciones comenzando en Zapopan por la madrugada con una intensidad moderada fuerte y desplazándose hacia

el sureste cerca de Tlajomulco, El Salto y Tlaquepaque, para posteriormente cesar antes de las 05:00 Por la noche se precipitaron varias nubes en la parte oriente de la ZMG con intensidades fuertes aunque rápidamente bajaron de intensidad antes del fin del día.

9 de Agosto En este día se registraron varias precipitaciones en la madrugada y por la noche, siendo la primera una tormenta originada en Zapopan de intensidad moderada fuerte de poca duración, y siendo la lluvia por la noche otra precipitación fuerte originaria en Zapotlanejo la cual se dirigió al oeste antes de acabarse el día.

10 de Agosto Precipitación leve y moderada en Tlaquepaque y zona industrial de Guadalajara desde las 00:00 a.m., misma que se incremento durante los primeros 30 minutos extendiéndose hacia el centro y norte de Guadalajara. Dicha preposición salio de la ZMG hacia el noroeste entre las 2-3 a.m. incrementándose la intensidad en la zona norte de Zapopan. Hacia las 7 a.m. lluvia intensa en Tlajomulco de Zúñiga misma que salio dentro de la primera hora hacia el sur de la ZMG. Durante la noche aproximadamente 21:00 se reporta leve lluvia en zona industrial de Guadalajara.

11 de agosto Lluvia leve en Tlajomulco de Zúñiga desde las 00:00 a.m. misma que se dirige hacia el este en los primeros minutos del día. Sin actividad durante la madrugada hasta las 5 a.m. en el municipio de Zapopan donde se observa lluvia ligera misma que se mantuvo hasta las 11 a.m. aproximadamente. Durante la noche 20-23 p.m. se reporta lluvia moderada en la zona este y noroeste de Guadalajara.

12 de Agosto En este día se presentaron pocas precipitaciones, siendo la primera un vestigio del día anterior de intensidad leve por la zona de Zapopan y cesando poco antes de la 01:00 y la segunda presentándose poco antes del final del día en las zonas de Zapopan y El Salto, ambas de intensidad moderada-leve

13 de Agosto En este día se presentaron diversas precipitaciones a lo largo del día siendo la primera un remanente del día anterior, una de intensidad fuerte por la zona del bosque de la primavera y otra de El Salto con rumbo hacia Zapopan. que terminaron poco antes de la 01:30 Les prosiguió una pequeña tormenta de intensidad moderada por la zona de Tesistán, Zapopan que cesó al poco tiempo Por el medio

día se precipito un evento en Tlajomulco de intensidad moderada que duro un par de horas Por la noche se presento otra precipitación por Zapotlanejo y al poco tiempo hizo aparición otra por la zona del bosque en Zapopan y se mueven hacia Guadalajara

14 de Agosto En este día se presentaron varias precipitaciones intensas, siendo la primera un residuo del día anterior que precipito en Guadalajara y Tlaquepaque de manera intensa y posteriormente moviéndose hacia el noroeste bajando la intensidad en la zona central de la ZMG pero manteniendo focos de alta intensidad a lo largo de su camino hasta por fin salir a las 04:00 Posteriormente se precipitaron varias de intensidad moderada en Tlajomulco y Zapotlanejo que no duraron mucho.

15 de Agosto Empezando el día con leves precipitaciones en la zona centro de Guadalajara, mismas que viajan lentamente hacia el sur. Se mantienen dichas precipitaciones toda la madrugada hasta las 4 a.m. en donde se reporta lluvia intensa en la zona noroeste de Guadalajara y todo el municipio de Zapopan misma precipitación que se desplaza hacia el noroeste de la ZMG, saliendo de esta en los primeros 30 minutos. Leves precipitaciones en el norte y sur de Guadalajara durante toda la mañana hasta el medio día donde cesa toda actividad. Posteriormente alrededor de la 17 p.m. se reporta lluvia moderada en norte de Guadalajara, cerca de la barranca de Huentitán misma precipitación que se mantiene durante la noche, siendo que disminuye la intensidad en dicha zona, pero comienza otra precipitación intensa en la zona sur de Guadalajara la cual se mantiene el resto del día siguiendo una tendencia hacia el Este de la ZMG.

