



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TÍTULO:  
“DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE DIVERSAS  
TORMENTAS INTENSAS REGISTRADAS EN LA CIUDAD DE  
GUAYAQUIL”**

**AUTOR:  
IBARRA SALVADOR, JUAN MANUEL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
INGENIERO CIVIL**

**TUTOR:  
CABRERA SANTOS, MIGUEL OCTAVIO**

**Guayaquil, Ecuador  
2014**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por **JUAN MANUEL IBARRA SALVADOR**, como requerimiento parcial para la obtención del Título de **INGENIERO CIVIL**.

**TUTOR**

\_\_\_\_\_  
**ING. MIGUEL OCTAVIO CABRERA SANTOS**

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

\_\_\_\_\_  
**ING. MARIO DUEÑAS ROSSI**

**Guayaquil, a los 7 días del mes de Octubre del año 2014.**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Juan Manuel Ibarra Salvador**

**DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación “DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE DIVERSAS TORMENTAS INTENSAS REGISTRADAS EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL” previa a la obtención del Título **de INGENIERO CIVIL**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 7 días del mes de Octubre del año 2014.**

**EL AUTOR**

---

**Juan Manuel Ibarra Salvador**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

## **AUTORIZACIÓN**

Yo, **Juan Manuel Ibarra Salvador**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: “DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE DIVERSAS TORMENTAS INTENSAS REGISTRADAS EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 7 días del mes de Octubre del año 2014.**

**EL AUTOR**

---

**Juan Manuel Ibarra Salvador**

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco a Dios, por haberme dado la salud y medios necesarios para haber podido terminar parte de mi carrera Universitaria.

A mis padres, que comprendiendo mi forma de ser, me han brindado el apoyo en todo momento y sobre todo aconsejándome a seguir adelante.

Al Ing. Miguel Cabrera por haberme brindado su tiempo para darme las mejores observaciones y sugerencias para poder realizar este trabajo.

A mi familia en general, por siempre querer estar pendiente y saber que tengo grandes personas que confían en mí.

**Juan Ibarra**

## **DEDICATORIA**

A mi hermano, el cual espero que pueda ver en mí un buen ejemplo a medida que vaya creciendo.

A mi papá, que aunque no pueda presenciar de este momento personalmente, sé que se sentirá muy feliz ya que siempre creyó en mí y era mi mayor apoyo.

A mi mamá, a la cual le ha tocado pasar por momentos muy difíciles y de la cual me siento orgulloso de cómo ha luchado.

**Juan Ibarra**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CALIFICACIÓN**

---

**ING. MIGUEL OCTAVIO CABRERA SANTOS  
PROFESOR GUÍA O TUTOR**

## INDICE GENERAL

<b>1 INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Objetivos Generales.....	3
1.3. Objetivos Específicos del Trabajo de Investigación.....	3
1.4. Alcance.....	3
<b>2. MARCO TEORICO.....</b>	<b>4</b>
2.1. Área de Estudio.....	4
2.1.1. Clima.....	4
2.1.2. Vientos.....	5
2.2. Ciclo Hidrológico.....	5
2.3 Tormentas.....	6
2.3.1 Celeridad de las ondas de inicio de tormenta.....	6
2.3.2 Clasificación de las tormentas.....	7
2.3.3. Duración de las Tormentas.....	8
2.4. Precipitación.....	8
2.4.1. Variabilidad de la precipitación.....	9
2.4.2. Medición de las precipitaciones.....	10
2.5. Pluviógrafos ubicados en la Ciudad de Guayaquil.....	11
2.6. Hietogramas.....	13
<b>3. METODOLOGIA Y ANALISIS DE DATOS.....</b>	<b>14</b>
3.1. Metodología.....	14
3.2 Estaciones pluviográficas.....	15
3.2.1. Ubicación de los pluviógrafos en la ciudad de Guayaquil.....	16
3.3. Levantamiento de las alturas de precipitaciones, de los registros pluviográficos de las estaciones en la ciudad de Guayaquil.....	17
3.4 Selección de las tormentas más intensas.....	17
3.5. Análisis y Resultados.....	19
3.5.1. Interpolación y unificación, en el tiempo, de los registros de las estaciones pluviográficas de las tormentas seleccionadas.....	19

3.5.1.1. Tormenta 1.....	20
3.5.1.2. Tormenta 2.....	24
3.5.1.3. Tormenta 3.....	28
3.5.1.4. Tormenta 4.....	31
3.5.1.5. Tormenta 5.....	34
3.5.1.6. Tormenta 6.....	37
3.5.1.7. Tormenta 7.....	40
3.5.1.8. Tormenta 8.....	44
3.5.1.9. Tormenta 9.....	47
3.5.1.10. Tormenta 10.....	50
3.5.1.11. Tormenta 11.....	53
3.5.1.12. Tormenta 12.....	56
3.6. Mapas con variaciones espaciales de las tormentas.....	60
3.7. Elaboración de los hietogramas parciales de las tormentas.....	60
3.8. Curvas de Altura de precipitación media – Área.....	79
3.10. Comparación de las tormentas analizadas.....	112
3.10.1 Mapas con isoyetas medias de las tormentas analizadas.....	116
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>119</b>
<b>5. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>121</b>
<b>6. ANEXOS.....</b>	<b>122</b>
6.1 Levantamiento de las alturas de precipitaciones, de los registros pluviográficos de las estaciones en la ciudad de Guayaquil de las tormentas.....	122
6.2. Mapas con variaciones espaciales de las tormentas.....	122

## INDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Temperaturas máximas y mínimas en la ciudad de Guayaquil.....	4
Tabla 2-3 Pluviógrafos en la ciudad de Guayaquil.....	13
Tabla 3-1 Estaciones pluviográficas en la ciudad de Guayaquil a utilizar en el trabajo de investigación. ....	15
Tabla 3-2 Cuadro comparativo de las fechas de las tormentas más intensas registradas. ....	18
Tabla 3-3 Alturas de precipitaciones de las estaciones pluviográficas de la tormenta 1.....	22
Tabla 3-4 Alturas de precipitaciones de las estaciones pluviográficas de la tormenta 2.....	26
Tabla 3-5 Alturas de precipitaciones de las estaciones pluviográficas de la tormenta 3.....	29
Tabla 3-6 Alturas de precipitaciones de las estaciones pluviográficas de la tormenta 4.....	32
Tabla 3-7 Alturas de precipitaciones de las estaciones pluviográficas de la tormenta 5.....	35
Tabla 3-8 Alturas de precipitaciones de las estaciones pluviográficas de la tormenta 6.....	38
Tabla 3-9 Alturas de precipitaciones de las estaciones pluviográficas de la tormenta 7.....	42
Tabla 3-10 Alturas de precipitaciones de las estaciones pluviográficas de la tormenta 8.....	45
Tabla 3-11 Alturas de precipitaciones de las estaciones pluviográficas de la tormenta 9.....	48
Tabla 3-12 Alturas de precipitaciones de las estaciones pluviográficas de la tormenta 10.....	51
Tabla 3-13 de alturas de precipitaciones de las estaciones pluviográficas de la tormenta 11.....	54
Tabla 3-14 Alturas de precipitaciones de las estaciones pluviográficas de la tormenta 12.....	57
Tabla 3-15 Precipitaciones parciales en la tormenta 1. ....	61
Tabla 3-16 Precipitaciones parciales en la tormenta 2. ....	62
Tabla 3-17 Precipitaciones parciales en la tormenta 3. ....	64
Tabla 3-18 Precipitaciones parciales en la tormenta 4. ....	65

Tabla 3-19 Precipitaciones parciales en la tormenta 5. ....	67
Tabla 3-20 Precipitaciones parciales en la tormenta 6. ....	68
Tabla 3-21 Precipitaciones parciales en la tormenta 7. ....	70
Tabla 3-22 Precipitaciones parciales en la tormenta 8. ....	71
Tabla 3-23 Precipitaciones parciales en la tormenta 9. ....	73
Tabla 3-24 Precipitaciones parciales en la tormenta 10.....	74
Tabla 3-25 Precipitaciones parciales en la tormenta 11.....	76
Tabla 3-26 Precipitaciones parciales en la tormenta 12.....	77
Tabla 3-27 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 30min de la tormenta 1.....	79
Tabla 3-28 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 60min de la tormenta 1.....	80
Tabla 3-29 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 90min de la tormenta 1.....	81
Tabla 3-30 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 120min de la tormenta 1.....	81
Tabla 3-31 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 30min de la tormenta 2.....	82
Tabla 3-32 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 60min de la tormenta 2.....	83
Tabla 3-33 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 90min de la tormenta 2.....	83
Tabla 3-34 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 120min de la tormenta 2.....	84
Tabla 3-35 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 30min de la tormenta 3.....	85
Tabla 3-36 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 60min de la tormenta 3.....	86
Tabla 3-37 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 90min de la tormenta 3.....	86
Tabla 3-38 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 120min de la tormenta 3.....	87
Tabla 3-39 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 30min de la tormenta 4.....	88
Tabla 3-40 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 60min de la tormenta 4.....	88
Tabla 3-41 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 90min de la tormenta 4.....	89

Tabla 3-42 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 120min de la tormenta	4	89
Tabla 3-43 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 30min de la tormenta	5	90
Tabla 3-44 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 60min de la tormenta	5	91
Tabla 3-45 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 90min de la tormenta	5	92
Tabla 3-46 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 120min de la tormenta	5	92
Tabla 3-47 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 30min de la tormenta	6	93
Tabla 3-48 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 60min de la tormenta	6	94
Tabla 3-49 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 90min de la tormenta	6	94
Tabla 3-50 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 120min de la tormenta	6	95
Tabla 3-51 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 30min de la tormenta	7	96
Tabla 3-52 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 60min de la tormenta	7	96
Tabla 3-53 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 90min de la tormenta	7	97
Tabla 3-54 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 120min de la tormenta	7	97
Tabla 3-55 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 30min de la tormenta	8	98
Tabla 3-56 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 60min de la tormenta	8	99
Tabla 3-57 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 90min de la tormenta	8	99
Tabla 3-58 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 120min de la tormenta	8	100
Tabla 3-59 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 30min de la tormenta	9	101
Tabla 3-60 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 60min de la tormenta	9	101
Tabla 3-61 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 90min de la tormenta	9	102

Tabla 3-62 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 120min de la tormenta 9.....	102
Tabla 3-63 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 30min de la tormenta 10.....	103
Tabla 3-64 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 60min de la tormenta 10.....	104
Tabla 3-65 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 90min de la tormenta 10.....	104
Tabla 3-66 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 120min de la tormenta 10.....	105
Tabla 3-67 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 30min de la tormenta 11.....	106
Tabla 3-68 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 60min de la tormenta 11.....	106
Tabla 3-69 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 90min de la tormenta 11.....	107
Tabla 3-70 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 120min de la tormenta 11.....	108
Tabla 3-71 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 30min de la tormenta 12.....	109
Tabla 3-72 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 60min de la tormenta 12.....	109
Tabla 3-73 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 90min de la tormenta 12.....	110
Tabla 3-74 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 120min de la tormenta 12.....	110
Tabla 3-75 Cuadro comparativo de las tormentas analizadas. ....	112

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 2-1: Dirección y fuerza de los vientos.....	5
Gráfica 3-1 Ubicación de las estaciones pluviográficas en la ciudad de Guayaquil a utilizar en el trabajo de investigación. ....	16
Gráfica 3-2 Variación temporal de la tormenta 1.....	23
Gráfica 3-3 Gráfica adimensional de la variación de la tormenta 1.....	23
Gráfica 3-4 Variación temporal de la tormenta 2.....	26
Gráfica 3-5 Gráfica adimensional de la variación de la tormenta 2.....	27
Gráfica 3-6 Variación temporal de la tormenta 3.....	30
Gráfica 3-7 Gráfica adimensional de la variación de la tormenta 3.....	30
Gráfica 3-8 Variación temporal de la tormenta 4.....	33
Gráfica 3-9 Gráfica adimensional de la variación de la tormenta 4.....	33
Gráfica 3-10 Variación temporal de la tormenta 5.....	36
Gráfica 3-11 Grafica adimensional de la variación de la tormenta 5.....	36
Gráfica 3-12 Variación temporal de la tormenta 6.....	39
Grafica 3-13 Gráfica adimensional de la variación de la tormenta 6.....	39
Gráfica 3-14 Variación temporal de la tormenta 7.....	43
Gráfica 3-15 Grafica adimensional de la variación de la tormenta 7.....	43
Gráfica 3-16 Variación temporal de la tormenta 8.....	46
Gráfica 3-17 Grafica adimensional de la variación de la tormenta 8.....	46
Gráfica 3-18 Variación temporal de la tormenta 9.....	49
Gráfica 3-19 Grafica adimensional de la variación de la tormenta 9.....	49
Gráfica 3-20 Variación temporal de la tormenta 10.....	51
Gráfica 3-20 Grafica adimensional de la variación de la tormenta 10.....	52
Gráfica 3-21 Variación temporal de la tormenta 11.....	54
Gráfica 3-22 Grafica adimensional de la variación de la tormenta 11.....	55
Gráfica 3-23 Variación temporal de la tormenta 12.....	58
Gráfica 3-24 Grafica adimensional de la variación de la tormenta 12.....	58
Grafica 3-25 Hietogramas de las precipitaciones parciales de la tormenta 1, cada 20 minutos.....	61

Grafica 3-26 Hietogramas de las precipitaciones parciales de la tormenta 2, cada 20 minutos.....	63
Grafica 3-27 Hietogramas de las precipitaciones parciales de la tormenta 3, cada 20 minutos.....	64
Grafica 3-28 Hietogramas de las precipitaciones parciales de la tormenta 4, cada 20 minutos.....	66
Grafica 3-29 Hietogramas de las precipitaciones parciales de la tormenta 5, cada 20 minutos.....	67
Grafica 3-30 Hietogramas de las precipitaciones parciales de la tormenta 6, cada 20 minutos.....	69
Grafica 3-31 Hietogramas de las precipitaciones parciales de la tormenta 7, cada 20 minutos.....	70
Grafica 3-32 Hietogramas de las precipitaciones parciales de la Tormenta 8, cada 20 minutos.....	72
Grafica 3-33 Hietogramas de las precipitaciones parciales de la tormenta 9, cada 20 minutos.....	73
Grafica 3-34 Hietogramas de las precipitaciones parciales de la tormenta 10, cada 20 minutos.....	75
Grafica 3-35 Hietogramas de las precipitaciones parciales de la tormenta 11, cada 20 minutos.....	76
Grafica 3-36 Hietogramas de las precipitaciones parciales de la tormenta 12, cada 20 minutos.....	77
Grafica 3-37 Curvas de altura de precipitación-área de la Tormenta 1 a los 30, 60, 90 y 120 min. ....	82
Grafica 3-38 Curvas de altura de precipitación-área de la Tormenta 2 a los 30, 60, 90 y 120 min. ....	85
Grafica 3-39 Curvas de altura de precipitación-área de la Tormenta 3 a los 30, 60, 90 y 120 min. ....	87
Grafica 3-40 Curvas de altura de precipitación-área de la Tormenta 4 a los 30, 60, 90 y 120 min. ....	90
Grafica 3-41 Curvas de altura de precipitación-área de la Tormenta 5 a los 30, 60, 90 y 120 min. ....	93
Grafica 3-42 Curvas de altura de precipitación-área de la Tormenta 6 a los 30, 60, 90 y 120 min. ....	95
Grafica 3-43 Curvas de altura de precipitación-área de la Tormenta 7 a los 30, 60, 90 y 120 min. ....	98
Grafica 3-44 Curvas de altura de precipitación-área de la Tormenta 8 a los 30, 60, 90 y 120 min. ....	100
Grafica 3-45 Curvas de altura de precipitación-área de la Tormenta 9 a los 30, 60, 90 y 120 min. ....	103

Grafica 3-46 Curvas de altura de precipitación-área de la Tormenta 10 a los 30, 60, 90 y 120 min. ....	105
Grafica 3-47 Curvas de altura de precipitación-área de la Tormenta 11 a los 30, 60, 90 y 120 min. ....	108
Grafica 3-48 Curvas de altura de precipitación-área de la Tormenta 12 a los 30, 60, 90 y 120 min. ....	111
Grafica 3-49 Curvas adimensionales de altura de precipitación-área de las 12 tormentas a los 120 minutos. ....	111
Gráfica 3-50 Promedios aritméticos de las precipitaciones máximas registradas, por tormenta.....	113
Gráfica 3-51 Desviaciones estándar de las precipitaciones máximas registradas, por tormenta.....	113
Gráfica 3-52 Promedios aritméticos de las precipitaciones máximas registradas, por tormenta, con sus desviaciones estándar.....	114
Gráfica 3-53 Estación que registró la más alta lluvia, por tormenta. ....	114
Gráfica 3-54 Estación que registró la menor lluvia, por tormenta. ....	115
Gráfica 3-55 Relaciones entre las precipitación máxima registrada en una estación con respecto a la media aritmética, por tormenta. ....	115
Gráfica 3-56 Isoyetas medias registradas en 9 estaciones.....	116
Gráfica 3-57 Isoyetas medias registradas en 8 estaciones.....	117
Gráfica 3-58 Isoyetas medias registradas en 7 estaciones.....	118

## RESUMEN

En este trabajo se presenta la distribución espacial y temporal de diversas tormentas intensas registradas en la ciudad de Guayaquil. Los registros utilizados corresponden a estaciones pluviográficas ubicadas dentro de la ciudad y operadas por Interagua.

Se analizan los hietogramas de las tormentas, de forma individual y en conjunto, para cada una de las estaciones y para la totalidad de éstas, con el propósito de hacer una aproximación a un modelo temporal típico y a la distribución espacial de la lluvia, dentro de la ciudad.

**Palabras Claves:** Guayaquil, tormentas, estaciones pluviográficas, hietogramas, Interagua, espacial, Temporal.

# **1 INTRODUCCION**

## **1.1. Antecedentes.**

La distribución espacial y temporal de una tormenta, dentro de una cuenca, tiene una fuerte incidencia en el volumen y forma del hidrograma que genera esa tormenta, de ahí la importancia de contar con modelos que permitan reproducir los hietogramas para diversas alturas totales de precipitación, al momento de dimensionar las obras de drenaje, tanto para áreas urbanas como para áreas rurales. Obviamente, dado el tamaño, relativamente pequeño de las cuencas urbanas, si se las compara con cuencas de tamaño medio o grande, la necesidad de contar con modelos de distribución de lluvia, tanto espacial como temporal, es más importante en estos últimos casos.

Los modelos que se emplean para determinar caudales máximos, en áreas urbanas, generalmente requieren de ecuaciones pluviométricas, las que, para la ciudad de Guayaquil han sido derivadas en una infinidad de estudios hidrológicos. Sin embargo, en la actualidad, existen nuevos esquemas para los sistemas de drenaje pluvial, dentro de los cuales se incluye embalses de regulación, para cuyos dimensionamientos, es fundamental el empleo de hidrogramas, es decir, se requiere conocer la variación temporal de caudales y no únicamente los caudales máximos. Esta situación hace necesaria la formulación de modelos de tormenta, que consideren tanto variación espacial como temporal de la lluvia.

Frente a esta necesidad, se ha tomado la decisión de hacer una primera aproximación a estudios que permitan la elaboración de estos modelos, basados en registros de lluvias producidos en la ciudad de Guayaquil.

En el Ecuador, es el INAMHI, es el instituto encargado del registro de lluvias en las diversas cuencas hidrográficas, así como también de los caudales de los principales ríos de esas cuencas. Sin embargo, en la ciudad de Guayaquil el INAMHI no dispone de ninguna estación.

La Dirección de Aviación Civil (DAC) cuenta con la estación del aeropuerto, cuyos registros datan de la segunda década del siglo anterior, sin embargo, esta información no se la ha utilizado en el presente trabajo, debido al alto costo que tiene la adquisición de estos datos.

El Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), desde hace algunos años opera una estación pluviográfica en sus instalaciones, al sur de la ciudad de Guayaquil. Esta información fue solicitada, sin embargo, los reportes entregados incluyen solamente la precipitación diaria, la que no es útil para el trabajo a realizar.

La información utilizada en el presente trabajo es la proporcionada por INTERAGUA, y está relacionada con 9 estaciones, que tienen registros de los últimos tres años.

## **1.2. Objetivos Generales.**

Realizar un análisis de las variaciones temporales y espaciales de tormentas intensas registradas en la ciudad de Guayaquil, en las estaciones operadas por Interagua, y cuyos registros fueron proporcionados para la elaboración de este trabajo.

## **1.3. Objetivos Específicos del Trabajo de Investigación.**

Se intentará, con los hietogramas registrados, obtener un patrón de tormenta, que se aproxime de mejor forma a las lluvias características de la ciudad de Guayaquil.

Se elaborarán planos con las isoyetas de la tormenta, de tal forma que se pueda gráficamente observar la evolución de esta.

## **1.4. Alcance.**

El alcance del siguiente proyecto de investigación es el de presentar mediante cálculos y de manera gráfica, como varían 12 tormentas intensas registradas en la ciudad de Guayaquil, y cuyos datos fueron proporcionados por Interagua.

Se han elaborado gráficos que representan la variación temporal de las tormentas. Para un mejor manejo de la información, con propósitos comparativos, los hietogramas que se presentan en algunos gráficos son adimensionales.

## 2. MARCO TEORICO

### 2.1. Área de Estudio

El presente trabajo de investigación tiene como área de estudio la ciudad de Santiago de Guayaquil, la cual cuenta con una extensión superficial de 344,5Km<sup>2</sup>, y 2'350915 habitantes, según cifras del INEC correspondientes al último censo realizado en el 2010.

Una buena parte de la ciudad de Guayaquil, se ha desarrollado sobre zonas muy bajas, muchas de las cuales fueron originalmente manglares que se rellenaron para ser utilizadas como áreas urbanas. Esta situación afecta sensiblemente al drenaje, dificultándolo sobre todo cuando las lluvias coinciden con las altas mareas.

#### 2.1.1. Clima

El clima de Guayaquil es tropical–húmedo. Su ubicación en la zona ecuatorial produce una temperatura cálida durante casi todo el año.

La temperatura media anual es de 25.5°C, con variaciones a lo largo del año.