16 de Agosto En este día se registro varios eventos meteorológicos comenzando por la madrugada donde a las 00:00 se encontraba una tormenta de intensidad fuerte en la zona de Tonalá la cual se fue moviendo hacia el oeste pasando por Tlaquepaque donde se registro otra tormenta de intensidad moderada-fuerte y así mismo por Zapopan hasta por fin salir de la ZMG Posteriormente antes de la mitad del día se precipitaron 2 tormentas de intensidad moderada en Guadalajara y Zapotlanejo y bajando su intensidad conforme transcurre el tiempo hasta desvanecerse a las 16:00

17 de Agosto Precipitaciones leves durante toda la madrugada principalmente en

la zonas del noroeste de Guadalajara, municipios de Zapopan y Tlajomulco, así como la zona industrial de Guadalajara. Estas a partir de las primeras horas del día siguen una tendencia hacia el norte de la ciudad, hacia las 3 a.m. toda la zona norte de Guadalajara tiene precipitaciones leves mismas que no se propagan hacia otra zona, sino que en terminan disminuyendo su intensidad en la zona de Huentitán y centro de Zapopan hacia la 6 a.m.. Sin actividad relevante el resto de la mañana. Hacia la 13 p.m. empieza a haber precipitaciones moderadas en la zona norte de la ZMG y Tlajomulco, mismas que desembocaron en la presencia de una lluvia fuerte en los municipios de Zapopan, Guadalajara, Tlajomulco y parte de Tlaquepaque durante las 14 p.m. hasta las 16:30 p.m., misma que tiene una propagación completamente desde el noroeste de la ciudad hacia el sur saliendo misma lluvia terminando en Chapala. Reinician las precipitaciones en la zona industrial de Guadalajara la cual se incrementa hasta ir al norte de Guadalajara concluyendo el día con una lluvia moderada en la zona norte de la ZMG.

18 de Agosto En este día se presentaron algunas tormentas en el mismo horario que muestra la tendencia siendo por la madrugada y la noche, esta primera siendo precipitada en puerta de hierro con una intensidad fuerte con zonas de intensidad leve, que después de un par de horas cesan. Y por ultimo se genero una en la noche en Zapotlanejo de intensidad moderada-fuerte que duro poco tiempo a la par que se genera otra en Zapopan de intensidad similar que disminuye con el tiempo

19 de Agosto En este día se registraron varias precipitaciones durante el transcurso de la madrugada y primeras horas del día. Siendo la primera un vestigio de la anterior y presentándose en Zapopan con una intensidad moderada y cesando poco tiempo después de comenzar el día. La segunda precipitación comienza en el sur, en el municipio de Tlajomulco con una intensidad fuerte que decae rápidamente y cesa poco después de una hora Se registro otra precipitación con inicio en Zapotlanejo a las 07:00 moviéndose hacia Guadalajara, tiempo antes de expandirse y moverse ligeramente hacia el norte mientras pierde intensidad y se desvanece un par de horas después. Este día no presenta precipitación en la noche

20 de Agosto En este día se presentaron pocas precipitaciones pero con una intensidad ligeramente fuerte empezando en la madrugada a la 01:00 en Zapopan cerca del bosque de la primavera, de corta duración y que rápidamente disminuye su tamaño antes de cesar. Posteriormente por la mañana a las 08:00 se precipitaron varias nubes a lo largo de la ZMG, todas con una intensidad moderadamente-fuerte y con un movimiento creciente hacia el suroeste y el noroeste cubriendo una área considerable para después disminuir su tamaño e intensidad y terminar desvaneciéndose antes del medio día.

21 de Agosto A partir de la 1:30 a.m. se empieza a reportar una lluvia fuerte si como en lo correspondiente a la barranca de Huentitán así como pequeñas precipitaciones al este de Guadalajara. Las anteriores se dirigen rápidamente hacia la zona noroeste de la ZMG siendo que desde las 2:30 ya salieron de la zona metropolitana. Es importante mencionar un decremento en la velocidad que lleva la precipitación después de salir de la ZMG, pues se mantiene un largo periodo de tiempo en la zona correspondiente a Tlaxiaco y Nuevo México. Posterior a esto a las 4 a.m. empieza lluvia leve en todo Guadalajara, Zapopan y parte de Tonalá, misma que se mantiene durante toda la mañana incrementándose en la zona norte de Guadalajara, desde un punto de vista general sigue con la misma intensidad en toda la zona metropolitana hasta las 16:00 p.m. que es cuando se logra apreciar un decremento significativo en esta característica. Sin embargo, sigue habiendo pequeñas precipitaciones sobre todo en la zona norte de la ZMG el resto del día.

22 de Agosto En este día se registraron algunas tormentas en distintos momentos del día siendo todas durante la noche, comenzando a las 03:00 en Tlaquepaque para poco después propagarse hacia Guadalajara, Zapopan y Tlajomulco, todas de intensidad leve y desvaneciéndose después de unas horas. Posteriormente se precipitaron algunas nubes en el área de Tlajomulco provenientes del lago de Chapala durante las 20:00, las cuales se expandieron y se movieron hacia el noroeste para finalmente salir de la ZMG después de unas horas. A lo que después le prosiguió otra precipitación en Tlajomulco la cual después de unos instantes sale de la ZMG por el sur en un movimiento rápido.

23 de Agosto En este día se presentaron diversas precipitaciones a lo largo del día, comenzando a la 01:00 con una pequeña tormenta ubicada entre Tlajomulco y El Salto, la cual tenía una intensidad media y tuvo una duración corta antes de cesar. Al poco tiempo se precipitaron varias nubes en varias partes de la ZMG, la cual se juntaron en Guadalajara y se expandieron hacia el sureste cubriendo todo Tlaquepaque, El Salto y gran parte de Tlajomulco aumentando su intensidad para después de unos momentos disminuir su tamaño y dirigirse al oeste, donde finalmente se disolvió. La mayor parte de la tarde se mantuvo libre de fenómenos. Para finalizar se precipitó una tormenta a las 11:00 con una intensidad moderada-fuerte en Zapotlanejo donde al poco tiempo se movería hacia el sur, a su vez una tormenta se precipitaría en Zapopan de intensidad moderada.

24 de Agosto Desde las 00:00 se reportan precipitaciones intensas en la zona este Tlajomulco, específicamente en lo correspondiente a Santa Cruz del Valle así como parte de Tlaquepaque. Misma lluvia se incrementa hacia el norte de la ZMG habiendo un incremento significativo abarcando todo el municipio de Tlaquepaque, sur de Guadalajara y todo Tlajomulco de Zúñiga. además se empieza a generar una tormenta en la zona norte de Guadalajara. Mismas precipitaciones de alta intensidad duran un aproximado de una hora y media desplazándose finalmente hacia el Noroeste de la ZMG. Hacia las 4:30 a.m. se empieza a aproximar una lluvia intensa desde el norte fuera de la ZMG, misma que se dispersa fuera de la misma, pero causa lluvias ligeras en el área correspondiente al oeste de Zapopan y centro de Guadalajara mismas que se mantienen durante el resto de la mañana y tarde bajando de intensidad progresivamente. Empieza a haber un cambio significativo a partir de las 19:00 p.m. donde se reportan lluvias fuertes de Tonalá, este de Guadalajara y centro de Tlaquepaque. Mismas precipitación desaparecen completamente alrededor de las 23:00 p.m..

25 de Agosto En este día se registraron pocas tormentas, y todas presentándose en el transcurso de la madrugada, siendo la primera un vestigio del día anterior la cual rápidamente se desvaneció poco tiempo después de empezar el día. Al poco tiempo a las 02:00 se precipitó una nube sobre Zapotlanejo con una intensidad fuerte, la cual rápidamente se desplazó hacia el oeste en dirección hacia Zapopan

donde permanecería un rato antes de comenzar a perder intensidad y volumen para finalmente cesar a las 06:00 Después de esto el día transcurrió sin ninguna tormenta significativa.