Parámetros climáticos promedio de Guayaquil													
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
Temperatura máxima media (°C)	31	30	32	32	30	29	28	28	30	29	30	31	30
Temperatura mínima media (°C)	21	20	18	22	20	15	17	15	16	17	18	20	15

**Tabla 2-1 Temperaturas máximas y mínimas en la ciudad de Guayaquil.**

Fuente: (Weatherbase, Guayaquil-Ecuador)

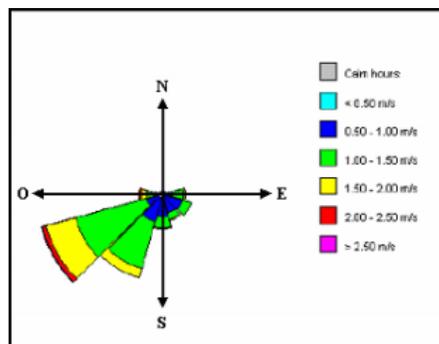
### 2.1.2. Vientos

Según las mediciones realizadas en la Estación de la Dirección de Aviación Civil (DAC) los vientos predominantes tienen una intensidad promedio que va de 1.5 hasta 4.2 m/s, lo que representa aproximadamente 15 Km/h.

Los vientos predominantes provienen del Suroeste (SW), y principalmente ocurren en los meses de Junio a Diciembre.

Durante el fenómeno del Niño se pueden presentar velocidades de vientos mayores a los promedios.

A continuación se muestra una gráfica de la dirección de los vientos en la ciudad de Guayaquil.



**Gráfica 2-1: Dirección y fuerza de los vientos.**  
Fuente: (Dirección de Aviación Civil 2003)

### 2.2. Ciclo Hidrológico

El ciclo hidrológico describe el movimiento continuo y cíclico del agua en la tierra. Como todo ciclo es cerrado y no tiene inicio ni fin.

El agua se evapora para elevarse y volverse parte de la atmósfera, en donde se condensa y precipita sobre la superficie terrestre o a los océanos nuevamente.

Estas precipitaciones cuando caen se distribuyen de forma irregular, es decir que una parte de éstas se aprovechará para las plantas, otra aumentará los caudales de los ríos por medio de los barrancos y escorrentías que, a su vez incrementarán las reservas de pantanos y embalses, sin embargo la mayor parte se infiltrará a través del suelo, discurriendo por zonas de texturas más o menos porosas formando corrientes subterráneas que irán a parar o bien a depósitos naturales que constituirán los llamados yacimientos o pozos naturales, o acabarán desembocando en el mar.

La mayor parte del agua interceptada por las plantas y la que descarga en los ríos, es la que se evaporara y va a regresar a la atmósfera, mientras que el agua que se ha infiltrado, parte recargará el agua subterránea o se deslizará hacia ríos para formar la escorrentía superficial, la cual luego se dirigirá hacia el mar o se evaporara en la atmósfera, para que el ciclo hidrológico continúe.

Se estima que el 96,5% del agua del planeta se encuentra en los océanos, el 1,7% se encuentra en los hielos polares, el 1,7% en manantiales subterráneos y solo el 0,1% corresponde al agua superficial y atmosférica.

## **2.3 Tormentas**

Las tormentas son el resultado de diversas lluvias que obedecen al mismo efecto meteorológico y posee características bien definidas (Ramírez, 2003).

### **2.3.1 Celeridad de las ondas de inicio de tormenta**

Se refiere a la velocidad de propagación de la onda de inicio de tormenta ( $c$ ), la cual se propaga en todas las direcciones con respecto al centro de la tormenta.

### **2.3.2 Clasificación de las tormentas**

Las tormentas se las han clasificado según una relación entre la velocidad de los vientos con la velocidad de propagación de la tormenta, a esta relación se la denomina como NAPA.

$NAPA = V/c$ , siendo  $V$  la velocidad de propagación del viento y  $c$  la velocidad de propagación de la tormenta.

Las tormentas pueden clasificarse en críticas, subcríticas y supercríticas.

#### **Tormentas Críticas**

Las Tormentas Críticas, se producen cuando la velocidad de propagación de la tormenta es igual a la velocidad del viento, por ende la relación NAPA es igual a 1. En este tipo de tormentas se produce una fuerte intensidad en un punto fijo de la superficie terrestre.

#### **Tormentas Subcríticas**

Las Tormentas Subcríticas, se dan cuando la velocidad de los vientos dominantes es menor que la celeridad de propagación de la tormenta, por lo tanto, la relación NAPA es menor que 1. Se producen zonas de severa intensidad.

#### **Tormentas Supercríticas**

Las Tormentas Supercríticas, son las que la velocidad del viento es mayor que la celeridad de la tormenta, por lo que resulta que la relación NAPA es mayor a 1. En este tipo de tormentas se producen intensidades de lluvias severas y con concentraciones grandes.

### **2.3.3. Duración de las Tormentas**

La duración de la tormenta es el tiempo transcurrido desde el inicio de la misma hasta que ésta finalice, y por lo general este tiempo en el que se encuentra lloviendo tiene, en muchos casos, mayor relevancia que la cantidad de lluvia caída.

## **2.4. Precipitación**

La precipitación es cualquier forma en la que el agua cae en la superficie terrestre, y puede ser por medio de lluvia, llovizna, nieve, granizo, nevisca.

Las precipitaciones tienen una gran variación espacial y temporal en la superficie terrestre. Dichas variaciones se las puede representar por medio de isoyetas, que son líneas que tienen igual precipitación en el mismo tiempo, y se las ubica en un plano cartográfico para su lectura.

La precipitación se produce cuando se eleva una masa de agua en la atmósfera, de tal manera que se enfríe y parte de su humedad, se condense.

Las precipitaciones se clasifican según el fenómeno que origina la elevación de las masas de aire, en función de esto la precipitación puede ser frontal, convectiva u orográfica.

La precipitación frontal se da cuando dos masas de aire de distintas presiones, tales como la fría y la caliente, chocan una con la otra, entonces el aire caliente es elevado sobre la fría.

La precipitación convectiva se produce generalmente en regiones cálidas y húmedas, cuando masas de aire cálidas, al ascender en altura, se enfrían, generándose de esta manera la precipitación.

La precipitación orográfica es en la cual una masa de aire se eleva para pasar por encima de una cadena montañosa; esto ocurre porque el vapor de agua se eleva demasiado y su temperatura baja lo suficiente como para precipitar en forma líquida.

### 2.4.1. Variabilidad de la precipitación

La variación de las precipitaciones se da en espacio y tiempo, en el ámbito de un año, hay meses con mayores precipitaciones en relación a otros.

La proximidad al Océano Pacífico hace que las corrientes de Humboldt (fría) y de El Niño (cálida) marquen dos períodos climáticos bien diferenciados; uno lluvioso y húmedo, con calor típico del trópico, que se extiende de diciembre a abril; y el otro seco y un poco más fresco, que va desde mayo a diciembre.

La precipitación promedio anual que se registra en la ciudad de Guayaquil es de 1081,20mm, siendo la estación invernal cuando más llueve, esto es en los meses de Diciembre hasta Abril. En el verano, esto es de Mayo a Diciembre, se registran precipitaciones muy por debajo de la media. La precipitación anual es del 80% en el invierno y del 20% durante el verano.

<b>Precipitaciones promedios mensuales de Guayaquil</b>													
<b>Mes</b>	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	<b>Año</b>
<b>Precipitaciones (mm)</b>	223,5	279,4	287,0	180,3	53,3	17,7	2,5	0,0	2,5	2,5	2,5	30,0	<b>1081,2</b>

**Tabla 2-2 Precipitaciones promedios mensuales en la ciudad de Guayaquil.**

Fuente: (Weatherbase, Guayaquil-Ecuador)

## **2.4.2. Medición de las precipitaciones**

Para la medición de las precipitaciones que caen en una determinada zona, se usan los pluviómetros, los cuales expresarán en milímetros de altura, la cantidad de agua llovida en un determinado tiempo.

El pluviómetro contiene una abertura superior, por medio de la cual entrará el agua al recipiente, para después enviarla hacia un colector donde se medirá el peso del agua depositada.

Esta lectura se la debería realizar cada doce horas, para tomar los respectivos apuntes, luego hacer la conversión, estimando que un litro de lluvia caído sobre un metro cuadrado tomado de la lectura del colector, sería igual a un milímetro de altura.

Además para medir la altura de lluvia caída en función del tiempo, se utilizan los pluviógrafos.

El pluviógrafo tiene por función registrar en un gráfico la cantidad de agua caída en un período determinado, lo cual permite establecer la distribución e intensidad de las lluvias.

Estos instrumentos para su buen uso, deben ser instalados en lugares apropiados donde no se produzcan interferencias de edificaciones, árboles, o elementos orográficos como rocas elevadas.

## 2.5. Pluviógrafos ubicados en la Ciudad de Guayaquil.

En la ciudad de Guayaquil, existen varias estaciones pluviográficas que cuentan con sus respectivos pluviográficas, para medir las precipitaciones que se presenten a lo largo del año, y entre las cuales están las que se detallarán a continuación con su respectiva ubicación en coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator).

PUNTO	UBICACIÓN	COORDENADAS UTM		FOTO
		ESTE	NORTE	
1	RESERVORIO TRINITARIA	620759,73	9752469,38	
2	EDIF. INMARAL	620247,00	9760019,00	
3	RESERVORIO SANTA ANA	624814,00	9758820,28	
4	PLANTA PROGRESO	624851,67	976049,04	

5	PLANTA LA PRADERA			
6	PLANTA EL TORNILLO	624345,95	9764906,90	
7	PLUVIOMETRO MATERNIDAD GUASMO	624793,00	9748416,00	
8	PLUVIOMETRO E.S.P.O.L.	613652,00	9779033,00	
9	PLANTA LA TOMA	613770,82	9779149,35	
10	ESTACION DE BOMBEO JUAN MONTALVO	620052,06	9765393,23	
11	PANCHO JACOME	616732,49	9765130,29	
12	PLANTA LA CHALA	620310,49	9756118,18	

13	ESTACION DE BOMBEO VIA LA COSTA	610459,65	975576,61	
14	RESERVORIO BELLAVISTA	620358,56	9758820,28	

**Tabla 2-3 Pluviógrafos en la ciudad de Guayaquil.**

Fuente: Interagua.

## 2.6. Hietogramas.

Los hietogramas son gráficos que representan la variación de la lluvia con respecto al tiempo.

### **3. METODOLOGIA Y ANALISIS DE DATOS**

#### **3.1. Metodología.**

La propuesta del proyecto de investigación consiste en aprovechar las mediciones realizadas por las instituciones que cuentan con estaciones pluviográficas, las cuales servirán para realizar los análisis de las tormentas seleccionadas.

- Para la elaboración del trabajo de investigación se manejó la información proporcionada por Interagua referente a las lluvias registradas en las estaciones que son operadas por esta institución.
- Los registros obtenidos se graficaron de tal forma de obtener los hietogramas de las tormentas, lo que permitió la selección de aquellas que cuentan con pendientes mayores, debido a que éstas son las que tienen mayores registros de precipitaciones acumuladas. Seleccionadas las tormentas para cada una de ellas, se seleccionó el tiempo de inicio de tal forma que los registros de las diferentes estaciones, sean coincidentes en el tiempo.
- Se realizaron hietogramas con alturas de lluvias cada 5 min, para una mejor demostración visual de la variación, en el tiempo, que presenta cada una de las tormentas.
- Se crearon mapas con isoyetas, para observar la variación espacial que ha tenido cada una de las tormentas, a lo largo de su duración total. Se escogió un  $\Delta t$  de 20 min.

### 3.2 Estaciones pluviográficas

Para el presente trabajo de investigación se solicitó información de las estaciones pluviográficas con las que contaba la empresa INTERAGUA, la cual accedió y proporcionó la información necesaria para poder realizar el estudio.

También se solicitó los registros pluviográficos de la estación del INOCAR (Instituto Oceanográfico de la Armada), ubicada en la base naval sur, información que se considera importante para realizar un mejor trabajo ya que se encuentra en el sector sur de la ciudad de Guayaquil, pero lamentablemente la información que proporcionó esta Institución no fue la adecuada para realizar el trabajo, por lo que se trabajó con la información de las estaciones pluviográficas de INTERAGUA,

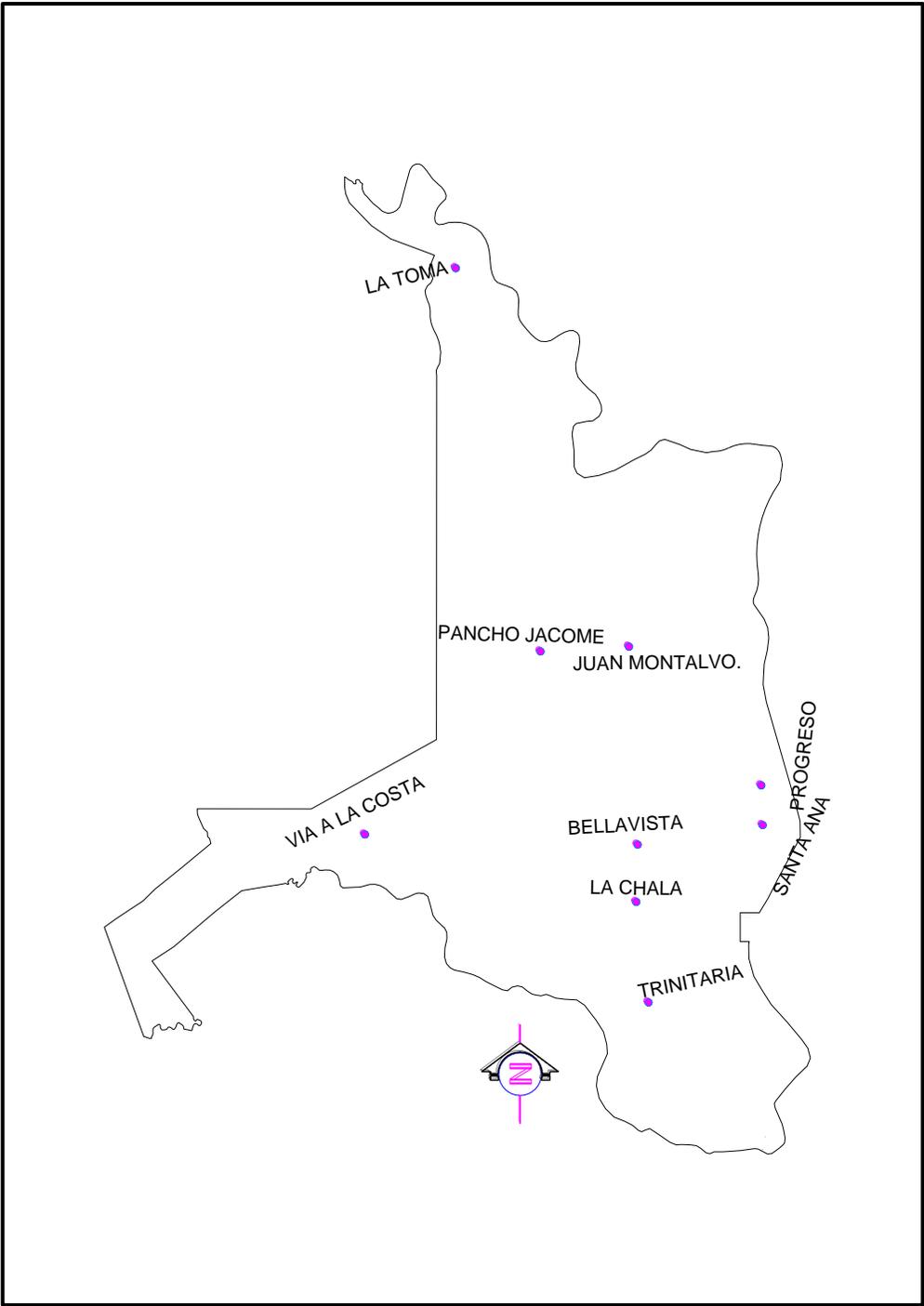
Las estaciones pluviográficas con las que se trabajó principalmente son:

PUNTO	UBICACIÓN	COORDENADAS UTM	
		ESTE	NORTE
1	RESERVORIO TRINITARIA	620759,73	9752469,38
2	RESERVORIO SANTA ANA	624814,00	9758820,28
3	PLANTA PROGRESO	624851,67	976049,04
4	PLANTA LA TOMA	613770,82	9779149,35
5	JUAN MONTALVO	620052,06	9765393,23
6	PANCHO JACOME	616732,49	9765130,29
7	PLANTA LA CHALA	620310,49	9756118,18
8	BOMBEO VIA LA COSTA	610459,65	975576,61
9	RESERVORIO BELLAVISTA	620358,56	9758820,28

**Tabla 3-1 Estaciones pluviográficas en la ciudad de Guayaquil a utilizar en el trabajo de investigación.**

Fuente: Interagua

**3.2.1. Ubicación de los pluviógrafos en la ciudad de Guayaquil.**



**Gráfica 3-1 Ubicación de las estaciones pluviográficas en la ciudad de Guayaquil a utilizar en el trabajo de investigación.**

Fuente: Interagua

### **3.3. Levantamiento de las alturas de precipitaciones, de los registros pluviográficos de las estaciones en la ciudad de Guayaquil.**

Como ya se indicó previamente, lo primero que se realizó fue un levantamiento de los registros de las estaciones pluviográficas, de las lluvias que tenían las pendientes más altas en los hietogramas de la información que se había obtenido.

En los anexos se muestran las tablas de los levantamientos de los registros pluviográficos de las estaciones utilizadas, para las tormentas.

### **3.4 Selección de las tormentas más intensas.**

Una vez que se hizo el levantamiento de un grupo considerable de lluvias, de los últimos tres años de las estaciones que se tenía, se realizó un cuadro comparativo por estaciones, para observar donde coincidían los más altos registros pluviográficos y así se escogió las 12 tormentas intensas que se han registrado en la ciudad de Guayaquil.

	TRINITARIA	SANTA ANA	PROGRESO	LA TOMA	JUAN MONTALVO	PANCHO JACOME	LA CHALA	BOMBEO	BELLAVISTA		
2014		05-ene									
		06-ene	06-ene	06-ene			06-ene	06-ene	06-ene	Tormenta 1	
		19-ene	19-ene		17-ene	19-ene	19-ene	19-ene	19-ene	Tormenta 2	
			22-ene						22-ene		
		23-ene	23-ene			23-ene			23-ene	Tormenta 3	
									26-ene		
		31-ene			30-ene						
						03-feb			03-feb		
			05-feb	05-feb					05-feb		
								14-feb		14-feb	
			25-feb	25-feb		25-feb		25-feb	25-feb	Tormenta 4	
				28-feb	28-feb	28-feb	28-feb			28-feb	Tormenta 5
		21-mar								21-mar	
	24-mar	24-mar	24-mar			24-mar	24-mar	24-mar	Tormenta 6		
	29-mar						29-mar				
		09-abr		09-abr	08-abr			09-abr	09-abr		
	23-abr	23-abr					23-abr				
	23-abr										
2013			14-ene	13-ene	14-ene		16-ene	04-ene			
							21-ene				
		09-feb	09-feb						07-feb		
			16-feb					11-feb			
		21-feb							21-feb		
					26-feb						
		28-feb									
		02-mar	02-mar	02-mar	02-mar		02-mar	02-mar	02-mar	Tormenta 7	
		06-mar	06-mar						06-mar		
	10-mar					12-mar	12-mar	12-mar			
	14-mar	14-mar			14-mar	14-mar	14-mar	14-mar	Tormenta 8		
				16-mar				18-mar			
		23-mar	23-mar								
				27-mar	27-mar		27-mar				
				09-abr			05-abr		18-abr		
2012		15-ene									
			17-ene				17-ene				
		23-ene									
			24-ene						23-ene		
		26-ene			26-ene		26-ene	26-ene		Tormenta 9	
					29-ene						
			07-feb	07-feb	07-feb	07-feb			07-feb	Tormenta 10	
		09-feb					09-feb	08-feb			
		25-feb	25-feb	25-feb		25-feb	25-feb	25-feb	25-feb	Tormenta 11	
					28-feb						
				04-mar	05-mar				10-mar	10-mar	
						16-mar					
	19-mar			19-mar	19-mar		19-mar		Tormenta 12		
							22-mar		22-mar		
				24-mar							
				07-abr	06-abr		05-abr	05-abr	09-abr		

**Tabla 3-2 Cuadro comparativo de las fechas de las tormentas más intensas registradas.**

### **3.5. Análisis y Resultados**

#### **3.5.1. Interpolación y unificación, en el tiempo, de los registros de las estaciones pluviográficas de las tormentas seleccionadas.**

Para poder realizar el análisis de la variación en espacio y tiempo de cada una de las tormentas, es necesario unificarlas en iguales intervalos de tiempos, ya que debido a que el registro en el tiempo se produce cuando se alcanza una determinada altura de lluvia, el incremento de tiempo no es constante, por lo que es necesario hacer interpolaciones.

Para propósito de comparación, ya que las tormentas tienen duraciones y alturas totales diversas, ha sido necesario convertir los registros en adimensionales.

A continuación se muestran las tablas unificadas por tormentas, con las alturas de precipitaciones, correspondientes a cada estación, cada 5 minutos.

### 3.5.1.1. Tormenta 1.

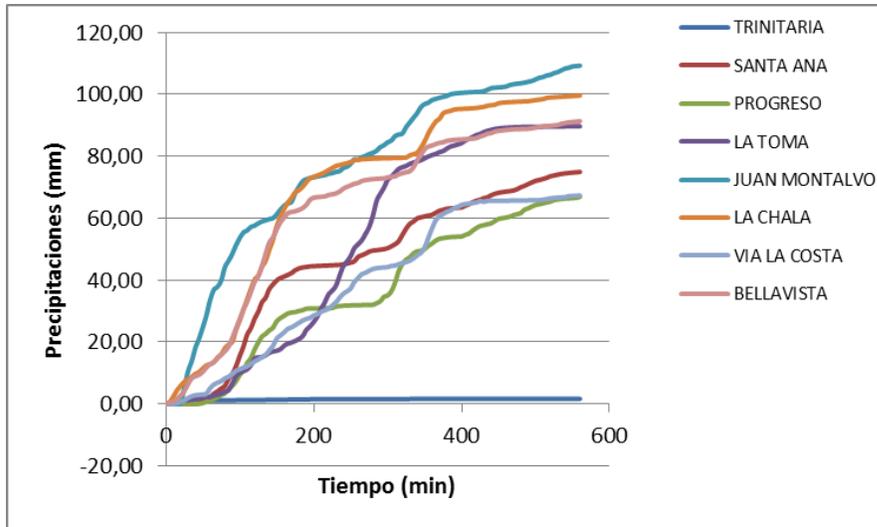
- Tormenta del 6 de Enero del 2014.

Tiempo (min)	Registros de precipitaciones de las estaciones pluviográficas (mm).							
	TRINITARIA	SANTA ANA	PROGRESO	LA TOMA	JUAN MONTALVO	LA CHALA	VIA LA COSTA	BELLAVISTA
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,51	0,00	0,41
10	0,00	0,00	0,00	0,36	0,00	2,29	0,00	0,70
15	0,51	0,00	0,00	0,54	0,00	4,32	0,22	1,52
20	0,76	0,00	0,00	1,03	0,24	5,84	0,70	2,67
25	1,02	0,00	0,00	1,12	5,08	7,11	1,10	4,06
30	1,04	0,00	0,00	1,22	10,41	8,00	1,91	6,35
35	1,05	0,00	0,00	1,35	13,72	8,64	2,48	8,26
40	1,06	0,00	0,00	1,81	18,03	9,65	2,79	8,89
45	1,07	0,24	0,00	2,00	21,08	10,29	2,92	9,40
50	1,08	0,76	0,25	2,10	24,64	11,43	3,05	10,33
55	1,09	1,40	0,71	2,17	28,70	12,45	3,30	11,81
60	1,10	2,12	1,08	2,25	33,53	12,83	5,08	12,78
65	1,12	3,30	1,52	2,69	36,83	13,46	6,22	13,55
70	1,13	4,06	2,12	3,05	37,85	14,99	6,86	14,73
75	1,14	4,95	2,92	3,30	39,88	16,00	7,37	15,88
80	1,15	5,84	3,43	4,00	44,20	18,03	8,26	17,02
85	1,16	8,13	4,95	4,45	46,23	19,13	8,76	18,54
90	1,17	9,65	5,84	6,60	48,51	20,07	9,65	21,34
95	1,19	12,19	7,37	9,02	51,31	23,88	10,67	24,38
100	1,20	15,49	9,40	10,03	53,59	26,92	11,18	27,43
105	1,21	18,54	10,92	10,54	55,37	30,48	11,68	30,48
110	1,22	22,35	13,21	11,18	56,01	33,78	12,13	33,02
115	1,23	24,38	14,73	12,45	57,15	37,08	12,87	36,07
120	1,24	27,43	17,53	14,61	57,57	40,13	13,72	39,37
125	1,25	29,72	19,81	15,01	58,34	41,40	14,31	41,15
130	1,27	32,77	21,72	15,16	58,93	44,20	15,11	44,45
135	1,28	34,29	22,61	15,66	59,27	46,23	15,83	48,51
140	1,30	37,08	23,75	16,51	59,69	49,78	17,27	52,07
145	1,31	38,61	24,64	16,95	60,01	53,09	18,80	53,85
150	1,33	39,88	26,67	17,16	61,21	57,40	21,08	56,39
155	1,34	40,64	27,69	17,65	62,74	60,45	22,10	58,67
160	1,36	41,15	28,45	18,80	64,01	62,99	23,11	60,20

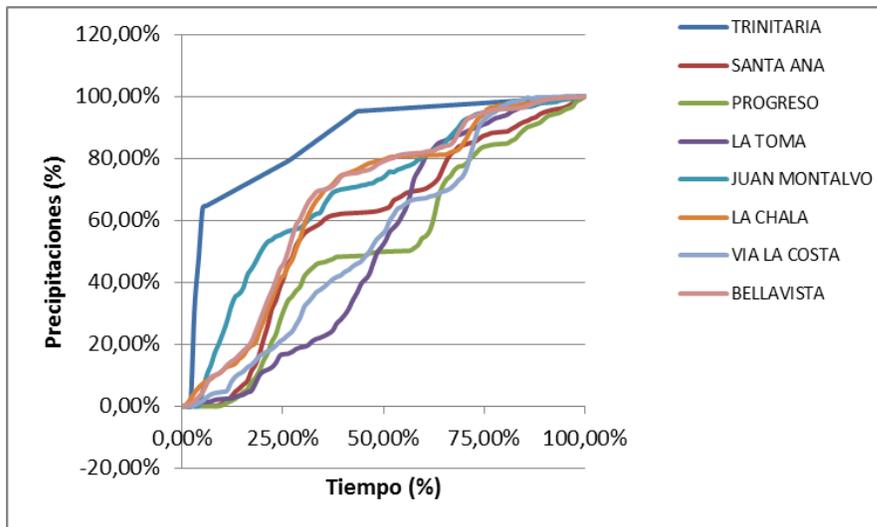
165	1,37	41,66	29,21	19,43	64,77	65,02	24,21	61,60
170	1,39	42,25	29,52	19,81	65,28	66,55	24,72	62,02
175	1,40	43,18	29,66	20,32	68,07	68,33	25,40	62,23
180	1,42	43,75	29,97	20,96	70,10	69,00	26,16	62,67
185	1,43	44,07	30,28	21,84	71,88	70,10	26,92	63,25
190	1,45	44,23	30,74	23,88	72,56	71,63	27,43	64,26
195	1,46	44,41	30,77	25,02	72,98	72,90	27,77	65,91
200	1,48	44,49	30,81	26,42	73,20	73,34	28,53	66,59
205	1,49	44,54	30,84	28,19	73,46	73,79	28,96	66,80
210	1,51	44,59	30,87	30,73	73,71	74,25	29,72	66,91
215	1,52	44,64	30,91	32,77	73,91	74,80	30,23	67,01
220	1,53	44,69	30,94	35,31	74,35	75,50	30,73	67,46
225	1,53	44,76	30,97	36,58	74,53	76,20	31,75	67,72
230	1,53	44,84	31,44	38,10	74,97	76,84	32,77	67,97
235	1,53	44,91	31,58	41,40	75,18	77,15	34,29	68,58
240	1,53	45,06	31,72	44,45	76,20	77,47	35,56	69,51
245	1,53	45,31	31,78	45,97	76,62	77,72	36,32	70,10
250	1,53	45,64	31,81	47,75	77,60	78,15	37,34	70,61
255	1,53	46,06	31,84	50,29	78,99	78,69	39,37	71,12
260	1,54	47,50	31,87	51,56	78,82	78,87	40,64	71,37
265	1,54	48,01	31,90	52,83	79,67	79,01	41,91	72,01
270	1,54	48,51	31,93	54,86	80,09	79,08	42,33	72,29
275	1,54	49,19	31,97	57,15	80,69	79,15	43,01	72,47
280	1,54	49,53	32,00	60,71	81,11	79,22	43,59	72,62
285	1,54	49,66	32,51	65,53	81,79	79,27	43,84	72,70
290	1,54	49,82	33,15	67,82	82,93	79,30	44,00	72,77
295	1,55	49,97	34,54	69,85	83,57	79,33	44,09	72,84
300	1,55	50,29	35,05	72,39	84,50	79,36	44,18	73,18
305	1,55	50,88	36,32	73,41	85,09	79,39	44,55	73,34
310	1,55	51,56	39,12	74,68	86,49	79,42	44,68	73,50
315	1,55	52,58	42,93	75,95	87,00	79,45	45,10	74,17
320	1,55	54,61	45,21	76,45	87,38	79,48	45,55	74,51
325	1,55	56,64	46,61	76,88	89,41	79,59	45,78	74,87
330	1,56	58,17	47,37	77,55	90,93	80,26	46,23	75,18
335	1,56	58,93	48,64	77,98	92,46	80,69	46,99	76,45
340	1,56	59,94	49,30	78,32	93,98	81,15	48,01	78,74
345	1,56	60,26	49,45	78,74	95,89	82,80	48,77	80,52
350	1,56	60,58	50,04	79,35	96,86	84,84	50,55	82,30
355	1,56	60,83	51,05	79,93	97,28	87,38	53,59	83,12
360	1,56	61,09	51,82	80,39	98,13	89,41	56,64	83,48
365	1,56	61,72	52,75	80,77	98,55	91,19	59,31	83,95
370	1,57	62,40	53,34	81,34	98,87	92,08	60,58	84,33

375	1,57	62,69	53,55	81,70	99,19	93,85	61,34	84,51
380	1,57	63,08	53,76	82,47	99,47	94,40	62,06	84,96
385	1,57	63,18	53,89	83,14	100,01	94,66	62,48	85,15
390	1,57	63,28	53,95	83,46	100,25	95,08	63,25	85,29
395	1,57	63,37	54,02	83,82	100,39	95,22	63,63	85,38
400	1,57	63,46	54,09	84,24	100,49	95,30	64,26	85,45
405	1,58	64,01	54,61	85,09	100,58	95,36	64,55	85,52
410	1,58	64,52	55,03	85,60	100,65	95,42	64,70	85,58
415	1,58	65,15	56,01	86,23	100,71	95,48	64,93	85,71
420	1,58	65,62	56,81	86,87	100,77	95,61	65,05	85,85
425	1,58	65,94	57,45	87,19	100,84	95,79	65,51	86,36
430	1,58	66,45	57,72	87,80	101,00	95,95	65,28	86,74
435	1,58	66,74	58,04	88,20	101,47	96,34	65,55	87,27
440	1,59	67,44	58,36	88,52	101,98	96,47	65,57	87,50
445	1,59	67,88	59,06	88,80	102,15	96,65	65,58	87,99
450	1,59	68,17	59,74	88,98	102,24	97,13	65,60	88,19
455	1,59	68,40	59,99	89,13	102,34	97,32	65,62	88,34
460	1,59	68,58	60,20	89,22	102,51	97,40	65,63	88,47
465	1,59	68,74	60,45	89,30	103,00	97,49	65,65	88,60
470	1,59	68,94	60,96	89,38	103,25	97,56	65,67	88,68
475	1,59	69,34	61,28	89,42	103,43	97,61	65,69	88,72
480	1,60	69,98	61,64	89,43	103,58	97,66	65,70	88,77
485	1,60	70,44	62,74	89,45	103,78	97,72	65,72	88,82
490	1,60	70,99	63,16	89,47	104,04	97,77	65,74	88,87
495	1,60	71,54	63,75	89,48	104,33	97,94	65,76	89,03
500	1,60	72,05	64,26	89,50	104,82	98,13	65,77	89,26
505	1,60	72,34	64,52	89,52	105,35	98,27	65,81	89,44
510	1,60	72,64	64,77	89,53	105,58	98,44	65,96	89,63
515	1,61	73,03	65,07	89,55	106,07	98,85	66,14	89,75
520	1,61	73,53	65,33	89,56	106,32	98,97	66,38	89,85
525	1,61	73,79	65,83	89,58	106,87	99,07	66,56	89,97
530	1,61	74,07	66,04	89,60	107,19	99,14	66,64	90,09
535	1,61	74,30	66,18	89,61	107,76	99,21	66,72	90,51
540	1,61	74,47	66,31	89,63	108,33	99,27	66,80	90,73
545	1,61	74,60	66,39	89,65	108,59	99,35	67,12	90,96
550	1,62	74,72	66,47	89,66	109,02	99,43	67,19	91,07
555	1,62	74,82	66,55	89,66	109,14	99,52	67,26	91,19
560	1,62	74,93	66,89	89,66	109,24	99,60	67,32	91,34

**Tabla 3-3 Alturas de precipitaciones de las estaciones pluviográficas de la tormenta 1.**



**Gráfica 3-2 Variación temporal de la tormenta 1.**



**Gráfica 3-3 Gráfica adimensional de la variación de la tormenta 1.**

La tormenta producida el 6 de Enero del 2014, la cual se denominará tormenta número 1, tuvo de hora de inicio las 20:30. En esta tormenta la estación que registró mayor altura de precipitación fue **Juan Montalvo**, con un registro de precipitación de 109.24mm.

La estación que tuvo el menor registro de precipitaciones fue la del **Reservorio Trinitaria** con apenas 1.62mm acumulados.

En la tormenta número 1, se observa que la precipitación empieza en la estación de **La Chala**, pero a medida que va transcurriendo el tiempo, la tormenta se movió y la que acumuló mayores precipitaciones fue la Estación **Juan Montalvo**.

En el 85% del tiempo de duración de la tormenta, se había ya registrado el 95% de las lluvias en todas las estaciones, que registran esta tormenta.

### 3.5.1.2. Tormenta 2.

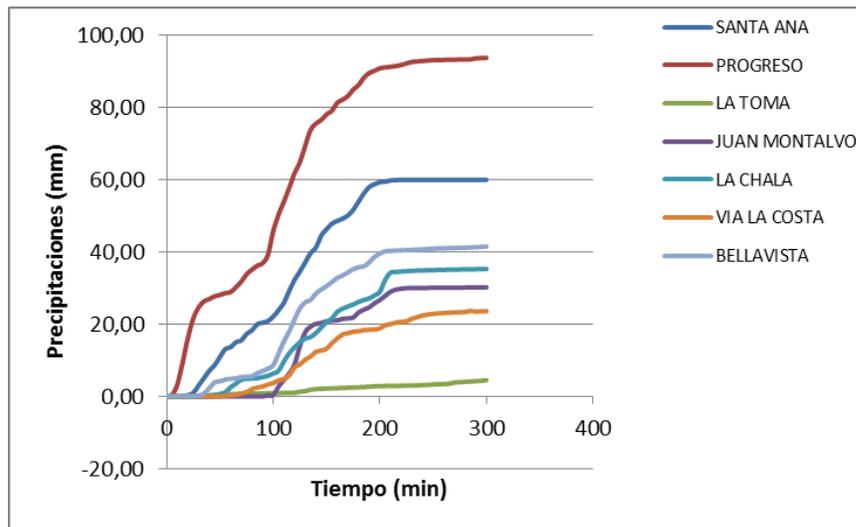
- Tormenta del 19 de Enero del 2014.

Tiempo (min)	Registros de precipitaciones de las estaciones pluviográficas (mm).						
	SANTA ANA	PROGRESO	LA TOMA	JUAN MONTALVO	LA CHALA	VIA LA COSTA	BELLAVISTA
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	9,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	0,34	16,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	1,02	21,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	3,05	24,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25
35	5,08	26,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,76
40	7,11	26,92	0,31	0,00	0,00	0,00	2,29
45	8,64	27,69	0,52	0,00	0,25	0,00	3,87
50	10,92	28,07	0,56	0,00	0,68	0,00	4,17
55	13,08	28,58	0,60	0,00	1,14	0,24	4,67
60	13,63	28,87	0,64	0,00	2,54	0,31	4,88
65	14,99	30,23	0,67	0,00	3,56	0,45	5,00
70	15,49	31,75	0,71	0,00	4,62	0,76	5,37
75	17,27	33,78	0,75	0,00	4,85	1,19	5,46
80	18,29	35,05	0,78	0,00	4,94	2,03	5,55
85	19,94	36,15	0,81	0,00	5,04	2,46	6,48
90	20,42	36,83	0,84	0,00	5,33	2,74	7,03

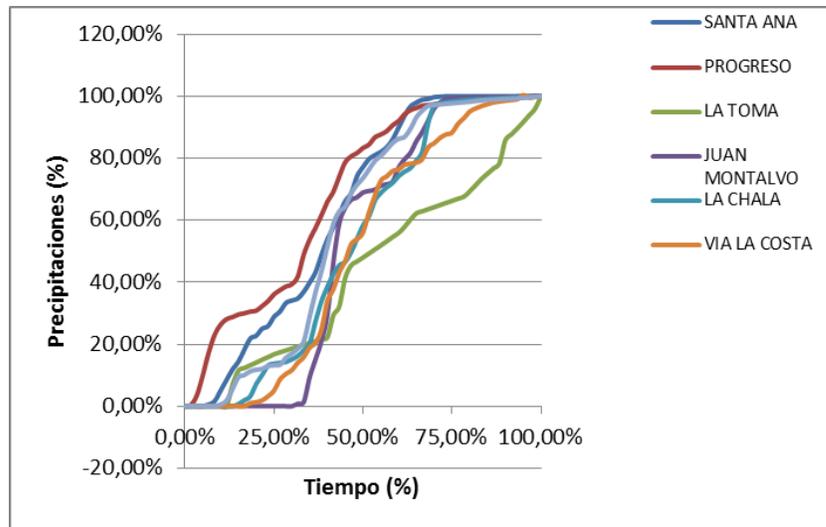
95	20,83	39,12	0,86	0,24	5,72	3,30	7,70
100	22,10	45,72	0,89	0,38	6,35	3,73	8,64
105	23,88	50,29	0,92	2,79	7,11	4,45	11,94
110	25,91	53,85	0,95	4,57	9,65	4,83	15,24
115	29,21	57,66	0,97	6,35	11,94	5,84	18,03
120	32,26	61,72	1,00	8,89	13,59	8,00	21,34
125	34,54	64,77	1,32	13,97	14,99	8,89	24,38
130	37,08	69,34	1,45	17,78	16,00	10,16	26,04
135	39,62	73,66	1,86	19,30	16,43	11,05	26,67
140	41,15	75,44	2,04	20,07	17,53	12,32	28,45
145	44,45	76,45	2,10	20,32	19,05	12,70	29,59
150	46,23	77,98	2,16	20,79	20,57	13,21	30,48
155	47,75	78,99	2,22	20,93	21,59	14,73	31,62
160	48,51	81,15	2,27	21,06	23,37	16,00	32,77
165	49,15	82,04	2,33	21,45	24,26	17,15	33,44
170	50,04	83,06	2,39	21,59	24,89	17,48	34,29
175	51,56	84,84	2,46	21,84	25,40	17,88	35,18
180	53,85	86,11	2,52	23,20	26,16	18,01	35,73
185	56,13	88,14	2,60	24,00	26,67	18,36	35,98
190	57,91	89,41	2,71	24,64	27,09	18,44	37,08
195	58,67	90,04	2,80	25,78	27,94	18,53	38,61
200	59,24	90,73	2,83	26,67	28,96	18,80	39,50
205	59,38	90,97	2,86	27,81	32,26	19,69	40,15
210	59,74	91,15	2,89	28,96	34,22	20,00	40,23
215	59,82	91,36	2,92	29,55	34,40	20,40	40,32
220	59,90	91,63	2,95	29,80	34,56	20,66	40,40
225	59,90	92,08	2,98	29,94	34,65	20,80	40,47
230	59,90	92,48	3,01	29,98	34,73	21,46	40,53
235	59,90	92,63	3,04	29,99	34,81	21,89	40,60
240	59,90	92,76	3,12	30,00	34,84	22,40	40,68
245	59,90	92,89	3,21	30,01	34,88	22,64	40,78
250	59,90	92,98	3,30	30,03	34,92	22,82	40,87
255	59,90	93,01	3,38	30,04	34,95	22,96	40,93

260	59,90	93,04	3,45	30,05	34,99	23,09	40,97
265	59,90	93,07	3,53	30,06	35,03	23,16	41,01
270	59,90	93,10	3,86	30,07	35,06	23,22	41,05
275	59,90	93,14	3,95	30,08	35,09	23,28	41,09
280	59,90	93,17	4,03	30,09	35,12	23,33	41,13
285	59,90	93,20	4,12	30,10	35,15	23,65	41,19
290	59,90	93,49	4,22	30,12	35,19	23,45	41,27
295	59,90	93,54	4,32	30,13	35,22	23,51	41,34
300	59,90	93,59	4,50	30,14	35,25	23,56	41,42

**Tabla 3-4 Alturas de precipitaciones de las estaciones pluviográficas de la tormenta 2.**



**Gráfica 3-4 Variación temporal de la tormenta 2.**



**Gráfica 3-5 Gráfica adimensional de la variación de la tormenta 2.**

La tormenta producida el 19 de Enero del 2014, la cual se denominará tormenta número 2, tuvo de hora de inicio las 20:30. En esta tormenta la estación que registró mayor altura de precipitación fue la de **Progreso**, con un registro de precipitación de 93.59mm.

La estación que tuvo el menor registro de precipitaciones fue la Estación de **La Toma** con apenas 3.30mm acumulados.

En la tormenta número 2, se observa que la precipitación empieza y termina en la misma Estación **de Progreso**.

En el 70% del tiempo de la duración de la tormenta, ya se habían registrado casi todas las lluvias en todas las estaciones, que registran esta tormenta, solamente las estaciones de La Toma Y Vía La Costa tuvieron después registros considerables.

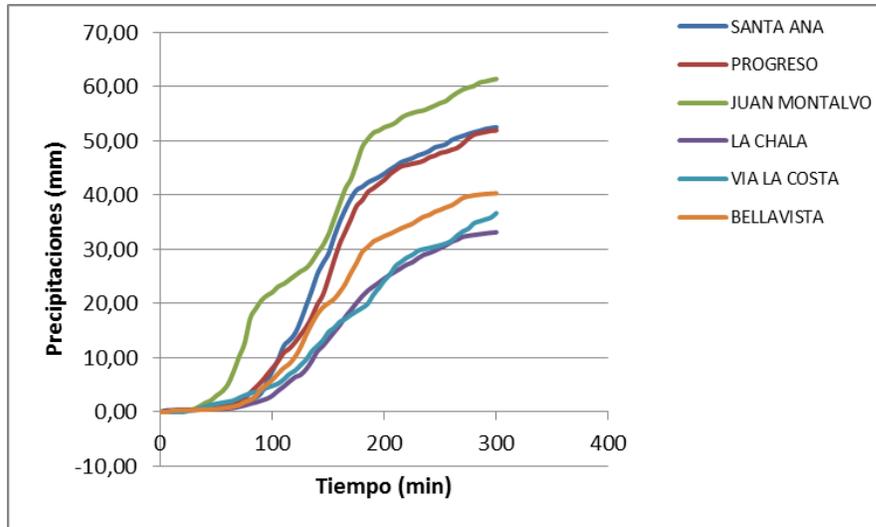
### 3.5.1.3. Tormenta 3.

- Tormenta del 23 de Enero del 2014.