26 de Agosto Durante este día se registraron poca actividad meteorológica, teniendo pocas sino nulas tormentas a lo largo del día a excepción de una breve tormenta con inicio a las 03:00 en Tlajomulco, alcanzando una intensidad moderada-fuerte la cual rápidamente tomo rumbo hacia el noreste donde después de una hora saldría de la zona metropolitana antes de desvanecerse y prosiguiendo el día sin ningún tipo de tormenta **27 de Agosto** Sin reportes de precipitaciones durante este día.

28 de Agosto Durante este día se presentaron numerosas tormentas a lo largo del tiempo aunque muchas de estas con una intensidad de moderada a leve siendo la primera precipitación la ocurrida a la 01:00 en los municipios de Tlaquepaque y Tlajomulco con una duración de una hora y una intensidad muy leve. Paso a seguirle una tormenta que se presento en los municipios de Guadalajara, Tonalá y Tlaquepaque, con una intensidad leve y la cual al par de horas se desvaneció. Después paso a precipitarse una nube en Guadalajara a las 06:00 con una intensidad muy leve, la cual comenzó a rotar sobre Guadalajara un poco antes de desvanecerse a las 10:00 Prosiguió una tormenta en la frontera de Tlajomulco y El Salto la cual se extendió un poco antes de desvanecerse y tuvo una intensidad leve. Posteriormente se formo una tormenta de intensidad leve en Guadalajara que comenzó a extenderse sobre el área metropolitana a las 15:00 hasta las 18:00 donde termino disminuyendo su tamaño y finalmente cesando. Para finalizar se formo una tormenta moderada a lo largo de la ZMG a las 21:00 la cual comienza a movilizarse hacia el noroeste en dirección a Zapopan hasta el final del día.

Este comportamiento lleno de pequeñas lluvias pudo deberse a la influencia del huracán Nora el cual toco tierra el 28 de agosto.

29 de Agosto Desde las 00:00 a.m. se reporta actividad en el municipio de Zapopan, tratándose de una lluvia moderada. Durante el transcurso de la madrugada la misma se mueve hacia el sur, aumentando la intensidad, siendo cubiertas casi en su totalidad

la zona oeste de la ZMG, termina desembocando estas en el sur de la ZMG hacia las 2:30 a.m.. Quedan remanentes de lluvia ligera en estas zonas pero en el transcurso de la mañana desaparecen. Hacia las 11:00 a.m. ya no hay precipitaciones significativas. En la tarde noche, aproximadamente entre las 19:00- 20:00 p.m. se reinician las precipitaciones en el municipio de Zapopan y zona industrial de Guadalajara, dichas precipitaciones se mantienen hasta terminar el día, pero disminuyen su intensidad progresivamente.

30 de Agosto No existen datos meteorológicos este día.

31 de Agosto No existen datos meteorológicos este día.

4.9. Análisis de Reflectividad: Septiembre

Para el mes de septiembre se obtuvieron los siguientes datos. Cabe recalcar que fue un mes de mucha actividad meteorológica ligera en la zona metropolitana de Guadalajara.

1 de Septiembre Se registraron 5 precipitaciones. A las 0:10 horas lluvia ligera sobre el sur de Zapopan. A la 1:20 horas en el norte de Guadalajara, desplazándose la lluvia ligera hacia el noreste, desapareciendo a las 2:40 horas. Otra precipitación se detectó en la terea, a las 13:38, incrementando aunque se puede considerar aún como lluvia ligera. Con una duración de 30 minutos aproximadamente. Nuevamente a las 15:00 horas, que se desplazó hacia el oeste del municipio de Guadalajara. Finalmente, por la tarde noche, a las 19:49 horas inicia en Zapopan centro y Tlaquepaque centro sur. Desapareciendo a las 21 horas.