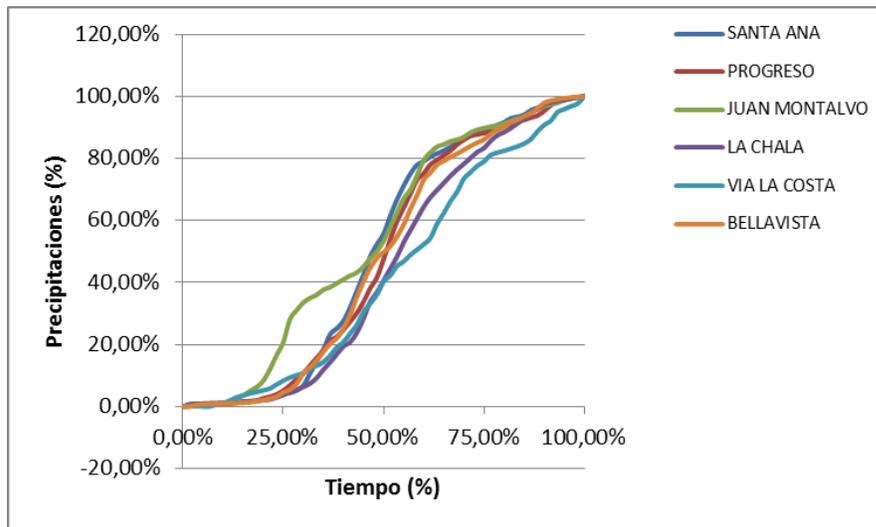
Tiempo (min)	Registros de precipitaciones de las estaciones pluviográficas (mm).					
	SANTA ANA	PROGRESO	JUAN MONTALVO	LA CHALA	VIA LA COSTA	BELLAVISTA
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,25	0,11	0,06	0,26	0,00	0,00
10	0,30	0,21	0,12	0,29	0,00	0,23
15	0,35	0,29	0,18	0,31	0,00	0,28
20	0,40	0,34	0,24	0,34	0,00	0,31
25	0,44	0,39	0,38	0,37	0,23	0,35
30	0,44	0,44	0,56	0,39	0,38	0,38
35	0,60	0,50	1,08	0,42	0,70	0,41
40	0,76	0,63	1,69	0,45	1,07	0,45
45	0,84	0,78	2,16	0,48	1,31	0,48
50	0,92	0,87	3,05	0,50	1,52	0,54
55	0,97	0,96	3,81	0,58	1,71	0,68
60	1,17	1,37	5,08	0,66	1,90	0,83
65	1,42	1,65	7,37	0,75	2,12	1,02
70	1,78	2,03	10,16	0,97	2,60	1,27
75	2,13	2,67	12,70	1,22	3,05	1,84
80	2,29	3,56	17,27	1,52	3,43	2,20
85	2,71	4,57	19,05	1,78	3,71	2,96
90	3,56	5,59	20,57	2,10	3,94	4,32
95	5,59	6,86	21,46	2,46	4,49	5,08
100	7,62	8,13	22,10	3,05	4,83	5,97
105	9,65	9,40	23,11	3,94	5,25	7,11
110	12,19	10,92	23,62	4,70	6,01	8,13
115	13,21	11,68	24,38	5,59	6,99	8,89
120	14,48	12,83	25,15	6,41	7,62	10,16
125	16,76	14,22	25,91	6,86	8,64	11,94
130	19,56	15,62	26,50	7,87	9,65	14,22
135	22,35	17,53	27,69	9,40	11,18	16,26
140	25,40	19,81	29,34	11,18	12,19	18,03

145	27,43	21,59	30,73	12,19	13,21	19,30
150	29,21	24,64	32,77	13,46	14,73	20,07
155	32,26	27,94	35,56	14,73	15,49	20,83
160	35,05	30,99	38,35	16,00	16,59	22,10
165	37,34	33,27	41,15	17,53	17,15	23,62
170	39,37	35,56	42,93	18,80	17,91	25,65
175	40,89	37,93	45,72	20,07	18,54	27,43
180	41,49	38,99	48,77	21,34	19,18	29,46
185	42,29	40,51	50,29	22,35	19,94	30,40
190	42,80	41,23	51,44	23,11	21,59	31,41
195	43,31	42,04	51,88	23,88	22,86	31,92
200	43,94	42,80	52,49	24,64	24,26	32,43
205	44,70	43,86	52,83	25,32	25,40	32,85
210	45,34	44,62	53,34	25,91	26,92	33,36
215	46,06	45,26	54,23	26,54	27,69	33,87
220	46,42	45,52	54,78	27,18	28,45	34,29
225	46,79	45,76	55,12	27,60	28,96	34,71
230	47,31	45,97	55,41	28,36	29,72	35,39
235	47,63	46,31	55,59	28,96	30,01	36,00
240	48,09	46,93	56,03	29,29	30,23	36,32
245	48,77	47,24	56,47	29,72	30,48	36,91
250	49,02	47,75	56,96	30,23	30,73	37,27
255	49,36	47,96	57,32	30,73	31,07	37,72
260	50,12	48,32	58,17	31,37	31,58	38,10
265	50,55	48,68	58,84	31,75	32,51	38,74
270	50,88	49,45	59,44	32,29	33,27	39,45
275	51,24	50,42	59,82	32,48	33,78	39,75
280	51,56	51,12	60,10	32,62	34,80	39,93
285	51,82	51,39	60,71	32,77	35,14	40,08
290	52,15	51,60	60,92	32,91	35,50	40,17
295	52,35	51,82	61,16	33,04	35,81	40,24
300	52,48	51,90	61,38	33,12	36,66	40,31

**Tabla 3-5 Alturas de precipitaciones de las estaciones pluviográficas de la tormenta 3.**



**Gráfica 3-6 Variación temporal de la tormenta 3.**



**Gráfica 3-7 Gráfica adimensional de la variación de la tormenta 3.**

La tormenta producida el 23 de Enero del 2014, la cual se denominará tormenta número 3, tuvo de hora de inicio las 05:00, En esta tormenta la estación que registró mayor altura de precipitación fue la **Estación Juan Montalvo**, con un registro de precipitación de 61.38mm.

La estación que tuvo el menor registro de precipitaciones fue la Estación de **La Chala** con 33.12mm acumulados.

En la tormenta número 3, se observa que la precipitación empieza y termina cerca de la misma **Estación de Juan Montalvo**.

Hasta el 25% de la duración de la tormenta, los registros de las precipitaciones en la estaciones eran bajas, luego del 25% del tiempo la tormenta comenzó a tener una mayor intensidad.

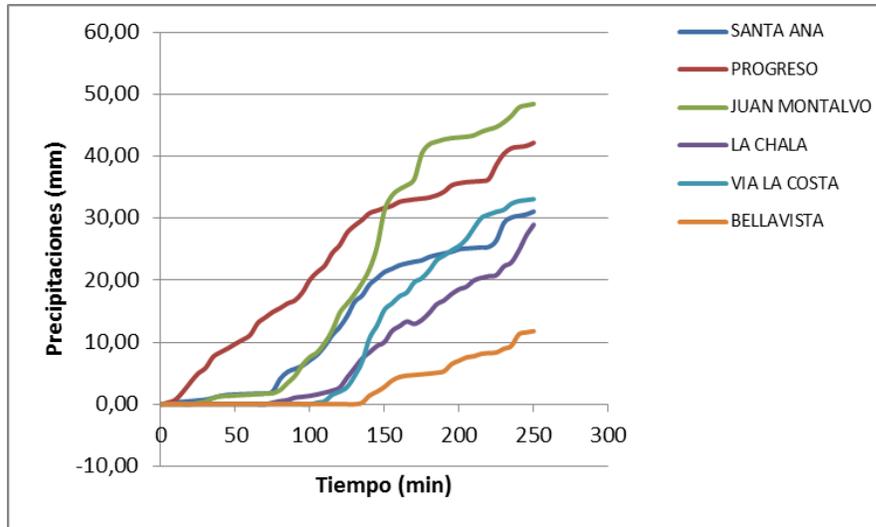
#### 3.5.1.4. Tormenta 4.

- Tormenta del 25 de Febrero del 2014.

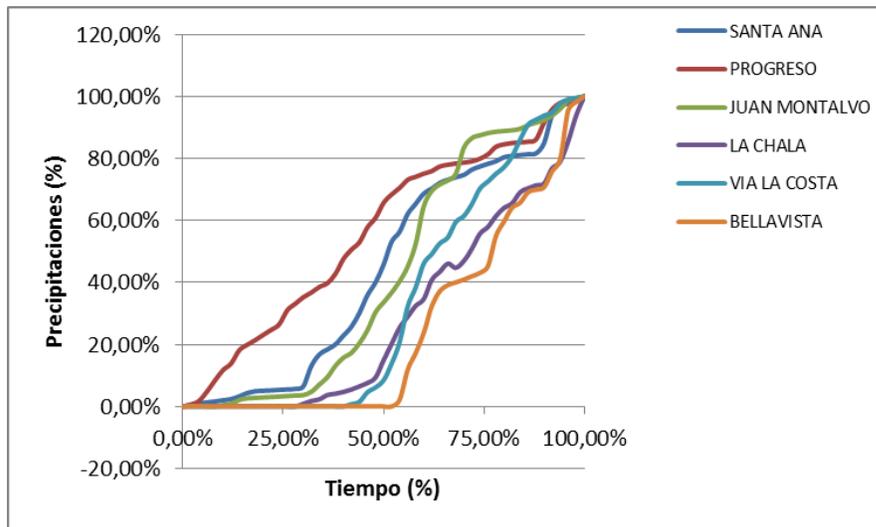
Tiempo (min)	Registros de precipitaciones de las estaciones pluviográficas (mm).					
	SANTA ANA	PROGRESO	JUAN MONTALVO	LA CHALA	VIA LA COSTA	BELLAVISTA
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,18	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,31	0,76	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,41	2,03	0,00	0,00	0,00	0,00
20	0,51	3,56	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,62	4,95	0,23	0,00	0,00	0,00
30	0,74	5,84	0,42	0,00	0,00	0,00
35	1,02	7,62	1,02	0,00	0,00	0,00
40	1,34	8,38	1,27	0,00	0,00	0,00
45	1,52	9,02	1,34	0,00	0,00	0,00
50	1,57	9,74	1,41	0,00	0,00	0,00
55	1,62	10,41	1,48	0,00	0,00	0,00
60	1,67	11,18	1,55	0,00	0,00	0,00
65	1,71	13,08	1,63	0,00	0,00	0,00
70	1,76	13,97	1,70	0,00	0,00	0,00
75	2,03	14,86	1,78	0,25	0,00	0,00
80	4,06	15,49	2,29	0,51	0,00	0,00
85	5,21	16,26	3,43	0,67	0,00	0,00

90	5,72	16,76	4,57	1,07	0,00	0,00
95	6,22	18,03	6,35	1,19	0,00	0,00
100	7,11	20,07	7,62	1,35	0,00	0,00
105	8,00	21,34	8,38	1,59	0,25	0,00
110	9,40	22,35	9,91	1,88	0,51	0,00
115	11,18	24,38	11,94	2,20	1,52	0,00
120	12,45	25,65	14,73	2,71	2,03	0,00
125	14,22	27,69	16,26	4,32	2,79	0,00
130	16,51	28,83	17,78	5,84	4,57	0,00
135	17,53	29,72	19,56	7,37	6,86	0,25
140	19,30	30,82	21,84	8,38	10,67	1,40
145	20,32	31,24	25,40	9,40	12,70	2,03
150	21,34	31,67	31,24	10,03	15,24	2,79
155	21,84	32,00	33,66	11,81	16,26	3,81
160	22,42	32,64	34,67	12,57	17,40	4,38
165	22,73	32,87	35,31	13,34	18,03	4,61
170	22,99	33,05	36,32	12,95	19,69	4,72
175	23,22	33,17	40,39	13,59	20,32	4,83
180	23,75	33,34	41,91	14,73	21,59	4,95
185	24,07	33,70	42,35	16,13	23,24	5,08
190	24,33	34,29	42,71	16,76	24,00	5,33
195	24,59	35,31	42,93	17,78	24,83	6,48
200	24,99	35,64	43,03	18,54	25,53	7,03
205	25,12	35,83	43,14	18,97	26,67	7,56
210	25,21	35,92	43,37	19,98	28,45	7,75
215	25,30	36,00	43,94	20,38	30,06	8,15
220	25,38	36,32	44,34	20,65	30,61	8,25
225	26,42	38,61	44,70	20,83	31,04	8,34
230	29,21	40,39	45,47	22,23	31,37	8,94
235	30,10	41,28	46,48	22,86	32,34	9,40
240	30,38	41,50	47,84	24,77	32,77	11,26
245	30,61	41,66	48,20	27,18	32,92	11,58
250	31,09	42,16	48,43	28,96	33,08	11,79

**Tabla 3-6 Alturas de precipitaciones de las estaciones pluviográficas de la tormenta 4.**



**Gráfica 3-8 Variación temporal de la tormenta 4.**



**Gráfica 3-9 Gráfica adimensional de la variación de la tormenta 4.**

La tormenta producida el 25 de Febrero del 2014, la cual llamaremos tormenta número 4, tuvo de hora de inicio las 04:50. En esta tormenta la estación que registró mayor altura de precipitación fue **Juan Montalvo**, con un registro de precipitación de 48.43mm.

La estación que tuvo el menor registro de precipitaciones fue la Estación de **Bellavista** con apenas 11.79mm acumulados.

En la tormenta número 4, se observa que la precipitación empieza en la estación de **Progreso**, pero a medida que va transcurriendo el tiempo, la tormenta se movió y la que acumuló mayores precipitaciones fue la estación **Juan Montalvo**.

La estación que tuvo el menor registro de precipitaciones, la de **Bellavista**, comenzó recién a precipitar al 50% del tiempo de duración de la tormenta.

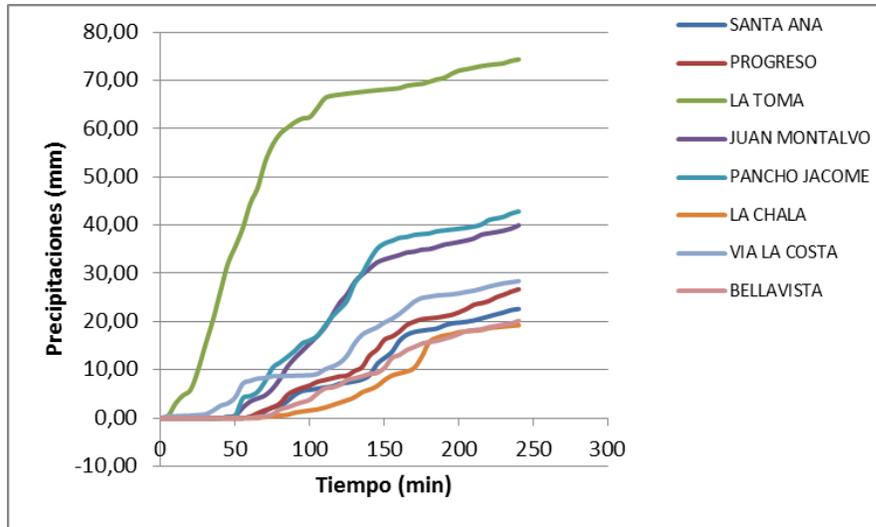
### 3.5.1.5. Tormenta 5.

- Tormenta del 28 de Febrero del 2014.

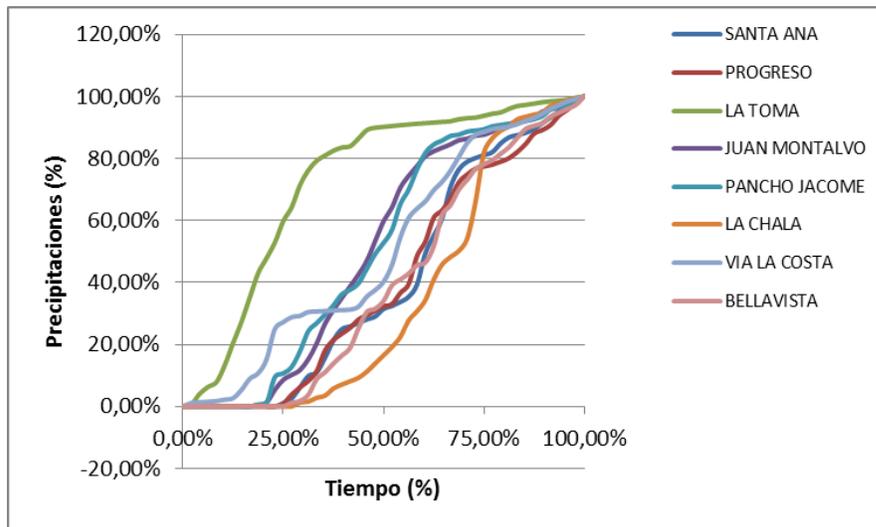
Tiempo (min)	Registros de precipitaciones de las estaciones pluviográficas (mm).							
	SANTA ANA	PROGRESO	LA TOMA	JUAN MONTALVO	PANCHO JACOME	LA CHALA	VIA LA COSTA	BELLAVISTA
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,51	0,00	0,00	0,00	0,31	0,00
10	0,00	0,00	3,05	0,00	0,00	0,00	0,37	0,00
15	0,00	0,00	4,70	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00
20	0,00	0,00	5,84	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
25	0,00	0,00	9,91	0,00	0,00	0,00	0,62	0,00
30	0,00	0,00	15,24	0,00	0,00	0,00	0,76	0,00
35	0,00	0,00	20,32	0,00	0,00	0,00	1,52	0,00
40	0,00	0,00	26,16	0,00	0,00	0,00	2,54	0,00
45	0,00	0,00	32,00	0,23	0,23	0,00	3,05	0,00
50	0,00	0,00	35,56	0,51	0,51	0,00	4,32	0,00
55	0,00	0,00	39,37	2,16	4,06	0,00	7,11	0,00
60	0,24	0,25	44,45	3,43	4,57	0,00	7,72	0,00
65	0,59	1,02	47,75	4,06	5,46	0,00	8,18	0,24
70	1,40	1,65	53,09	4,70	7,62	0,24	8,31	0,36
75	2,22	2,20	56,64	6,10	10,41	0,30	8,65	0,76
80	2,49	3,05	58,93	8,13	11,51	0,54	8,70	1,78
85	3,56	4,83	60,20	10,67	12,70	0,68	8,74	2,22
90	4,83	5,72	61,34	12,45	13,97	1,12	8,78	2,79

95	5,63	6,27	62,10	13,97	15,49	1,35	8,83	3,30
100	5,84	6,77	62,42	15,49	16,13	1,57	8,87	3,81
105	6,10	7,49	64,26	17,02	17,02	1,78	9,14	5,08
110	6,35	7,87	66,29	18,80	19,05	2,16	10,08	6,14
115	6,56	8,26	66,84	21,34	21,08	2,67	10,67	6,35
120	7,11	8,64	67,06	23,88	22,61	3,18	11,43	6,86
125	7,32	8,82	67,27	25,65	24,38	3,68	12,95	7,87
130	7,62	9,78	67,46	28,19	27,94	4,32	15,49	8,26
135	8,00	10,54	67,64	29,72	29,97	5,33	17,27	8,64
140	8,89	12,95	67,82	30,99	32,77	5,91	18,12	9,18
145	11,18	14,22	67,96	32,26	35,05	6,60	18,80	9,36
150	12,45	16,26	68,10	32,89	36,20	7,87	19,81	10,41
155	13,72	16,89	68,24	33,36	36,75	8,81	20,57	12,45
160	16,00	17,91	68,41	33,78	37,37	9,27	21,59	13,08
165	17,27	19,30	68,90	34,33	37,56	9,65	22,86	14,10
170	17,84	19,98	69,14	34,51	37,97	10,41	24,13	14,73
175	18,12	20,49	69,29	34,90	38,13	12,70	24,89	15,43
180	18,33	20,67	69,72	35,03	38,29	15,75	25,15	15,75
185	18,54	20,83	70,21	35,45	38,72	16,64	25,40	16,00
190	19,18	21,08	70,53	35,94	38,90	17,10	25,52	16,43
195	19,62	21,39	71,37	36,22	39,08	17,38	25,63	16,85
200	19,78	21,93	72,05	36,51	39,26	17,81	25,86	17,46
205	19,96	22,61	72,34	36,83	39,45	17,97	26,16	18,03
210	20,24	23,50	72,64	37,25	39,71	18,11	26,42	18,25
215	20,66	23,81	72,96	38,02	40,13	18,24	26,81	18,42
220	21,08	24,26	73,22	38,30	41,06	18,65	27,26	18,85
225	21,51	25,06	73,37	38,56	41,40	18,83	27,62	19,10
230	21,89	25,57	73,58	38,86	41,74	18,99	27,94	19,35
235	22,39	26,21	74,07	39,29	42,42	19,12	28,15	19,61
240	22,61	26,71	74,36	39,96	42,84	19,23	28,40	20,15

**Tabla 3-7 Alturas de precipitaciones de las estaciones pluviográficas de la tormenta 5.**



**Gráfica 3-10 Variación temporal de la tormenta 5.**



**Gráfica 3-11 Grafica adimensional de la variación de la tormenta 5.**

La tormenta producida el 28 de Febrero del 2014, la cual se denominara tormenta número 5, tuvo de hora de inicio las 20:00. En esta tormenta la estación que registró mayor altura de precipitación fue **La Toma**, con un registro de precipitación de 74.36mm.

La estación que tuvo el menor registro de precipitaciones fue la Estación de **La Chala** con 19.23mm acumulados.

En la tormenta número 5, se observa que la precipitación empieza en la estación de **La Toma**.

En el 90% del tiempo de duración de la tormenta, se había ya registrado el 95% de las lluvias en todas las estaciones, que registran esta tormenta.

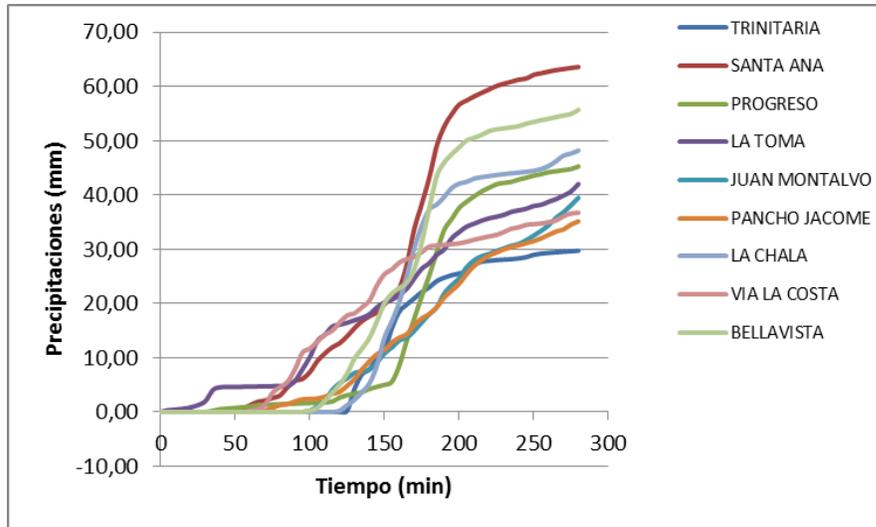
### 3.5.1.6. Tormenta 6.

- Tormenta del 24 de Marzo del 2014.

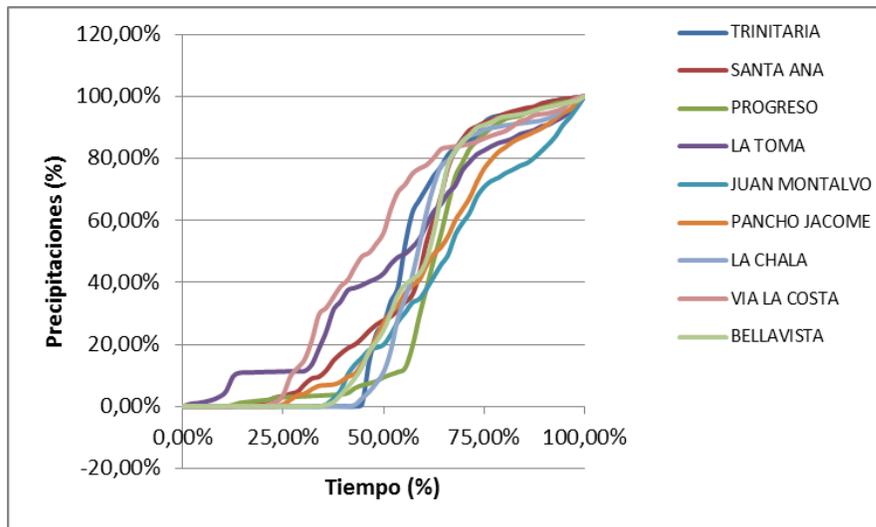
Tiempo (min)	Registros de precipitaciones de las estaciones pluviográficas (mm).								
	TRINITARIA	SANTA ANA	PROGRESO	LA TOMA	JUAN MONTALVO	PANCHO JACOME	LA CHALA	VIA LA COSTA	BELLAVISTA
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	0,00	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,00	0,00	0,00	1,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,00	0,00	0,00	2,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
35	0,00	0,00	0,23	4,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
40	0,00	0,23	0,53	4,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
45	0,00	0,28	0,65	4,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
50	0,00	0,41	0,76	4,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
55	0,00	0,59	0,88	4,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
60	0,00	1,27	0,99	4,68	0,00	0,00	0,00	0,24	0,00
65	0,00	1,88	1,28	4,71	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00
70	0,00	2,12	1,33	4,73	0,00	0,24	0,00	1,40	0,00
75	0,00	2,60	1,38	4,76	0,00	0,76	0,00	3,56	0,00
80	0,00	3,05	1,43	4,78	0,00	1,27	0,00	4,57	0,00
85	0,00	4,57	1,48	4,81	0,00	1,45	0,00	5,59	0,00
90	0,00	5,76	1,53	5,72	0,00	1,97	0,00	7,87	0,00
95	0,00	6,10	1,59	7,87	0,00	2,34	0,00	10,92	0,00
100	0,00	7,37	1,64	10,16	0,25	2,41	0,00	11,68	0,25
105	0,00	9,40	1,69	13,08	1,02	2,48	0,00	12,95	0,76
110	0,00	10,80	1,75	14,22	2,03	2,79	0,00	14,22	2,03

115	0,00	11,94	1,95	15,75	4,06	3,37	0,00	14,99	3,56
120	0,00	12,70	2,67	16,09	5,33	3,73	0,25	16,51	5,08
125	0,25	13,97	3,10	16,45	6,22	4,83	1,27	17,78	7,11
130	4,32	15,49	3,37	16,93	7,20	6,10	2,29	18,22	9,91
135	6,99	16,76	3,68	17,36	7,49	7,87	3,68	19,30	11,68
140	7,87	17,65	4,25	18,03	7,87	9,40	5,33	20,57	13,72
145	10,03	18,42	4,66	19,30	9,14	10,67	8,64	23,37	16,76
150	11,43	19,81	5,02	20,24	10,80	11,43	13,72	25,40	20,07
155	15,49	21,34	5,59	20,70	11,94	12,83	16,76	26,29	21,84
160	18,54	22,86	8,64	21,59	13,21	13,72	20,32	27,56	22,86
165	19,81	27,18	13,21	22,73	13,72	14,35	25,15	28,19	23,88
170	20,96	33,78	17,27	24,64	14,99	16,00	30,23	28,62	26,42
175	22,10	38,35	21,34	26,42	16,51	17,27	34,29	29,46	31,24
180	22,99	43,18	25,15	27,43	18,03	18,03	37,34	30,48	37,59
185	24,13	49,02	29,46	28,96	19,30	19,30	38,23	30,69	43,43
190	24,77	52,58	33,53	29,97	21,84	21,08	39,62	30,82	45,97
195	25,21	54,86	35,56	32,00	23,37	22,35	41,28	30,92	47,50
200	25,53	56,64	37,59	33,15	24,64	23,62	42,08	31,09	48,77
205	25,91	57,40	38,74	34,16	26,67	25,40	42,42	31,37	50,04
210	27,18	58,17	39,75	34,71	27,94	26,92	43,01	31,75	50,55
215	27,69	58,80	40,64	35,26	28,70	27,94	43,29	32,07	51,05
220	27,87	59,44	41,32	35,71	29,13	28,83	43,48	32,36	51,75
225	27,99	60,07	41,97	35,98	29,72	29,38	43,69	32,64	52,10
230	28,09	60,52	42,24	36,32	30,14	29,97	43,85	33,17	52,26
235	28,18	60,88	42,42	36,89	30,65	30,40	43,99	33,78	52,48
240	28,32	61,26	42,85	37,19	30,99	30,73	44,12	34,04	52,69
245	28,53	61,47	43,18	37,47	31,67	31,12	44,27	34,50	53,15
250	28,96	62,15	43,56	37,97	32,51	31,50	44,45	34,64	53,47
255	29,21	62,43	43,84	38,20	33,40	32,00	44,79	34,75	53,78
260	29,33	62,74	44,20	38,74	34,42	32,64	45,34	34,99	54,05
265	29,44	63,03	44,38	39,24	35,81	33,27	46,23	35,31	54,36
270	29,54	63,21	44,58	39,88	36,83	33,66	47,24	36,07	54,66
275	29,64	63,42	44,79	40,64	38,10	34,54	47,63	36,58	54,93
280	29,73	63,58	45,25	42,04	39,50	35,14	48,20	36,73	55,69

**Tabla 3-8 Alturas de precipitaciones de las estaciones pluviográficas de la tormenta 6.**



**Gráfica 3-12 Variación temporal de la tormenta 6.**



**Gráfica 3-13 Gráfica adimensional de la variación de la tormenta 6.**

La tormenta producida el 24 de Marzo del 2014, la cual se denominará tormenta número 6, tuvo de hora de inicio las 18:30. En esta tormenta la estación que registró mayor altura de precipitación fue la de **Santa Ana**, con un registro de precipitación de 63.58mm.

La estación que tuvo el menor registro de precipitaciones fue la Estación de **Trinitaria** con 29.73mm acumulados.

En la tormenta número 6, se observa que la precipitación empieza en la estación **la Toma**, esto es al norte de la ciudad, pero a medida que va transcurriendo el tiempo, la tormenta se movió y la que acumuló mayores precipitaciones fue la Estación **Santa Ana**.

La mayor intensidad de la precipitación comienza a partir del 35% del tiempo de duración de la tormenta, ya que antes los registros de precipitaciones en las estaciones eran bajos.

### 3.5.1.7. Tormenta 7.

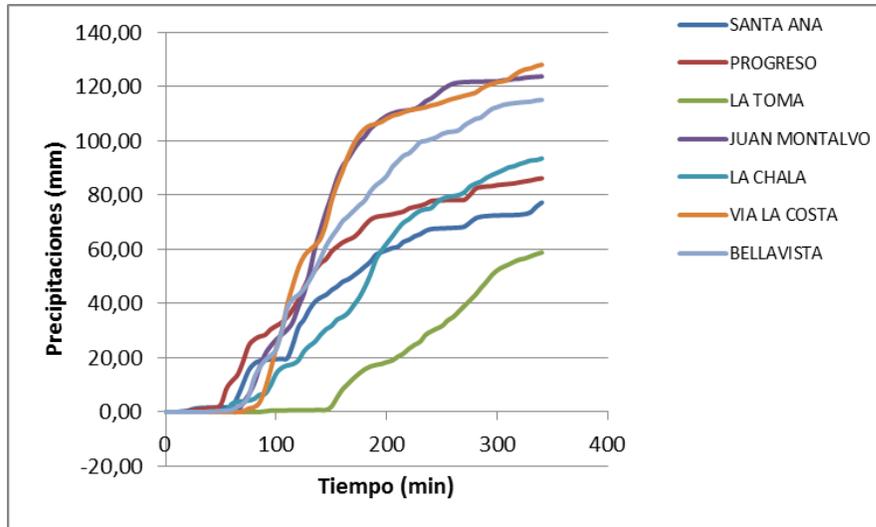
- Tormenta del 2 de Marzo del 2013.

Tiempo (min)	Registros de precipitaciones de las estaciones pluviográficas (mm).						
	SANTA ANA	PROGRESO	LA TOMA	JUAN MONTALVO	LA CHALA	VIA LA COSTA	BELLAVISTA
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	0,46	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	1,14	0,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	1,47	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
35	1,56	1,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
40	1,61	1,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24
45	1,66	1,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29

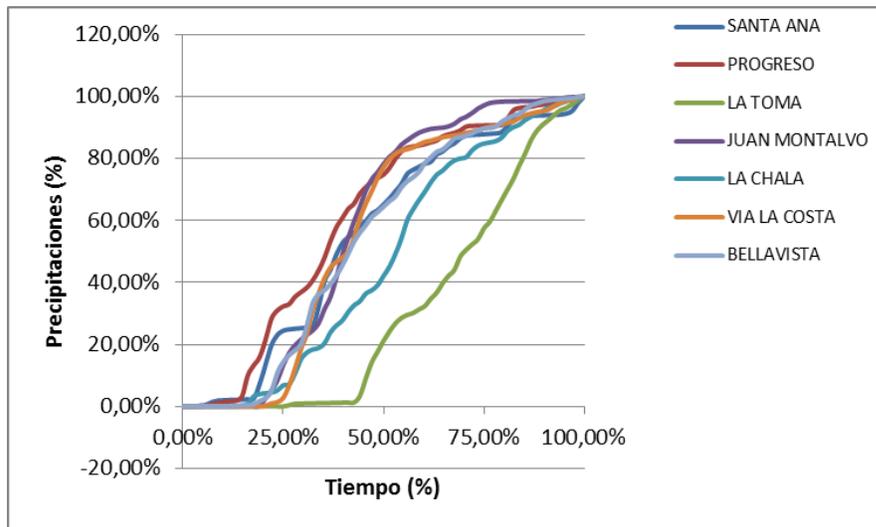
50	1,71	2,79	0,00	0,00	0,24	0,00	0,37
55	1,76	8,64	0,00	0,00	0,76	0,00	0,44
60	1,97	11,43	0,00	0,00	3,05	0,00	0,76
65	5,59	13,72	0,00	0,25	3,75	0,00	2,03
70	10,41	18,54	0,00	3,30	3,98	0,25	3,05
75	15,24	24,38	0,00	6,35	4,22	1,27	5,84
80	17,78	26,67	0,00	10,41	4,83	1,78	12,45
85	18,88	27,81	0,00	16,51	6,35	3,56	16,51
90	19,20	28,45	0,25	21,34	6,73	8,64	19,05
95	19,37	30,48	0,52	24,38	9,91	15,75	20,83
100	19,49	31,75	0,55	26,67	14,22	23,62	23,11
105	19,63	33,02	0,57	28,58	16,26	29,97	29,97
110	19,81	35,05	0,59	30,35	17,19	39,62	38,35
115	24,89	37,85	0,62	33,27	17,65	46,74	41,66
120	31,24	41,40	0,64	38,86	19,05	53,09	43,18
125	34,04	45,97	0,67	43,69	22,35	57,40	45,47
130	37,85	49,78	0,69	51,31	24,38	59,69	48,51
135	40,64	52,32	0,71	60,45	25,91	61,47	52,32
140	42,16	54,86	0,74	67,31	28,45	64,01	56,64
145	43,18	56,39	0,76	73,91	30,48	69,60	61,21
150	44,96	59,18	2,03	79,76	31,75	77,72	64,52
155	46,23	60,96	5,33	86,11	34,04	83,82	67,31
160	48,01	62,48	8,38	90,68	35,05	88,90	70,36
165	48,90	63,50	10,41	93,47	36,58	94,49	72,14
170	50,29	64,43	12,45	96,77	39,37	98,81	74,17
175	51,82	66,29	14,22	99,57	42,16	102,11	76,20
180	53,59	68,83	15,75	101,60	45,97	104,39	77,98
185	55,37	70,87	16,76	104,39	50,55	105,66	81,28
190	57,91	71,88	17,36	106,17	56,13	106,17	83,57
195	58,93	72,26	17,72	107,82	59,44	106,93	85,09
200	59,69	72,54	18,42	109,22	62,23	108,20	87,12
205	60,45	72,90	19,05	110,11	64,77	109,22	90,42
210	60,96	73,41	20,45	110,74	67,56	109,73	92,46

215	62,74	73,91	21,59	111,04	69,85	110,49	94,49
220	63,50	75,06	23,37	111,25	71,12	111,19	95,38
225	64,77	75,61	24,77	111,76	72,90	111,57	97,28
230	65,53	76,03	25,91	112,78	74,17	111,93	99,44
235	66,80	76,71	28,45	114,55	74,76	112,35	99,91
240	67,44	77,77	29,72	115,57	75,18	113,03	100,58
245	67,61	77,99	30,73	117,09	77,22	113,45	101,35
250	67,70	78,04	31,75	118,87	78,61	114,13	102,53
255	67,78	78,09	33,78	120,14	79,25	114,89	103,17
260	67,89	78,13	35,05	121,07	79,60	115,51	103,38
265	68,00	78,18	37,08	121,45	80,01	116,03	103,89
270	68,33	78,23	39,12	121,63	81,03	116,59	105,66
275	69,85	80,01	41,15	121,70	83,06	117,09	106,93
280	71,37	82,30	43,18	121,74	84,20	117,69	108,01
285	72,01	82,93	45,72	121,78	84,96	119,13	108,59
290	72,24	83,14	48,01	121,82	86,36	120,27	110,24
295	72,40	83,28	50,55	121,86	87,38	120,99	111,76
300	72,45	83,69	52,32	121,90	88,27	121,56	112,44
305	72,50	83,86	53,47	122,25	89,15	121,92	113,20
310	72,55	84,07	54,36	122,43	90,17	122,68	113,59
315	72,60	84,29	55,37	122,78	90,59	124,21	113,86
320	72,69	84,67	56,22	122,88	91,44	125,48	114,10
325	72,96	85,03	56,64	123,26	92,03	126,32	114,24
330	73,66	85,34	57,40	123,44	92,71	126,68	114,41
335	75,69	85,85	58,17	123,57	92,88	127,51	114,85
340	77,22	86,16	58,80	123,70	93,47	128,02	115,06

**Tabla 3-9 Alturas de precipitaciones de las estaciones pluviográficas de la tormenta 7.**



**Gráfica 3-14 Variación temporal de la tormenta 7.**



**Gráfica 3-15 Grafica adimensional de la variación de la tormenta 7.**

Ya tormenta producida el 2 de Marzo del 2013, la cual se denominará tormenta número 7, tuvo como hora de inicio las 17:00. En esta tormenta la estación que registró mayor altura de precipitación fue **Bombeo Vía La Costa**, con un registro de precipitación de 128.02mm.

La estación que tuvo el menor registro de precipitaciones fue la Estación de **La Toma** con 58.80mm acumulados.

En la tormenta número 7, se observa que la precipitación empieza en la estación de **Santa Ana**, pero a medida que va transcurriendo el tiempo, la tormenta se movió y la que acumuló mayores precipitaciones fue la Estación **Bombeo Vía La Costa**.

En el 80% del tiempo de duración de la tormenta, se había ya registrado el 90% de las lluvias en todas las estaciones, que registran esta tormenta.

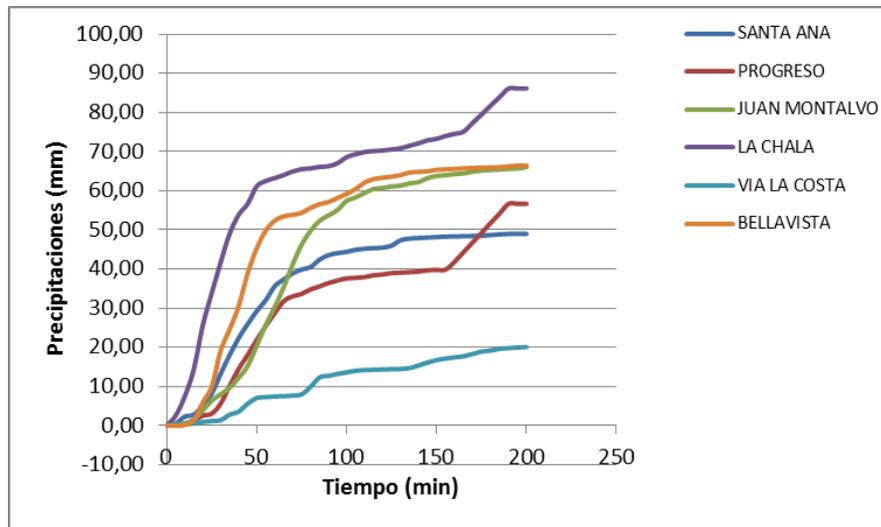
### 3.5.1.8. Tormenta 8.

- Tormenta del 14 de Marzo del 2013.

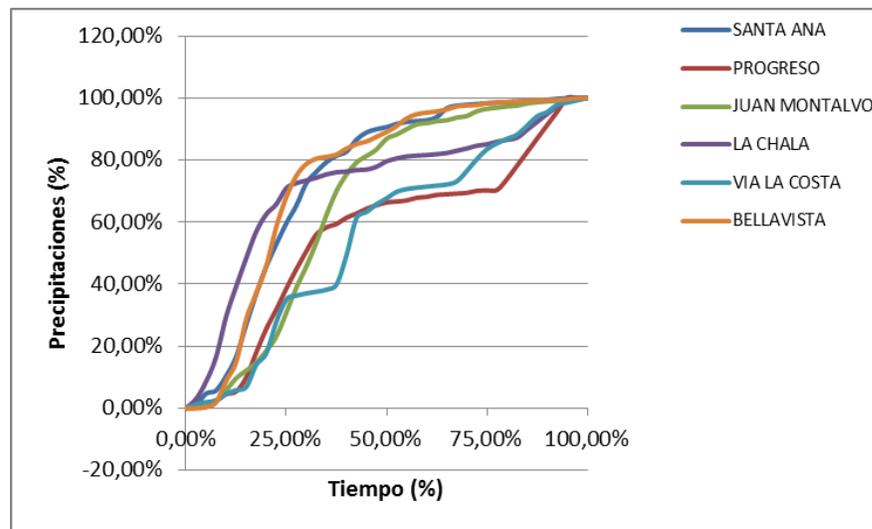
Tiempo (min)	Registros de precipitaciones de las estaciones pluviográficas (mm).					
	SANTA ANA	PROGRESO	JUAN MONTALVO	LA CHALA	VIA LA COSTA	BELLAVISTA
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,51	0,00	0,14	2,54	0,25	0,00
10	2,29	0,21	0,59	7,37	0,38	0,23
15	2,79	1,27	1,52	14,22	0,51	1,27
20	5,08	2,54	3,81	25,40	0,93	5,84
25	8,13	3,05	6,35	33,78	1,16	9,91
30	13,21	5,59	8,00	41,66	1,37	19,05
35	18,03	10,16	9,65	49,02	2,79	24,64
40	22,35	14,48	12,19	53,85	3,56	30,48
45	25,91	18,03	15,24	56,64	5,59	38,86
50	29,21	21,84	20,32	61,09	7,03	45,21
55	32,00	25,40	25,65	62,48	7,28	49,78
60	35,56	28,70	30,23	63,25	7,43	52,32
65	37,34	31,75	35,31	64,01	7,54	53,47
70	38,86	33,02	41,15	64,94	7,67	53,85
75	39,88	33,66	46,23	65,53	8,00	54,36
80	40,51	34,80	49,78	65,71	9,91	55,63

85	42,42	35,56	52,32	66,12	12,32	56,58
90	43,56	36,45	53,72	66,27	12,70	57,15
95	44,07	37,08	55,12	67,06	13,21	58,17
100	44,39	37,59	57,40	68,58	13,59	59,18
105	44,91	37,75	58,29	69,34	14,01	60,45
110	45,21	37,95	59,44	69,90	14,19	62,10
115	45,34	38,43	60,45	70,14	14,28	62,99
120	45,47	38,61	60,71	70,29	14,34	63,33
125	45,97	38,97	61,12	70,55	14,41	63,58
130	47,37	39,07	61,32	70,87	14,48	64,01
135	47,78	39,20	61,89	71,50	14,69	64,67
140	47,92	39,34	62,23	72,14	15,37	64,85
145	48,05	39,69	63,25	72,90	16,13	64,97
150	48,17	39,78	63,75	73,28	16,76	65,35
155	48,27	39,86	64,01	74,00	17,15	65,48
160	48,33	41,85	64,26	74,53	17,44	65,61
165	48,38	44,32	64,42	75,12	17,72	65,74
170	48,44	46,79	64,90	77,32	18,29	65,83
175	48,49	49,25	65,15	79,52	18,90	65,89
180	48,70	51,72	65,32	81,72	19,18	65,96
185	48,86	54,19	65,44	83,92	19,64	66,03
190	48,98	56,66	65,56	86,12	19,78	66,21
195	48,98	56,66	65,68	86,12	19,94	66,45
200	48,98	56,66	66,04	86,12	20,08	66,45

**Tabla 3-10 Alturas de precipitaciones de las estaciones pluviográficas de la tormenta 8.**



**Gráfica 3-16 Variación temporal de la tormenta 8.**



**Gráfica 3-17 Grafica adimensional de la variación de la tormenta 8.**

La tormenta producida el 14 de Marzo del 2013, la cual se denominará tormenta número 8, tuvo como hora de inicio las 18:20. En esta tormenta la estación que registró mayor altura de precipitación fue la **Chala**, con un registro de precipitación de 86.12mm.

La estación que tuvo el menor registro de precipitaciones fue la Estación de **Bombero Vía La Costa** con 20.08mm acumulados.

En la tormenta número 8, se observa que la precipitación empezó y terminó en la misma estación de **La Chala**.

En el 80% del tiempo de duración de la tormenta, se había ya registrado el 90% de las lluvias en todas las estaciones, que registran esta tormenta.

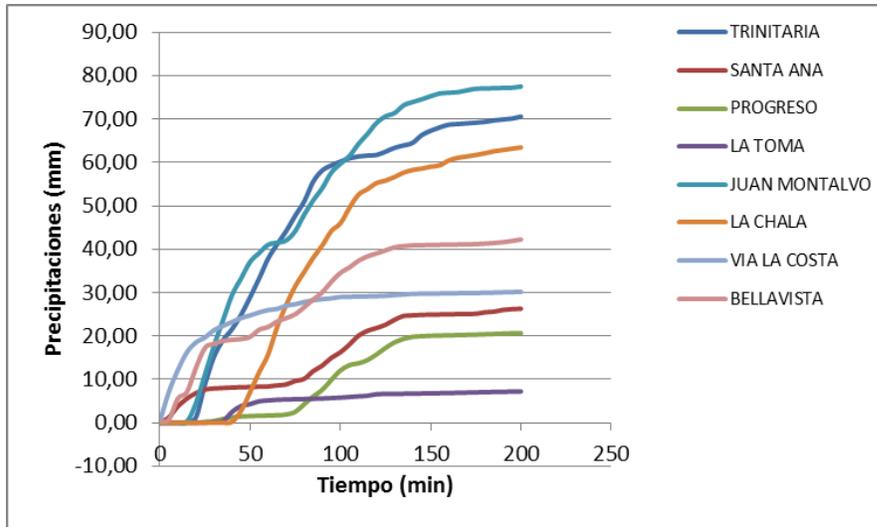
### 3.5.1.9. Tormenta 9.