2 de Septiembre

Se reportaron lluvias ligeras en el suroeste del municipio de Guadalajara, desde las primeras horas de la madrugada. Se desvía al noreste y cubre la zona del centro histórico, llegando al sur de Guadalajara y norte de Tlaquepaque. Durante la mañana, alrededor de las 9:00 horas, se detectó lluvia en Tonalá, en dirección al suroeste. Dicha lluvia fue moderada. Por las 9:39 cubre parte de Tlajomulco. Sobre las 10:25

se dispersa hasta terminar a las 10:48. Por último, se detectó lluvias en el sur de Guadalajara, a las 21:10 horas. Esta lluvia fue intensa. Con presencia de píxeles rojos.

3 de Septiembre

Basado en el registro, se tiene para el 3 de septiembre lluvia ligera durante la tarde y lluvia moderada en la tarde noche. Las dos primeras lluvias detectadas tuvieron lugar en el municipio de Zapopan y el sureste de Tlajomulco. A las 1:19 y 4:25 horas respectivamente. Las otras dos lluvias del día tomaron lugar a las 6:15 y a las 20:00, esta última perdiendo intensidad a las 22:40. Se extendió sobre centro y sur de Tlajomulco.

4 de Septiembre

El 4 de septiembre se registraron 2 lluvias moderadas, localizadas en el sur de Tlajomulco y el sur de Zapopan y el sur de Zapotlanejo. Durante la tarde y la noche, respectivamente.

5 de Septiembre

Lluvia moderada en Zapopan, desde las 00:00 horas, con intensidad moderada. Horas después, al amanecer, nuevamente lluvias pero esta vez sobre el municipio de Tonalá. Con dirección al sur de Tonalá.

6 de Septiembre

El día 6 se registraron 3 lluvias. La primera intensa en el noroeste de Tlaquepaque y centro de Zapotlanejo a las 0:49 horas. La segunda moderada sobre Tlajomulco, durante medianoche, por último durante las primeras horas de la mañana, 7 a.m, lluvia ligera sobre Tlajomulco. Con duración de 25 minutos.

7 de Septiembre

Lluvia moderada en el noroeste de Tlajomulco, a las 19:53 horas. Se dispersa a ligera a las 21:37. Lluvia ligera más tarde sobre el centro de Zapopan, a las 22:40 hasta las 23:46 p.m..

8 de Septiembre

Se registraron 3 lluvias este día. Las tres moderadas. Sobre Tlajomulco y Tlaquepaque en los horarios 1:30, 1:56 y finalmente 3:31.

9 de Septiembre

Se registró únicamente una lluvia moderada sobre el oeste de Zapotlanejo y al este de Tonalá. Durante las 22:45 horas y se dispersó hasta las 23:22, a lo largo de todo Tlaquepaque y sur de Guadalajara.

10 de Septiembre

Única lluvia sobre, ligera, sobre el oeste de Tlaquepaque, durante las primeras horas de la madrugada. Con duración de una hora. Disminuyó sin desplazarse significativamente.

13 de Septiembre

Para el 13 de septiembre, única lluvia, localizada al suroeste de Tlajomulco, igualmente durante la noche (22:24 horas). Esta lluvia fue moderada. Con duración de 40 minutos. No se registraron más lluvias este día.

14 de Septiembre

Lluvia moderada sobre el suroeste de Zapotlanejo, este de Tlajomulco y el noroeste de Zapopan en distintos horarios, ambas durante la madrugada, comenzando a las 0:45 horas hasta las 2:53 en el municipio de Zapopan. Durante las 18:00 horas nuevamente precipitación localizada en el sur de Zapopan, de baja intensidad.

16 de Septiembre

Se registra la primer lluvia fuerte del mes, en esta ocasión se localizó en el sur de Guadalajara a las 00:49 horas. Disminuyó a moderada a la 1:23, hasta desaparecer a la 1:43. A las 2:10 se detectó lluvia moderada al este de Tonalá. Con una duración de 40 minutos. Finalmente, lluvia moderada en el norte del municipio de Guadalajara. De 5:00 a 5:24 a.m..