- Tormenta del 26 de Enero del 2012.

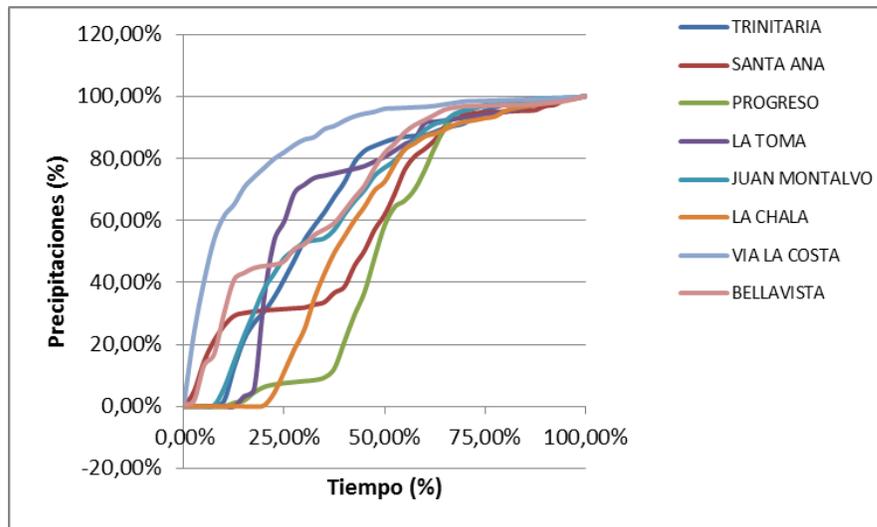
Tiempo (min)	Registros de precipitaciones de las estaciones pluviográficas (mm).							
	TRINITARIA	SANTA ANA	PROGRESO	LA TOMA	JUAN MONTALVO	LA CHALA	VIA LA COSTA	BELLAVISTA
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25
5	0,00	1,27	0,00	0,00	0,00	0,00	7,11	0,76
10	0,00	3,81	0,00	0,00	0,00	0,00	12,19	5,59
15	0,20	5,59	0,00	0,00	0,25	0,00	16,26	7,11
20	1,27	6,86	0,00	0,00	4,57	0,00	18,54	12,70
25	8,89	7,68	0,24	0,00	11,18	0,00	19,69	17,27
30	15,24	7,92	0,40	0,24	17,78	0,00	21,34	18,20
35	19,05	8,05	0,93	0,41	23,62	0,00	22,35	18,88
40	21,59	8,15	1,30	2,54	29,46	0,24	23,24	19,15
45	24,89	8,21	1,46	3,87	33,27	2,79	24,13	19,30
50	28,96	8,27	1,56	4,32	37,08	7,11	24,77	19,81
55	33,27	8,32	1,63	4,98	39,12	11,68	25,46	21,46
60	37,85	8,38	1,69	5,18	41,02	15,75	25,99	22,10
65	41,15	8,64	1,75	5,33	41,53	22,10	26,25	23,37
70	44,20	8,85	1,93	5,39	42,04	27,18	27,01	24,13
75	47,75	9,65	2,54	5,44	44,20	31,50	27,33	25,02
80	51,05	10,16	4,32	5,49	48,01	34,80	27,84	26,67
85	55,63	11,94	6,10	5,55	51,31	38,10	28,26	28,45
90	58,17	13,21	7,62	5,61	54,10	40,89	28,52	30,10
95	59,31	14,99	9,91	5,71	57,66	44,20	28,70	32,51

100	60,20	16,26	12,07	5,82	59,69	45,97	29,00	34,54
105	60,96	18,03	13,29	5,97	61,47	49,53	29,05	35,81
110	61,38	20,07	13,72	6,12	64,26	52,58	29,09	37,34
115	61,58	21,21	14,48	6,25	66,55	53,85	29,14	38,35
120	61,72	21,84	15,75	6,61	69,09	55,25	29,18	39,03
125	62,48	22,61	17,27	6,64	70,61	55,82	29,27	39,75
130	63,37	23,75	18,54	6,68	71,37	56,64	29,43	40,45
135	63,92	24,64	19,35	6,71	73,15	57,66	29,58	40,74
140	64,52	24,77	19,84	6,74	73,91	58,27	29,72	40,91
145	66,29	24,89	19,96	6,77	74,55	58,59	29,75	40,94
150	67,31	24,93	20,08	6,81	75,27	59,01	29,78	40,98
155	68,07	24,97	20,12	6,84	75,88	59,33	29,81	41,01
160	68,69	25,01	20,17	6,88	76,06	60,45	29,84	41,05
165	68,86	25,05	20,22	6,93	76,20	61,06	29,87	41,08
170	69,00	25,09	20,27	6,98	76,61	61,38	29,90	41,12
175	69,16	25,13	20,32	7,03	76,99	61,72	29,92	41,17
180	69,34	25,48	20,40	7,08	77,04	62,10	29,95	41,30
185	69,68	25,60	20,48	7,13	77,10	62,57	30,00	41,44
190	69,89	26,04	20,56	7,16	77,16	62,87	30,07	41,62
195	70,10	26,20	20,62	7,20	77,22	63,16	30,13	41,91
200	70,57	26,30	20,67	7,24	77,48	63,45	30,20	42,25

**Tabla 3-11 Alturas de precipitaciones de las estaciones pluviográficas de la tormenta 9.**



**Gráfica 3-18 Variación temporal de la tormenta 9.**



**Gráfica 3-19 Grafica adimensional de la variación de la tormenta 9.**

La tormenta producida el 26 de Enero del 2012, la cual se denominará tormenta número 9, tuvo como hora de inicio las 16:30. En esta tormenta la estación que registró mayor altura de precipitación fue **Juan Montalvo**, con un registro de precipitación de 77.48mm.

La estación que tuvo el menor registro de precipitaciones fue la Estación de **La Toma** con apenas 7.04mm acumulados.

En la tormenta número 9, se observa que la precipitación empieza en la estación de **Bombeo Vía La Costa**, pero a medida que va transcurriendo el tiempo, la tormenta se movió y la que acumuló mayores precipitaciones fue la Estación **Juan Montalvo**.

En el 75% del tiempo de duración de la tormenta, se había ya registrado casi el total de las lluvias en todas las estaciones, que registran esta tormenta.

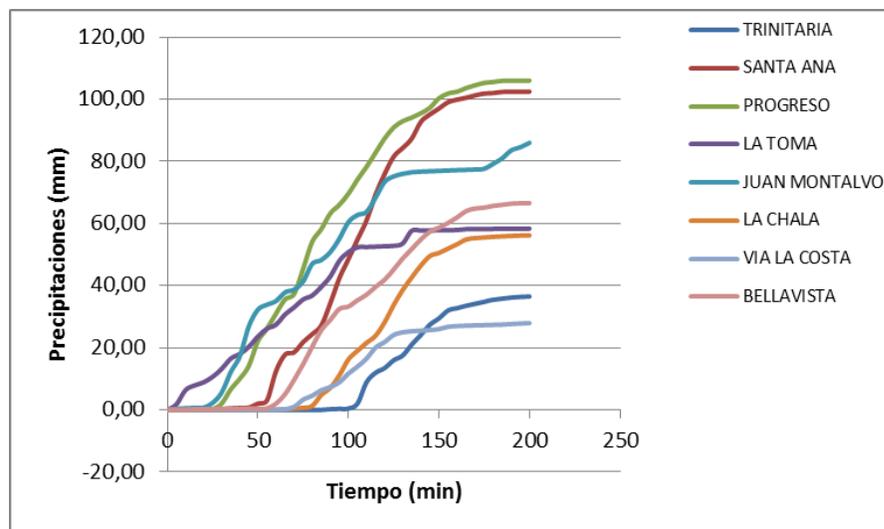
### 3.5.1.10. Tormenta 10.

- Tormenta del 7 de Febrero del 2012.

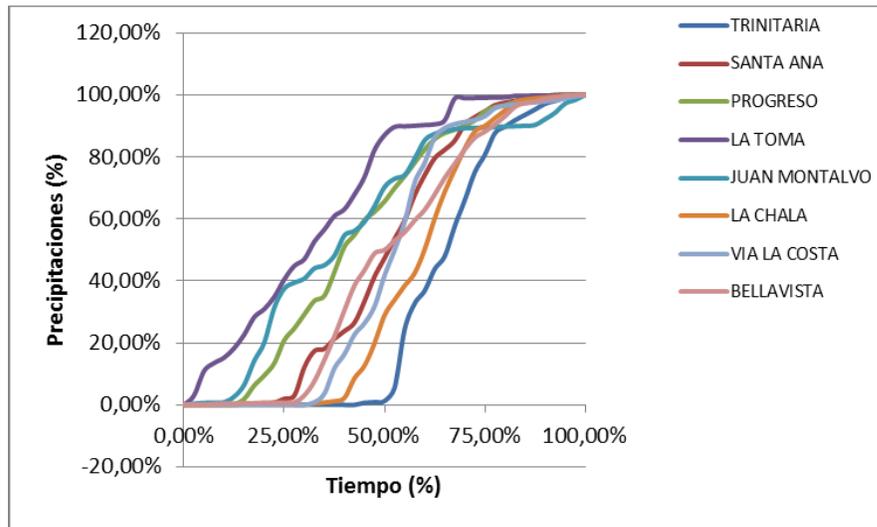
Tiempo (min)	Registros de precipitaciones de las estaciones pluviográficas (mm).							
	TRINITARIA	SANTA ANA	PROGRESO	LA TOMA	JUAN MONTALVO	LA CHALA	VIA LA COSTA	BELLAVISTA
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	1,78	0,38	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	6,35	0,56	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,00	0,00	7,87	0,64	0,00	0,00	0,21
20	0,00	0,00	0,00	8,89	0,73	0,00	0,00	0,27
25	0,00	0,00	0,24	10,67	2,29	0,00	0,00	0,30
30	0,00	0,24	2,03	13,21	5,59	0,00	0,00	0,34
35	0,00	0,51	6,60	16,51	12,19	0,00	0,00	0,37
40	0,00	0,64	10,03	18,03	17,27	0,00	0,00	0,41
45	0,00	0,76	14,22	20,32	26,92	0,00	0,00	0,44
50	0,00	2,03	22,10	23,62	32,26	0,00	0,00	0,47
55	0,00	3,05	26,16	26,16	33,87	0,00	0,00	0,51
60	0,00	12,45	30,99	27,43	35,05	0,00	0,00	2,03
65	0,00	17,78	35,56	30,73	37,85	0,25	0,25	5,08
70	0,00	18,54	37,34	33,02	38,74	0,44	1,02	9,65
75	0,00	21,84	45,47	35,56	41,40	0,68	3,30	14,73
80	0,00	24,38	54,10	36,83	46,99	1,27	4,57	20,32
85	0,00	27,18	58,17	39,62	48,26	4,83	6,35	25,65
90	0,25	34,29	63,25	42,93	50,80	7,11	7,37	28,96
95	0,33	42,42	66,04	48,01	55,12	11,18	8,89	32,51
100	0,46	48,51	69,60	50,80	60,45	16,26	11,68	33,27

105	2,03	54,86	74,17	52,35	62,74	19,05	13,97	35,31
110	8,89	60,96	78,23	52,45	63,75	21,59	16,51	37,08
115	11,94	69,34	82,80	52,56	68,33	23,88	20,07	39,62
120	13,46	75,95	87,38	52,69	73,41	28,19	21,84	41,91
125	16,00	81,53	90,93	52,83	75,18	33,78	24,13	45,21
130	17,53	84,33	92,96	53,59	76,01	38,61	24,98	48,77
135	21,08	87,38	94,11	57,70	76,53	42,67	25,34	51,82
140	24,13	92,71	95,50	57,74	76,71	46,48	25,53	54,86
145	27,43	95,12	97,28	57,79	76,82	49,53	25,70	57,40
150	29,46	97,03	100,33	57,83	76,94	50,55	26,04	58,67
155	32,00	99,06	101,85	57,87	77,05	51,94	26,75	60,20
160	32,77	99,89	102,45	57,91	77,17	53,34	26,99	61,98
165	33,53	100,50	103,63	58,19	77,29	54,86	27,11	64,01
170	34,16	101,26	104,52	58,22	77,40	55,31	27,21	64,83
175	34,80	101,85	105,28	58,24	77,64	55,54	27,29	65,13
180	35,48	102,01	105,58	58,27	79,25	55,72	27,37	65,70
185	35,81	102,37	105,94	58,29	81,03	55,88	27,47	66,04
190	36,17	102,40	105,96	58,32	83,57	56,01	27,65	66,41
195	36,38	102,43	105,99	58,34	84,58	56,13	27,81	66,55
200	36,52	102,45	106,02	58,37	85,98	56,16	27,96	66,58

**Tabla 3-12 Alturas de precipitaciones de las estaciones pluviográficas de la tormenta 10.**



**Gráfica 3-20 Variación temporal de la tormenta 10.**



**Gráfica 3-20 Gráfica adimensional de la variación de la tormenta 10.**

La tormenta producida el 7 de Febrero del 2012, la cual se denominará tormenta número 10, tuvo como hora de inicio las 22:00. En esta tormenta la estación que registró mayor altura de precipitación fue la de **Progreso**, con un registro de precipitación de 106.02mm.

La estación que tuvo el menor registro de precipitaciones fue la Estación de **La Bombeo Vía La Costa** con 27.96mm acumulados.

En la tormenta número 10 se observa que la precipitación empieza en la estación de **La Toma**, pero a medida que va transcurriendo el tiempo, la tormenta se movió y la que acumuló mayores precipitaciones fue la Estación **Progreso**.

En el 75% del tiempo de duración de la tormenta, se había ya registrado más del 90% de las lluvias en todas las estaciones, que registran esta tormenta.

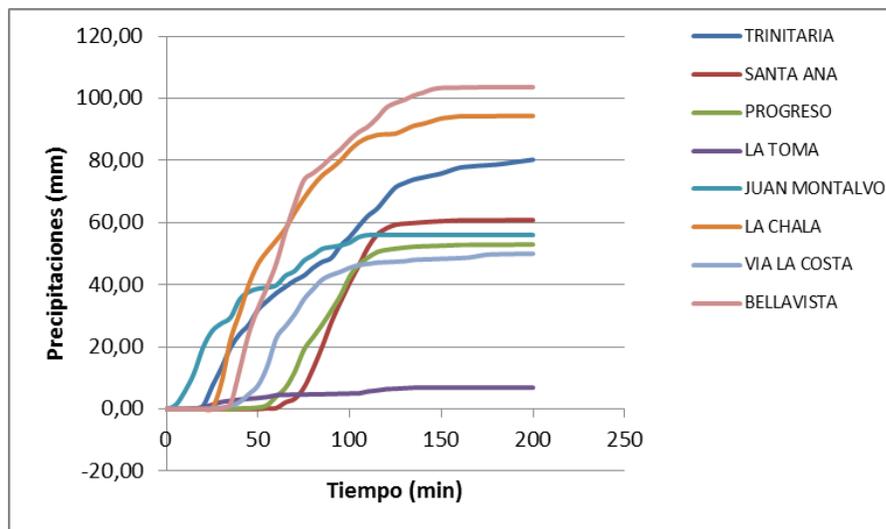
### 3.5.1.11. Tormenta 11.

- Tormenta del 25 de Febrero del 2012.

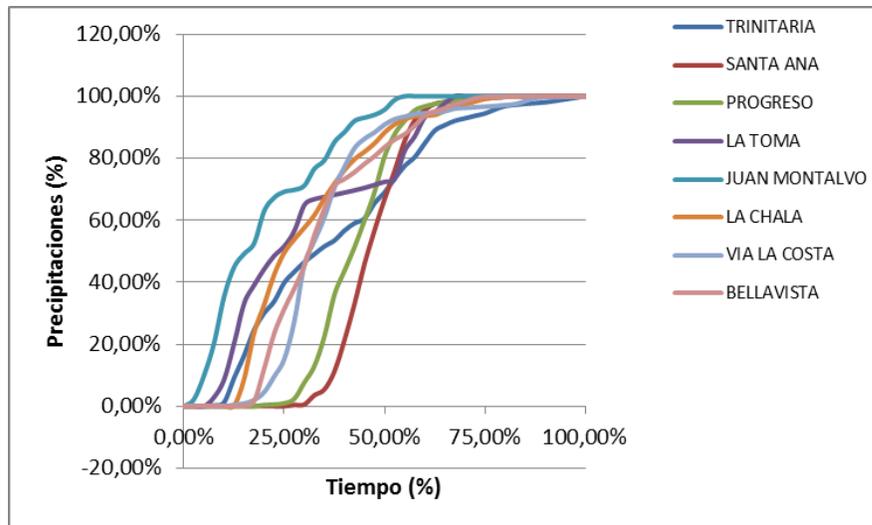
Tiempo (min)	Registros de precipitaciones de las estaciones pluviográficas (mm).							
	TRINITARIA	SANTA ANA	PROGRESO	LA TOMA	JUAN MONTALVO	LA CHALA	VIA LA COSTA	BELLAVISTA
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	1,27	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	5,59	0,00	0,00	0,00
15	0,22	0,00	0,00	0,20	11,43	0,00	0,00	0,00
20	1,02	0,00	0,00	0,59	19,81	0,00	0,00	0,00
25	7,37	0,00	0,00	1,40	25,15	0,24	0,24	0,00
30	13,21	0,00	0,00	2,29	27,56	8,38	0,46	0,22
35	19,81	0,00	0,00	2,69	29,46	22,35	1,02	1,78
40	24,13	0,00	0,23	3,05	35,31	30,99	2,29	12,70
45	27,18	0,00	0,30	3,34	37,72	40,13	4,83	24,38
50	32,00	0,00	0,51	3,56	38,78	46,74	7,62	32,51
55	34,80	0,24	1,27	3,89	39,12	50,80	13,72	39,37
60	37,34	0,34	4,06	4,47	39,88	54,36	22,86	46,99
65	39,37	2,16	6,86	4,60	42,93	58,17	26,67	57,15
70	41,40	3,30	11,94	4,65	44,45	63,25	30,48	66,04
75	42,93	6,86	19,05	4,70	47,75	67,82	35,31	73,66
80	45,47	12,95	23,11	4,75	49,53	71,88	38,61	75,95
85	47,37	20,07	27,18	4,80	51,56	75,18	41,66	78,23
90	48,64	27,94	31,75	4,85	52,15	77,47	43,18	81,03
95	52,58	34,54	36,58	4,92	52,66	80,01	44,20	83,57
100	55,37	40,64	42,67	4,99	53,59	83,31	45,47	86,61
105	58,93	46,23	46,48	5,05	55,37	85,85	46,36	89,15
110	62,23	52,07	48,77	5,67	56,03	87,38	46,74	90,93
115	64,52	56,13	50,55	5,99	56,03	88,22	47,15	93,73
120	68,07	58,17	51,24	6,42	56,03	88,49	47,29	97,03
125	71,37	59,35	51,65	6,53	56,03	88,65	47,42	98,55
130	72,77	59,69	52,01	6,73	56,03	89,92	47,60	99,57
135	73,91	59,90	52,27	6,89	56,03	91,19	48,05	100,97
140	74,55	60,15	52,40	6,89	56,03	91,82	48,15	101,85
145	75,18	60,33	52,49	6,89	56,03	92,71	48,26	102,95

150	75,82	60,48	52,58	6,89	56,03	93,56	48,37	103,39
155	76,84	60,64	52,71	6,89	56,03	93,92	48,47	103,43
160	77,72	60,72	52,83	6,89	56,03	94,25	48,61	103,48
165	78,04	60,73	52,85	6,89	56,03	94,26	48,77	103,53
170	78,30	60,75	52,87	6,89	56,03	94,28	49,23	103,58
175	78,49	60,76	52,88	6,89	56,03	94,29	49,73	103,62
180	78,70	60,78	52,90	6,89	56,03	94,31	49,83	103,62
185	79,06	60,80	52,92	6,89	56,03	94,32	49,88	103,62
190	79,47	60,81	52,93	6,89	56,03	94,34	49,93	103,62
195	79,87	60,83	52,95	6,89	56,03	94,35	49,99	103,62
200	80,28	60,85	52,97	6,89	56,03	94,37	50,04	103,62

**Tabla 3-13 de alturas de precipitaciones de las estaciones pluviográficas de la tormenta 11.**



**Gráfica 3-21 Variación temporal de la tormenta 11.**



**Gráfica 3-22 Grafica adimensional de la variación de la tormenta 11.**

La tormenta producida el 25 de Febrero del 2012, la cual se denominará tormenta número 11, tuvo como hora de inicio las 20:30. En esta tormenta la estación que registró mayor altura de precipitación fue la de **Bellavista**, con un registro de precipitación de 103.

La estación que tuvo el menor registro de precipitaciones fue la Estación de **La Toma** con apenas 6.89mm acumulados.

En la tormenta número 11, se observa que la precipitación empieza en la estación **Juan Montalvo**, pero a medida que va transcurriendo el tiempo, la tormenta se movió y la que acumuló mayores precipitaciones fue la Estación **Bellavista**.

En el 75% del tiempo de duración de la tormenta, se había ya registrado casi la totalidad de las lluvias en todas las estaciones, que registran esta tormenta.

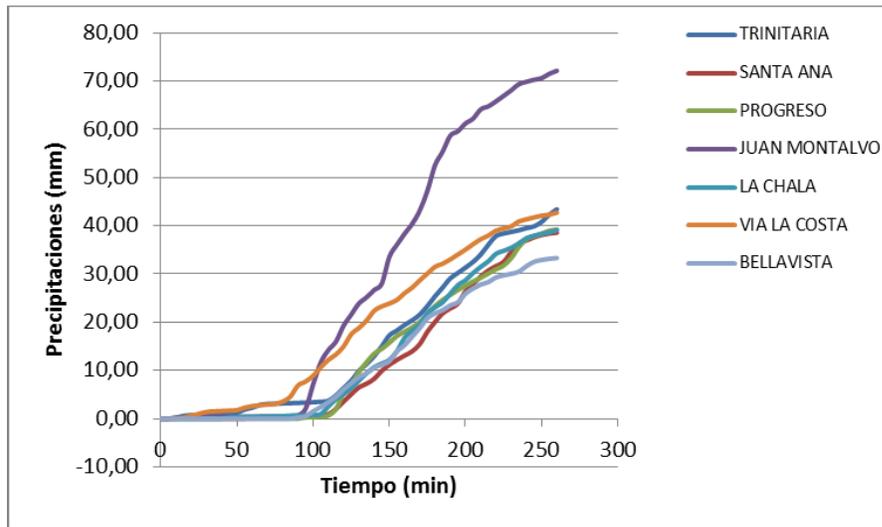
### 3.5.1.12. Tormenta 12.

- Tormenta del 19 de Marzo del 2012.

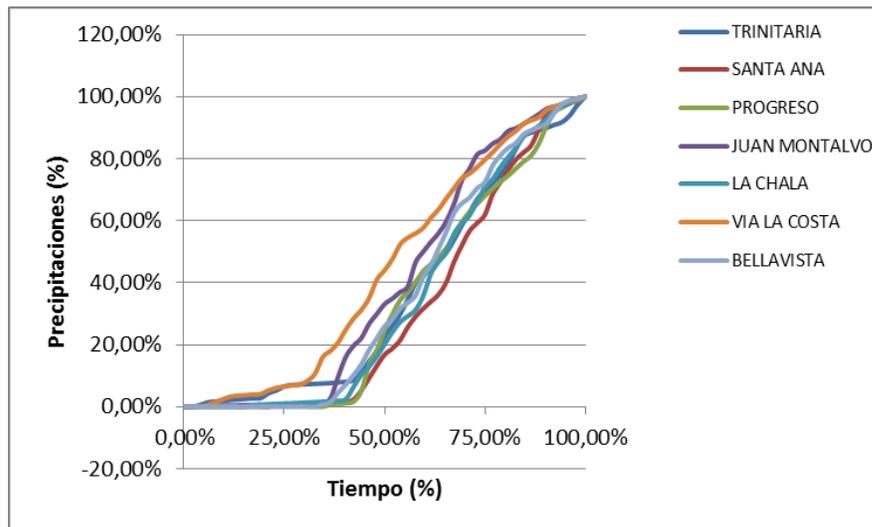
Tiempo (min)	Registros de precipitaciones de las estaciones pluviográficas (mm).						
	TRINITARIA	SANTA ANA	PROGRESO	JUAN MONTALVO	LA CHALA	VIA LA COSTA	BELLAVISTA
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,21	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00
15	0,59	0,00	0,00	0,26	0,00	0,21	0,00
20	0,73	0,00	0,00	0,28	0,00	0,59	0,00
25	0,83	0,00	0,00	0,30	0,00	1,02	0,00
30	0,93	0,00	0,00	0,31	0,00	1,40	0,00
35	1,02	0,00	0,00	0,33	0,00	1,52	0,00
40	1,09	0,00	0,00	0,35	0,00	1,60	0,00
45	1,17	0,00	0,00	0,37	0,24	1,68	0,00
50	1,24	0,00	0,00	0,39	0,28	1,76	0,00
55	1,90	0,00	0,00	0,41	0,32	2,29	0,00
60	2,29	0,23	0,00	0,43	0,36	2,61	0,00
65	2,84	0,25	0,00	0,44	0,41	2,79	0,00
70	3,05	0,28	0,00	0,46	0,45	2,92	0,00
75	3,10	0,31	0,00	0,48	0,49	3,05	0,00
80	3,15	0,35	0,00	0,50	0,54	3,56	0,00
85	3,21	0,38	0,00	0,58	0,59	4,57	0,00
90	3,26	0,41	0,00	0,69	0,65	6,86	0,25
95	3,32	0,44	0,25	2,03	0,70	7,70	0,51
100	3,41	0,48	0,31	7,11	0,75	8,89	1,52
105	3,50	0,51	0,45	11,68	0,97	10,67	2,41
110	3,73	0,92	0,66	14,22	2,54	12,19	3,43
115	4,83	2,03	2,03	16,00	4,06	13,34	4,57
120	6,35	3,56	5,33	19,30	5,08	14,99	6,10
125	7,87	5,08	7,11	21,59	6,35	17,53	7,37
130	9,91	6,48	9,65	23,88	7,87	18,80	8,64
135	11,30	7,24	11,68	25,15	9,40	20,32	9,40

140	12,95	8,26	13,46	26,67	10,67	22,35	10,54
145	14,99	9,91	14,48	27,94	11,43	23,28	11,18
150	17,27	11,18	15,75	33,53	12,19	23,88	11,94
155	18,29	12,19	17,15	36,07	13,97	24,64	13,97
160	19,43	13,08	18,03	38,35	16,76	26,04	15,24
165	20,40	13,97	18,92	40,39	18,29	27,18	17,02
170	21,59	15,49	20,07	43,18	19,56	28,70	18,80
175	23,37	18,03	21,72	47,24	21,84	30,10	20,83
180	25,40	20,07	23,37	52,58	23,11	31,50	21,84
185	27,18	21,84	24,64	55,37	24,13	32,13	22,48
190	29,08	22,86	25,65	58,67	25,91	33,02	23,50
195	30,23	23,88	26,67	59,61	27,69	34,04	24,13
200	31,33	26,42	27,56	61,21	28,70	35,05	25,91
205	32,51	27,94	28,45	62,23	30,23	36,20	27,01
210	34,04	29,46	29,21	64,14	31,50	37,21	27,81
215	36,07	30,73	30,10	64,77	32,64	37,97	28,32
220	37,85	31,62	30,99	65,79	34,16	38,99	29,27
225	38,40	32,51	31,75	66,93	34,80	39,45	29,72
230	38,74	34,54	33,27	68,07	35,43	39,88	30,04
235	39,07	36,32	35,56	69,34	36,32	40,89	30,48
240	39,50	36,96	37,21	69,85	37,42	41,34	31,62
245	39,88	37,59	37,85	70,27	37,93	41,74	32,51
250	40,81	38,10	38,35	70,61	38,35	42,10	32,92
255	42,29	38,39	38,99	71,50	38,61	42,29	33,15
260	43,43	38,57	39,20	72,14	39,12	42,71	33,32

**Tabla 3-14 Alturas de precipitaciones de las estaciones pluviográficas de la tormenta 12.**



**Gráfica 3-23 Variación temporal de la tormenta 12.**



**Gráfica 3-24 Grafica adimensional de la variación de la tormenta 12.**

La tormenta producida el 19 de Marzo del 2012, la cual se denominará tormenta número 12, tuvo como hora de inicio las 00:00. En esta tormenta la estación que registró mayor altura de precipitación fue **Juan Montalvo**, con un registro de precipitación de 109.24mm 72.14mm.

La estación que tuvo el menor registro de precipitaciones fue la Estación de **Bellavista** con 33.32mm acumulados.

En la tormenta número 12, se observa que la precipitación empieza en la estación de **Bombeo Vía La Costa**, pero a medida que va transcurriendo el tiempo, la tormenta se movió y la que acumuló mayores precipitaciones fue la Estación **Juan Montalvo**.

### 3.6. Mapas con variaciones espaciales de las tormentas.

Luego se realizaron gráficas en el plano de la ciudad de Guayaquil, en donde por medio de las isoyetas, se demuestre la variación en el espacio de las tormentas seleccionadas.

Los gráficos de las isoyetas se las presentan con la variación de la lluvia cada 20 minutos.

En los anexos se presentan los planos que contienen las isoyetas de las tormentas.

### 3.7. Elaboración de los hietogramas parciales de las tormentas.

Con el propósito de tener una mejor visión de la forma de la tormenta, se calcularon hietogramas parciales, con las alturas de las lluvias registradas cada 20 minutos, este grafico permite visualizar la ubicación en el tiempo del pico de la tormenta.

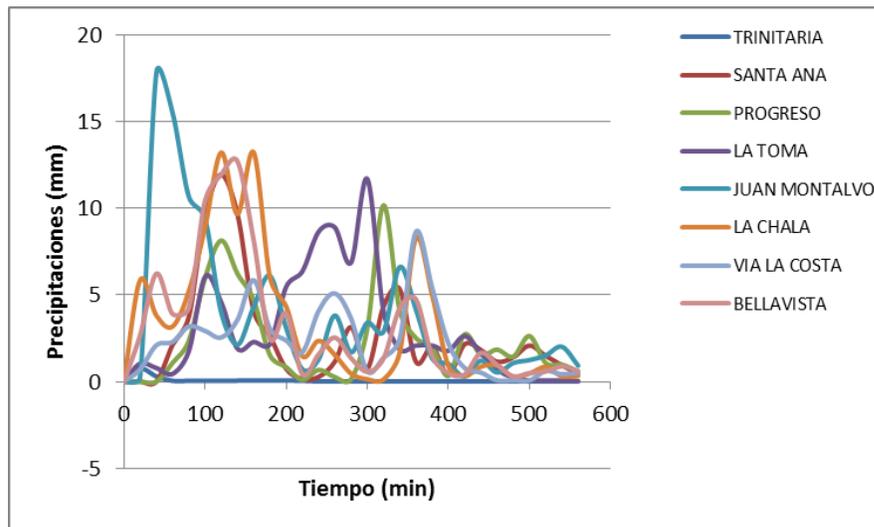
A continuación se muestran las tablas y gráficas de los hietogramas parciales, cada 20 minutos.

#### Tormenta 1

Tiempo (min)	Precipitaciones parciales de las estaciones pluviográficas (mm).							
	TRINITARIA	SANTA ANA	PROGRESO	LA TOMA	JUAN MONTALVO	LA CHALA	VIA LA COSTA	BELLAVISTA
0-20	0,76	0,00	0,00	1,03	0,24	5,84	0,70	2,67
20-40	0,30	0,00	0,00	0,78	17,79	3,81	2,10	6,22
40-60	0,05	2,12	1,08	0,44	15,49	3,18	2,29	3,89
60-80	0,05	3,73	2,35	1,75	10,67	5,21	3,18	4,23
80-100	0,05	9,65	5,97	6,03	9,40	8,89	2,92	10,41
100-120	0,05	11,94	8,13	4,57	3,98	13,21	2,54	11,94
120-140	0,05	9,65	6,22	1,91	2,12	9,65	3,56	12,70

140-160	0,06	4,06	4,70	2,29	4,32	13,21	5,84	8,13
160-180	0,06	2,60	1,52	2,16	6,10	6,01	3,05	2,47
180-200	0,06	0,74	0,84	5,46	3,10	4,34	2,37	3,92
200-220	0,05	0,15	0,10	6,35	0,71	1,46	1,69	0,42
220-240	0,01	0,27	0,67	8,64	1,27	2,35	4,06	1,57
240-260	0,01	1,15	0,26	8,89	3,81	1,54	5,08	2,54
260-280	0,01	3,13	0,13	6,86	1,69	0,46	3,64	1,35
280-300	0,01	0,76	3,05	11,68	3,39	0,14	0,59	0,57
300-320	0,01	4,32	10,16	4,06	2,88	0,12	1,37	1,32
320-340	0,01	5,33	4,09	1,86	6,60	1,68	2,46	4,23
340-360	0,01	1,14	2,51	2,07	4,15	8,26	8,64	4,74
360-380	0,01	1,99	1,95	2,07	1,34	5,00	5,42	1,48
380-400	0,01	0,39	0,33	1,78	1,02	0,90	2,20	0,49
400-420	0,01	2,15	2,72	2,62	0,29	0,31	0,79	0,40
420-440	0,01	1,82	1,55	1,65	1,21	0,86	0,52	1,65
440-460	0,01	1,14	1,84	0,70	0,53	0,93	0,07	0,97
460-480	0,01	1,40	1,44	0,22	1,07	0,26	0,07	0,30
480-500	0,01	2,07	2,62	0,07	1,24	0,47	0,07	0,49
500-520	0,01	1,48	1,07	0,07	1,51	0,84	0,61	0,59
520-540	0,01	0,94	0,98	0,07	2,01	0,31	0,42	0,88
540-560	0,01	0,46	0,58	0,03	0,91	0,33	0,52	0,62

**Tabla 3-15 Precipitaciones parciales en la tormenta 1.**



**Grafica 3-25 Hietogramas de las precipitaciones parciales de la tormenta 1, cada 20 minutos.**

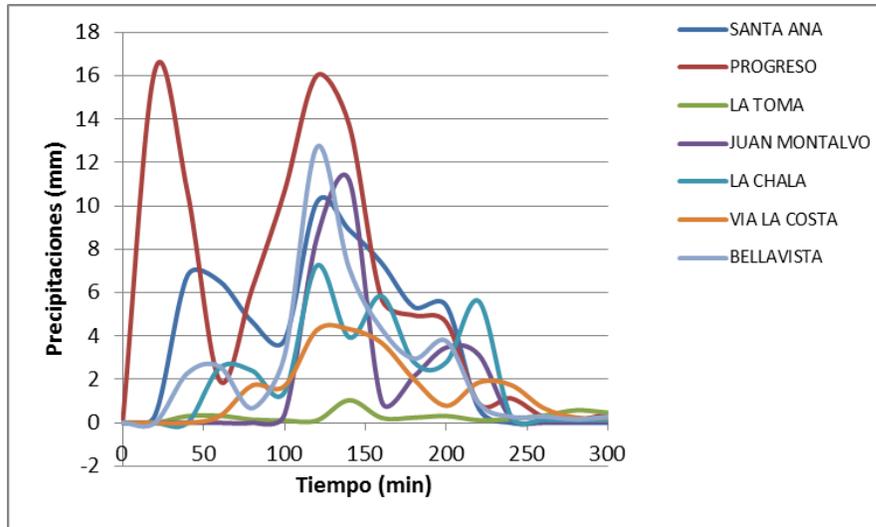
Por medio de los hietogramas de las precipitaciones parciales, se observa que en la tormenta número 1 en la estación **Juan Montalvo**, es donde se produce la más alta caída de lluvia, esto se da en el intervalo de tiempo desde el minuto 20 hasta el minuto 40.

La mayor intensidad de la tormenta se produce alrededor del minuto 120 y del 320, porque se observa que todas las estaciones en este punto, cuentan con valores altos de precipitaciones.

### Tormenta 2

Tiempo (min)	Precipitaciones parciales de las estaciones pluviográficas (mm).						
	SANTA ANA	PROGRESO	LA TOMA	JUAN MONTALVO	LA CHALA	VIA LA COSTA	BELLAVISTA
0-20	0,34	16,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20-40	6,77	10,67	0,31	0,00	0,00	0,00	2,29
40-60	6,52	1,95	0,33	0,00	2,54	0,31	2,59
60-80	4,66	6,18	0,15	0,00	2,40	1,72	0,67
80-100	3,81	10,67	0,11	0,38	1,41	1,69	3,08
100-120	10,16	16,00	0,11	8,51	7,24	4,28	12,70
120-140	8,89	13,72	1,04	11,18	3,94	4,32	7,11
140-160	7,37	5,71	0,23	0,99	5,84	3,68	4,32
160-180	5,33	4,95	0,24	2,14	2,79	2,01	2,96
180-200	5,39	4,62	0,31	3,47	2,79	0,79	3,77
200-220	0,66	0,90	0,12	3,13	5,60	1,86	0,90
220-240	0,00	1,13	0,17	0,20	0,28	1,74	0,28
240-260	0,00	0,28	0,33	0,04	0,15	0,69	0,29
260-280	0,00	0,13	0,58	0,04	0,13	0,24	0,16
280-300	0,00	0,42	0,47	0,04	0,12	0,23	0,28

**Tabla 3-16 Precipitaciones parciales en la tormenta 2.**



**Grafica 3-26 Hietogramas de las precipitaciones parciales de la tormenta 2, cada 20 minutos.**

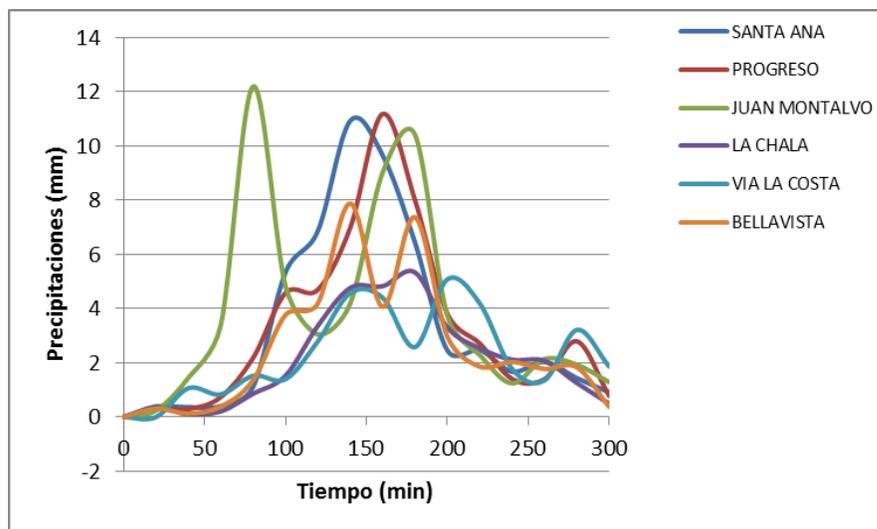
Por medio de los hietogramas de las precipitaciones parciales, se observa que en la tormenta número 2, se producen dos picos con intensidades de lluvias muy altas en la misma estación de **Progreso**, esto es en los tramos de 0 a 20 minutos y del minuto 100 al 120, con 16.26mm y 16mm de alturas de precipitaciones respectivamente.

Durante los minutos 100 al 120 de haber transcurrido la tormenta es donde se presenta de forma general más intensidad de lluvia en todas las estaciones.

### Tormenta 3

Tiempo (min)	Precipitaciones parciales de las estaciones pluviográficas (mm).					
	SANTA ANA	PROGRESO	JUAN MONTALVO	LA CHALA	VIA LA COSTA	BELLAVISTA
0-20	0,40	0,34	0,24	0,34	0,00	0,31
20-40	0,37	0,30	1,45	0,11	1,07	0,13
40-60	0,41	0,74	3,39	0,21	0,84	0,39
60-80	1,12	2,18	12,19	0,86	1,52	1,37
80-100	5,33	4,57	4,83	1,52	1,40	3,77
100-120	6,86	4,70	3,05	3,37	2,79	4,19
120-140	10,92	6,99	4,19	4,76	4,57	7,87
140-160	9,65	11,18	9,02	4,83	4,40	4,06
160-180	6,43	8,00	10,41	5,33	2,58	7,37
180-200	2,46	3,81	3,73	3,30	5,08	2,96
200-220	2,48	2,72	2,29	2,54	4,19	1,86
220-240	1,67	1,41	1,25	2,12	1,78	2,03
240-260	2,03	1,40	2,14	2,07	1,35	1,78
260-280	1,44	2,79	1,93	1,26	3,22	1,83
280-300	0,91	0,78	1,29	0,50	1,86	0,37

**Tabla 3-17 Precipitaciones parciales en la tormenta 3.**



**Grafica 3-27 Hietogramas de las precipitaciones parciales de la tormenta 3, cada 20 minutos.**

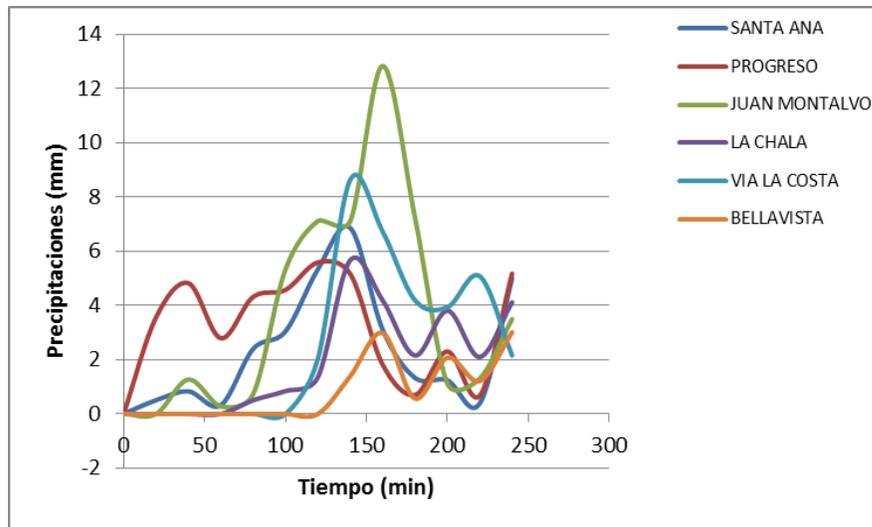
En los hietogramas de las precipitaciones parciales, se observa que en la tormenta número 3, existen algunos picos de intensidades de lluvias altas, siendo la mayor la que se produce en el intervalo de tiempo del minuto 60 al 80 de transcurrida la lluvia en la estación **Juan Montalvo** con una altura de precipitación de 12.19mm.

Mientras que la mayor intensidad de la tormenta se produce desde el minuto 120 al 180, de mayor forma se puede observar en las estaciones de Santa Ana, Progreso y nuevamente en Juan Montalvo, con 10.92; 11.28 y 10.41 mm de altura de precipitación respectivamente.

#### Tormenta 4

Tiempo (min)	Precipitaciones parciales de las estaciones pluviográficas (mm).					
	SANTA ANA	PROGRESO	JUAN MONTALVO	LA CHALA	VIA LA COSTA	BELLAVISTA
0-20	0,51	3,56	0,00	0,00	0,00	0,00
20-40	0,83	4,83	1,27	0,00	0,00	0,00
40-60	0,32	2,79	0,28	0,00	0,00	0,00
60-80	2,40	4,32	0,73	0,51	0,00	0,00
80-100	3,05	4,57	5,33	0,85	0,00	0,00
100-120	5,33	5,59	7,11	1,35	2,03	0,00
120-140	6,86	5,16	7,11	5,67	8,64	1,40
140-160	3,11	1,82	12,83	4,19	6,73	2,98
160-180	1,33	0,70	7,24	2,16	4,19	0,57
180-200	1,24	2,31	1,12	3,81	3,94	2,07
200-220	0,39	0,68	1,31	2,10	5,08	1,22
220-240	5,00	5,18	3,50	4,12	2,16	3,02

**Tabla 3-18 Precipitaciones parciales en la tormenta 4.**



**Grafica 3-28 Hietogramas de las precipitaciones parciales de la tormenta 4, cada 20 minutos.**

En los hietogramas de las precipitaciones parciales, se observa que en la tormenta número 4, la mayor intensidad de las lluvias se produce en el intervalo de tiempo del minuto 140 al 160 de transcurrida la lluvia en la estación de **Juan Montalvo** con una altura de precipitación de 12.83mm.