17 de Septiembre

Se registraron 2 lluvias, la primera fue ligera y la segunda moderada. En el centro sur de Guadalajara, se notó un desplazamiento hacia el norte a las 12:20 horas. Durante la noche, alrededor de las 20:49 horas se notifica de otra precipitación sobre el centro de Zapopan.

18 de Septiembre

El 18 de septiembre tomó lugar otra de las lluvias fuertes del mes. Esta vez en el municipio de Tlajomulco. Como ya se ha visto, este municipio presenta mucha actividad meteorológica a lo largo del año. Esta lluvia intensa se presentó durante la madrugada, a la 1:47 a.m.. Otras dos lluvias durante la madrugada se notificaron: a las 4:15 y 5:33 sobre el sur de Tlajomulco y centro de Zapopan.

21 de Septiembre

Para el 21 de septiembre se observó actividad por lluvia moderada en el norte del municipio de Tlajomulco a las 1:26 a.m., duración de aproximadamente una hora.

22 de Septiembre

El día 22 están registradas 2 lluvias moderadas, una con inicio a las 0:25 horas en el centro de Zapopan, posteriormente se desplazó al oeste, dejando los límites de la ZMG antes de terminar a la 1:29 a.m., la segunda lluvia registrada tuvo lugar al sur de Tlajomulco, con inicio a las 8:20 a.m., a las 9:21 a.m. se desplazó a Tlaquepaque y a las 10:16 a.m. disminuyó su intensidad hasta desaparecer.

24 de Septiembre

El día 24 se registraron 2 lluvias fuertes, la primera al este de Zapopan, iniciando a las 21:27 horas y finalizando a las 22:19, la segunda comenzó a las 22:30, ubicada al suroeste de Zapopan, se desplazó al sur de Guadalajara a las 23:24 y se dispersó hasta cubrir Tlaquepaque, el suroeste y noroeste de Guadalajara, disminuyendo su intensidad a lluvia moderada en el proceso, para finalizar al día siguiente

25 de Septiembre

La lluvia del día anterior es ahora moderada y cubre Tlaquepaque y el suroeste de Guadalajara, continúa así hasta terminar a la 1:09 a.m.

26 de Septiembre

El día 26 se registró una lluvia moderada, ubicada en el centro de Zapopan a las 0:30 horas, y que finaliza a la 1:07, también se registró una lluvia fuerte al norte de Guadalajara con inicio a las 22:05, se desplazó al centro de Zapopan a las 22:46 y finalizó a las 23:30

27 de Septiembre

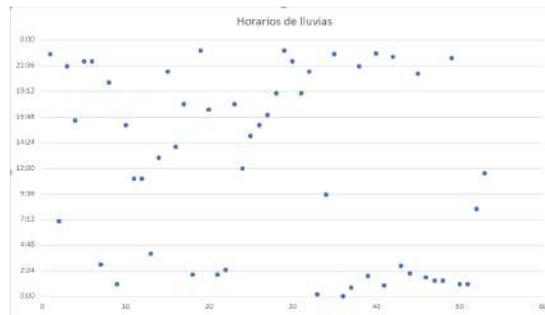
El 27 de septiembre se presentó una única lluvia, situada al oeste de Tlaquepaque con intensidad moderada, iniciando a las 8:10 p.m., y terminando a las 9:34 p.m.

30 de Septiembre

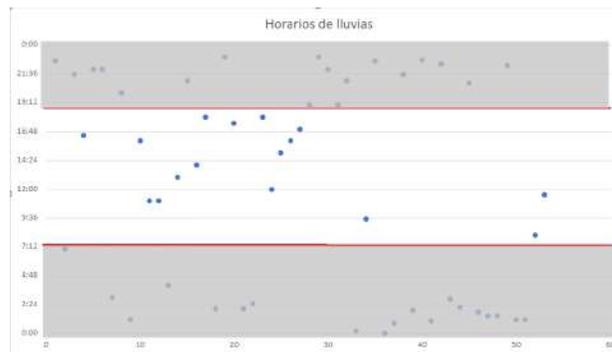
El día 30 se presentaron tres lluvias, en algún momento hubo lluvias simultaneas, la primera que se registró fué una lluvia fuerte a las 7:57 p.m., ubicada al centro de Tlaquepaque, luego se desplazó al noroeste de Tlajomulco, dispersandose un poco a las 9:06 p.m., para disminuir hasta desaparecer a las 9:47 p.m., la siguiente fué una lluvia moderada en el centro de Zapopan a las 8:42 p.m., la última fué una lluvia fuerte al sur de Tlajomulco, con inicio a las 9:14 p.m., luego se trasladó al centro de Tlaquepaque para posteriormente dispersarse y abarcar el centro y norte de Guadalajara a las 11:32 p.m., finalizando a las 11:47 p.m.

5. Resultados

¿Cual es la dinámica de las tormentas? ¿Se detecta algún patrón en su movimiento? ¿es característico de algún mes?, ¿son varios los patrones, cuantos?, ¿son repetitivos?, ¿periódicos? ¿están asociados a algún fenómeno meteorológico?



(a) Gráfica del horario de lluvias



(b) Gráfica de las lluvias en horario nocturno.

Figura 18: (a) Gráfica de los horarios de lluvias del año. (b) Gráfica de los horarios de lluvias del año donde se señala el horario nocturno.

Es posible observar que a lo largo del año, las tormentas suelen localizarse en el municipio de Zapopan, ya sea por su extensión o por alguna otra consecuencia. Incluso más que en el municipio de Tlajomulco (que también tiene una gran extensión).

La intensidad de las tormentas suelen ser moderada a fuerte. Correspondiente a los colores amarillos y rojo, aunque en días fuera del temporal de lluvias, suelen ser aisladas y ligeras (verde-amarillo).

Sí son característicos de un mes, este sería junio, pues aun no siendo el mes con mayor cantidad de lluvias, cuenta con el mayor número de tormentas registradas. Precisamente durante el mes de Junio se asocia dicho comportamiento tormentoso a la formación del huracán Enrique

¿En que horario se presentaron las tormentas en la ZMG y en que horarios se presentaron mayor cantidad de tormentas?

El horario en el que se presentaron mayor tormentas fue durante la noche y la madrugada, siendo así que la cantidad de lluvias que sucedieron durante la noche se acercan al doble de la cantidad de lluvias sucedidas durante el día. La figura 18 muestra una gráfica de la cantidad de lluvias por horario.

¿En que mes se presentaron más tormentas y en que horario?

Junio, julio, agosto y septiembre, los dos primeros representan el temporal de lluvias, y tanto agosto y septiembre son meses de actividad, aunque no igualan en intensidad a los meses anteriores.

¿En que municipios se presentaron más tormentas y en que horario? ¿Siempre es en ese horario?

Zapopan, Guadalajara y Tlajomulco son los municipios con mayor presencia de precipitación, y la mayor parte de las lluvias caen durante las noches y madrugadas.

¿En que mes y en que municipios se presentaron más tormentas con píxeles rojos y rosas? ¿en que horario? ¿Siempre es en ese horario?

A partir de los datos obtenidos se puede concluir que los meses con más tormentas fuertes son junio, julio y agosto. Las tormentas claramente fueron más intensas, incluso es del conocimiento popular que éste es precisamente el temporal de lluvias en la ciudad.

El número de días con lluvia se puede validar en el conteo de la tabla 1. Los municipios de mayor actividades, (curiosamente aquellos de más extensión territorial) fueron Zapopan y Tlajomulco. Estos dos municipios concentraron el mayor número de lluvias.

¿Las tormentas que se presentaron con píxeles rojos y rosas muestran algún patrón en su dinámica?

Se guían a aquellas zonas con mayor vientos y relieve menos accidentado. Pueden abarcar municipios completos, aquellos de menos extensión o pueden desplazarse y de esa manera abarcar más municipios a lo largo de la duración de la tormenta.

¿Cuánto tiempo tardaban las tormentas con píxeles rojos y rosas? ¿Tardaron más en algún mes específico?

Las tormentas fuertes por lo general tenían una breve duración, aproximadamente 20 a 30 minutos máximo, según el análisis tendían a dispersarse o disminuir de intensidad después de ese tiempo.

¿Qué características tienen los lugares donde se presentan las tormentas con píxeles rojos y rosas?

Pudiera ser que dicho efecto succione el aire húmedo del cercano Lago de Chapala y, dependiendo de la altura a que lo eleve, se formará una tormenta de lluvia o una granizada.

El viento dominante decidirá donde lloverá o granizará: si sobre la periferia, como sucede con Zapopan, o sobre el centro de la misma ciudad.

¿Las características de los lugares donde se presentan las tormentas con píxeles rojos y rosas son similares entre un lugar y otro? ¿Cuáles características del lugar son factores que ayudan a la formación de fuertes tormentas?

Fueron aquellos lugares donde cúmulos de aire húmedo, más cálido que su entorno ascendieron debido a su menor densidad respecto del aire que lo rodea. Fue en aquellos lugares donde hay la suficiente humedad, inestabilidad y ascenso. No se detectó uno específico.

¿Qué características tenían esas tormentas? ¿vientos fuertes, granizo, arboles caídos, inundaciones súbitas? ¿Cuánto tiempo duraron?

La mayoría de las lluvias fueron ligeras, algunas de mayor intensidad se presentaron durante la noche y madrugada. Se buscó información acerca de aquellas con vientos fuertes que pudieran causar caídas de arboles. El granizo, aunque presente en algunos días, resultó inusual en los meses del año 2021, sin embargo, la tormenta con granizo más relevante del año ocurrió el 24 de septiembre, donde se reportaron árboles caídos e inundaciones en diferentes avenidas de Guadalajara.. Las inundaciones se dieron a lo largo de toda la ciudad, aunque específicamente en zonas propensas, no en zonas

con cerros. Entre ellas, algunas avenidas de Zapopan y las vías a nivel de tierra en Lázaro Cárdenas, según algunos reportes viales.

¿Según las características de las tormentas que se presentaron con píxeles rojos y rosas, que tipo de tormenta fue, ordinaria? ¿Multicelular? ¿Supercelda?

La mayoría de las tormentas que se presentaron fueron ordinarias. Por lo general, es inusual encontrarse con multicelulares o superceldas en la zona metropolitana de Guadalajara. Aquellas que ocasionaron granizo ocasionaron también actividad eléctrica, claramente por la fricción y las bajas temperaturas que favorecen el medio idóneo.

6. Conclusiones

Usando como base el análisis y registro anterior, en conjunto con los de años anteriores, podemos identificar patrones y comportamientos en los temporales de lluvia, usando esa información nos es posible predecir y prevenirnos para las épocas en las que la tendencia indica que hay lluvias muy fuertes y suele haber inundaciones o árboles caídos. Es claro que las lluvias suceden principalmente horario nocturno. y que la presencia de tormentas provocadas por multicélulas o superceldas es poco frecuente en el área metropolitana.

Referencias

- [1] Isela Ibarra, “Lluvia matutina desata el caos en ZMG” *Tráfico ZMG*, Año 2021.
- [2] Carolina Solis, “ Pronostico del Clima” *Debate.mx*
- [3] Redacción Digital, “ Prevén chubascos con lluvias puntuales fuertes en la ZMG” *El Universal*, No. 2, 2021

- [4] Ayllón, T., Elementos de meteorología y climatología (No. Ec1295) *Editorial Trillas*, 2003.
- [5] Castillo, M. C. C., Jordán, M. A., “ Meteorología y clima (Vol. 79)” *Univ. Politèc. de Catalunya.*, 1999
- [6] Ledesma Jimeno, M., “ Principios de meteorología y climatología.” *Editorial Paraninfo.*, (2011).
- [7] Mendoza, E. T., Jiménez, J. (2008)., “ Clasificación de tormentas .” *ng. Hidr. en México*, 2, 23-34., 2008