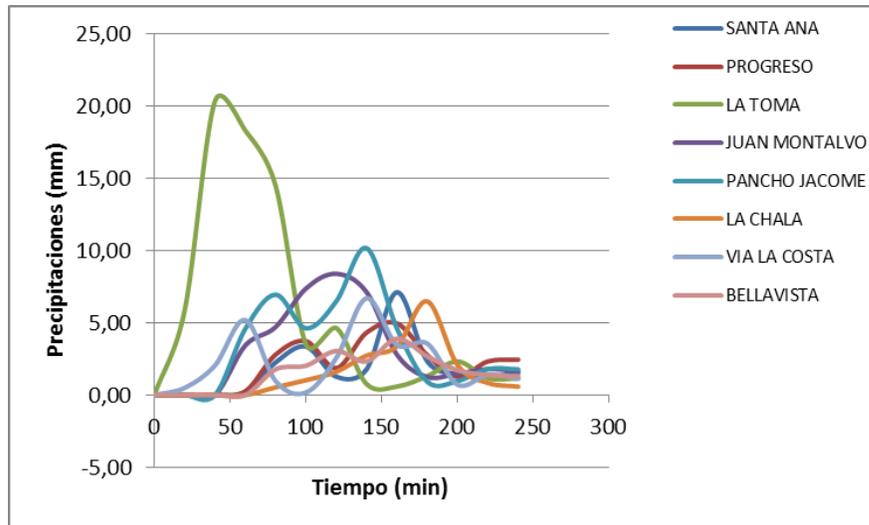
La estación de **Progreso** es la que empieza con intensidades fuertes, sin embargo al transcurrir el tiempo de duración de la tormenta, la estación de **Juan Montalvo** es la que cuenta con mayores intensidades, y por ello se convierte en la estación donde se produce la mayor cantidad de precipitación acumulada.

En general la mayor intensidad de la tormenta se produce desde el minuto 120 al minuto 160.

## Tormenta 5

Tiempo (min)	Precipitaciones parciales de las estaciones pluviográficas (mm).							
	SANTA ANA	PROGRESO	LA TOMA	JUAN MONTALVO	PANCHO JACOME	LA CHALA	VIA LA COSTA	BELLAVISTA
0-20	0,00	0,00	5,84	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
20-40	0,00	0,00	20,32	0,00	0,00	0,00	2,04	0,00
40-60	0,24	0,25	18,29	3,43	4,57	0,00	5,18	0,00
60-80	2,25	2,79	14,48	4,70	6,94	0,54	0,98	1,78
80-100	3,35	3,73	3,49	7,37	4,61	1,03	0,18	2,03
100-120	1,27	1,86	4,64	8,38	6,48	1,61	2,56	3,05
120-140	1,78	4,32	0,76	7,11	10,16	2,73	6,69	2,32
140-160	7,11	4,95	0,59	2,79	4,61	3,37	3,47	3,90
160-180	2,33	2,76	1,31	1,24	0,92	6,48	3,56	2,67
180-200	1,45	1,26	2,33	1,49	0,97	2,06	0,71	1,71
200-220	1,30	2,33	1,16	1,79	1,80	0,84	1,41	1,38
220-240	1,52	2,45	1,14	1,66	1,78	0,58	1,13	1,30

**Tabla 3-19 Precipitaciones parciales en la tormenta 5.**



**Grafica 3-29 Hietogramas de las precipitaciones parciales de la tormenta 5, cada 20 minutos.**

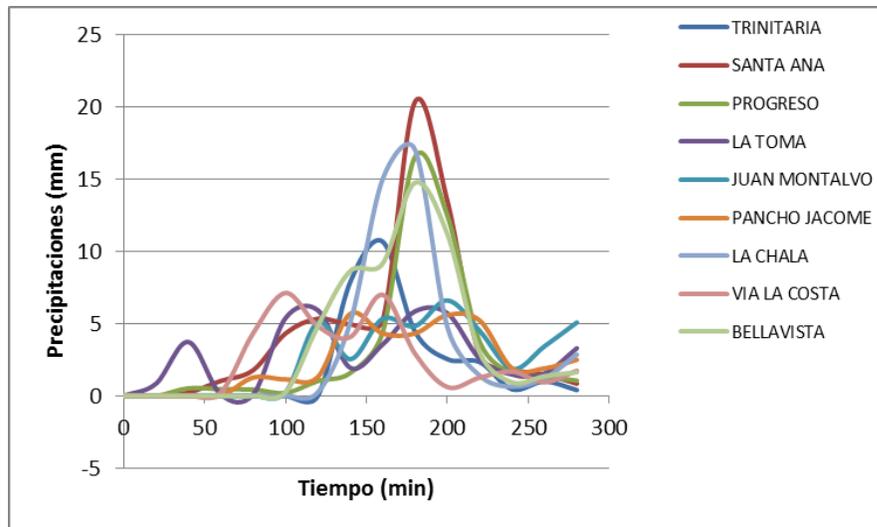
En los hietogramas de las precipitaciones parciales, se observa que en la tormenta número 5, las mayores intensidades de las lluvias se producen casi al inicio de la tormenta desde el minuto 20 al 80 en la estación de **La Toma**, produciéndose la altura de precipitación mayor de 20.32mm del minuto 20 al 40.

La estación con menores precipitaciones acumuladas que es la de Bellavista, tuvo la mayor intensidad del minuto 140 al 160 con una altura de precipitación de apenas 3.90mm.

### Tormenta 6

Tiempo (min)	Precipitaciones parciales de las estaciones pluviográficas (mm).								
	TRINITARIA	SANTA ANA	PROGRESO	LA TOMA	JUAN MONTALVO	PANCHO JACOME	LA CHALA	VIA LA COSTA	BELLAVISTA
0-20	0,00	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20-40	0,00	0,23	0,53	3,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
40-60	0,00	1,04	0,46	0,10	0,00	0,00	0,00	0,24	0,00
60-80	0,00	1,78	0,44	0,10	0,00	1,27	0,00	4,33	0,00
80-100	0,00	4,32	0,21	5,38	0,25	1,14	0,00	7,11	0,25
100-120	0,00	5,33	1,03	5,93	5,08	1,31	0,25	4,83	4,83
120-140	7,87	4,95	1,59	1,95	2,54	5,67	5,08	4,06	8,64
140-160	10,67	5,21	4,38	3,56	5,33	4,32	14,99	6,99	9,14
160-180	4,45	20,32	16,51	5,84	4,83	4,32	17,02	2,92	14,73
180-200	2,54	13,46	12,45	5,71	6,60	5,59	4,74	0,61	11,18
200-220	2,34	2,79	3,73	2,56	4,49	5,21	1,40	1,27	2,98
220-240	0,45	1,82	1,54	1,48	1,86	1,91	0,64	1,68	0,93
240-260	1,00	1,48	1,34	1,55	3,43	1,90	1,22	0,95	1,36
260-280	0,40	0,85	1,05	3,30	5,08	2,50	2,86	1,75	1,64

**Tabla 3-20 Precipitaciones parciales en la tormenta 6.**



**Grafica 3-30 Hietogramas de las precipitaciones parciales de la tormenta 6, cada 20 minutos.**

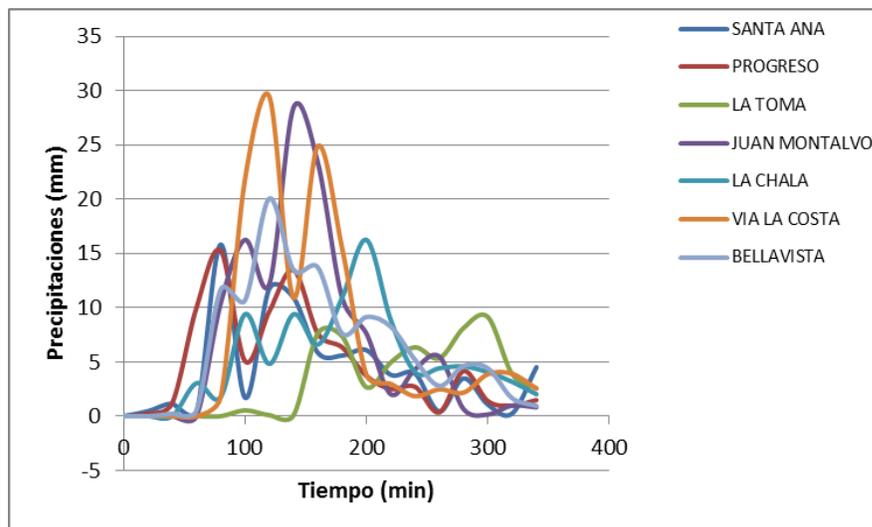
En los hietogramas de las precipitaciones parciales, se observa que en la tormenta número 6, la mayor intensidad se da del minuto 160 al 180 con una altura de precipitación máxima de 20.32mm en la estación de **Santa Ana**.

La mayor intensidad de la tormenta se produce desde el minuto 140 al minuto 200 en todas las estaciones.

## Tormenta 7

Tiempo (min)	Precipitaciones parciales de las estaciones pluviográficas (mm).						
	SANTA ANA	PROGRESO	LA TOMA	JUAN MONTALVO	LA CHALA	VIA LA COSTA	BELLAVISTA
0-20	0,46	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20-40	1,15	1,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24
40-60	0,36	10,00	0,00	0,00	3,05	0,00	0,53
60-80	15,81	15,24	0,00	10,41	1,78	1,78	11,68
80-100	1,71	5,08	0,55	16,26	9,40	21,84	10,67
100-120	11,75	9,65	0,10	12,19	4,83	29,46	20,07
120-140	10,92	13,46	0,10	28,45	9,40	10,92	13,46
140-160	5,84	7,62	7,64	23,37	6,60	24,89	13,72
160-180	5,59	6,35	7,37	10,92	10,92	15,49	7,62
180-200	6,10	3,71	2,67	7,62	16,26	3,81	9,14
200-220	3,81	2,51	4,95	2,03	8,89	2,98	8,26
220-240	3,94	2,72	6,35	4,32	4,06	1,84	5,21
240-260	0,45	0,36	5,33	5,50	4,42	2,48	2,79
260-280	3,49	4,16	8,13	0,66	4,60	2,18	4,64
280-300	1,08	1,40	9,14	0,16	4,06	3,88	4,42
300-320	0,24	0,97	3,89	0,98	3,18	3,91	1,67
320-340	4,52	1,49	2,58	0,82	2,03	2,54	0,96

**Tabla 3-21 Precipitaciones parciales en la tormenta 7.**



**Grafica 3-31 Hietogramas de las precipitaciones parciales de la tormenta 7, cada 20 minutos.**

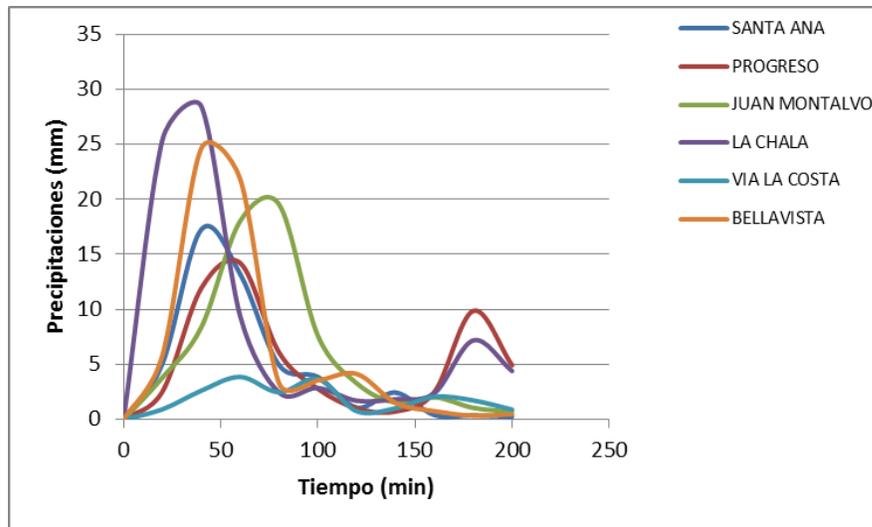
En los hietogramas de las precipitaciones parciales, se observa que en la tormenta número 7, se producen dos picos con intensidades de lluvias altas tanto en la estación de **Bombeo Vía La Costa y Juan Montalvo**, en el intervalo de tiempo del minuto 100 al 120 con una altura de precipitación de 28.45mm; y del minuto 120 al 140 una altura de precipitación 29.46mm respectivamente.

La mayor intensidad en las estaciones pluviométricas de esta tormenta, se produce del minuto 120 al minuto 160.

### Tormenta 8

Tiempo (min)	Precipitaciones parciales de las estaciones pluviográficas (mm).					
	SANTA ANA	PROGRESO	JUAN MONTALVO	LA CHALA	VIA LA COSTA	BELLAVISTA
0-20	5,08	2,54	3,81	25,40	0,93	5,84
20-40	17,27	11,94	8,38	28,45	2,62	24,64
40-60	13,21	14,22	18,03	9,40	3,87	21,84
60-80	4,95	6,10	19,56	2,47	2,48	3,30
80-100	3,87	2,79	7,62	2,87	3,68	3,56
100-120	1,08	1,02	3,30	1,71	0,76	4,15
120-140	2,46	0,73	1,52	1,84	1,02	1,52
140-160	0,40	2,51	2,03	2,39	2,07	0,76
160-180	0,38	9,87	1,06	7,19	1,74	0,35
180-200	0,27	4,93	0,72	4,40	0,90	0,49

**Tabla 3-22 Precipitaciones parciales en la tormenta 8.**



**Grafica 3-32 Hietogramas de las precipitaciones parciales de la Tormenta 8, cada 20 minutos.**

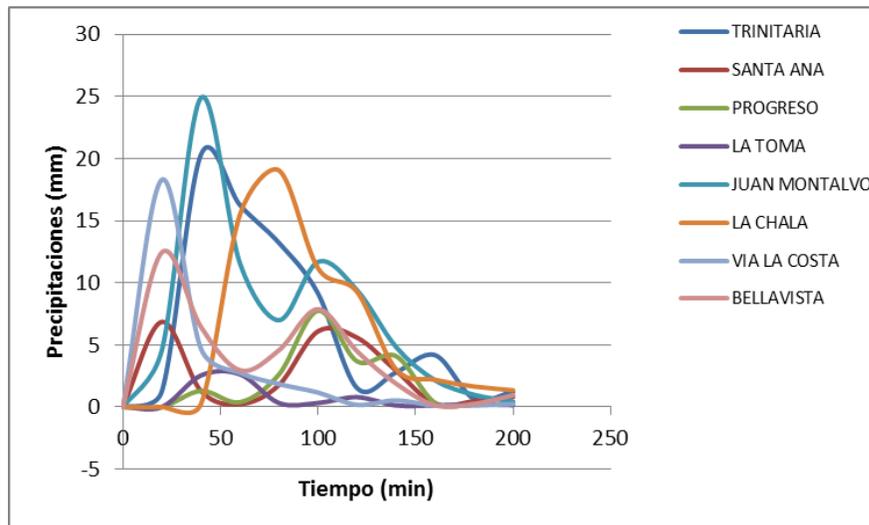
En los hietogramas de las precipitaciones parciales, se observa que en la tormenta número 8, se produce la más alta intensidad de lluvia en la estación de **La Chala** en el tiempo del minuto 20 al minuto 40 con una altura de precipitación de 28.45mm.

Además en la tormenta número 8 las mayores intensidades de las lluvias se producen en la primera mitad de la duración de la tormenta esto es hasta aproximadamente el minuto 100.

## Tormenta 9

Tiempo (min)	Precipitaciones parciales de las estaciones pluviográficas (mm).							
	TRINITARIA	SANTA ANA	PROGRESO	LA TOMA	JUAN MONTALVO	LA CHALA	VIA LA COSTA	BELLAVISTA
0-20	1,27	6,86	0,00	0,00	4,57	0,00	18,29	12,45
20-40	20,32	1,29	1,30	2,54	24,89	0,24	4,70	6,45
40-60	16,26	0,23	0,39	2,64	11,56	15,51	2,75	2,95
60-80	13,21	1,78	2,63	0,32	6,99	19,05	1,85	4,57
80-100	9,14	6,10	7,75	0,33	11,68	11,18	1,16	7,87
100-120	1,52	5,59	3,68	0,79	9,40	9,27	0,18	4,49
120-140	2,79	2,92	4,09	0,13	4,83	3,02	0,54	1,88
140-160	4,17	0,25	0,34	0,14	2,14	2,18	0,12	0,14
160-180	0,65	0,47	0,23	0,20	0,98	1,65	0,12	0,25
180-200	1,23	0,82	0,27	0,15	0,44	1,35	0,24	0,95

**Tabla 3-23** Precipitaciones parciales en la tormenta 9.



**Grafica 3-33** Hietogramas de las precipitaciones parciales de la tormenta 9, cada 20 minutos.

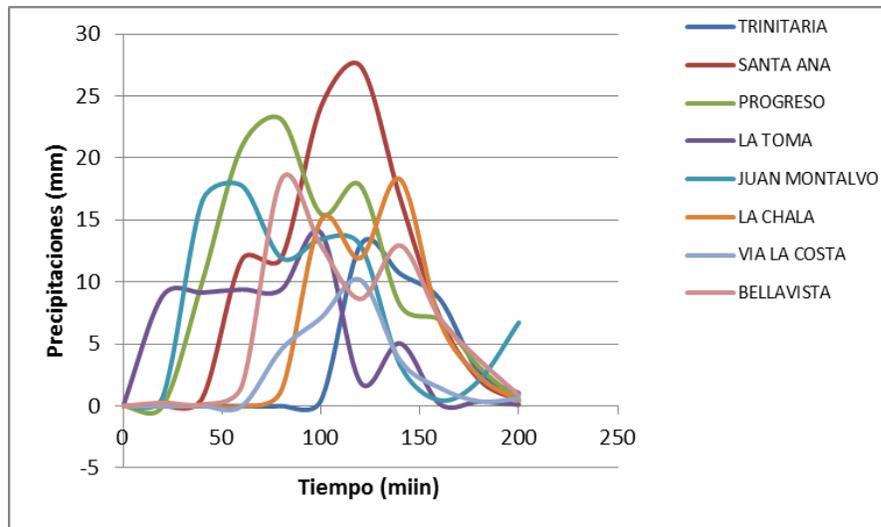
En los hietogramas de las precipitaciones parciales, se observa que en la tormenta número 9, se produce la más alta intensidad de lluvia en la estación **Juan Montalvo** en el tiempo del minuto 20 al minuto 40 con una altura de precipitación de 24.89mm.

Además en la tormenta número 9 las mayores intensidades de las lluvias en todas las estaciones se producen hasta el minuto 80 aproximadamente.

### Tormenta 10

Tiempo (min)	Precipitaciones parciales de las estaciones pluviográficas (mm).							
	TRINITARIA	SANTA ANA	PROGRESO	LA TOMA	JUAN MONTALVO	LA CHALA	VIA LA COSTA	BELLAVISTA
0-20	0,00	0,00	0,00	8,89	0,73	0,00	0,00	0,27
20-40	0,00	0,64	10,03	9,14	16,54	0,00	0,00	0,14
40-60	0,00	11,81	20,96	9,40	17,78	0,00	0,00	1,63
60-80	0,00	11,94	23,11	9,40	11,94	1,27	4,57	18,29
80-100	0,46	24,13	15,49	13,97	13,46	14,99	7,11	12,95
100-120	13,00	27,43	17,78	1,89	12,95	11,94	10,16	8,64
120-140	10,67	16,76	8,13	5,05	3,30	18,29	3,68	12,95
140-160	8,64	7,18	6,94	0,17	0,46	6,86	1,47	7,11
160-180	2,71	2,13	3,13	0,36	2,08	2,38	0,38	3,73
180-200	1,04	0,44	0,44	0,10	6,73	0,44	0,59	0,87

**Tabla 3-24 Precipitaciones parciales en la tormenta 10.**



**Grafica 3-34 Hietogramas de las precipitaciones parciales de la tormenta 10, cada 20 minutos.**

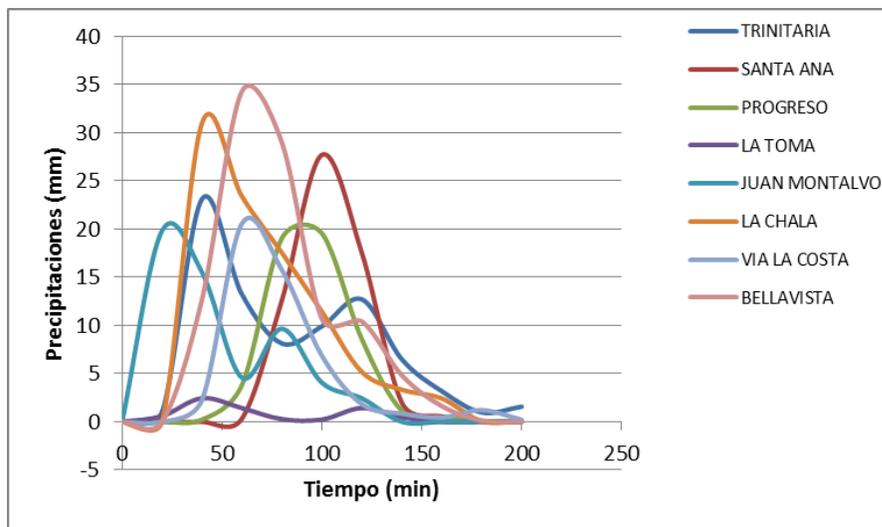
En los hietogramas de las precipitaciones parciales, se observa que en la tormenta número 10, se produce la más alta intensidad de lluvia en la estación **Santa Ana** en el intervalo de tiempo del minuto 100 al minuto 120 con una altura de precipitación de 27.43mm.

En ese mismo intervalo de tiempo se produce la mayor intensidad en general en esta tormenta.

## Tormenta 11

Tiempo (min)	Precipitaciones parciales de las estaciones pluviográficas (mm).							
	TRINITARIA	SANTA ANA	PROGRESO	LA TOMA	JUAN MONTALVO	LA CHALA	VIA LA COSTA	BELLAVISTA
0-20	1,02	0,00	0,00	0,59	19,81	0,00	0,00	0,00
20-40	23,11	0,00	0,23	2,46	15,49	30,99	2,29	12,70
40-60	13,21	0,34	3,83	1,42	4,57	23,37	20,57	34,29
60-80	8,13	12,62	19,05	0,28	9,65	17,53	15,75	28,96
80-100	9,91	27,69	19,56	0,24	4,06	11,43	6,86	10,67
100-120	12,70	17,53	8,57	1,43	2,44	5,18	1,83	10,41
120-140	6,48	1,98	1,15	0,47	0,00	3,33	0,86	4,83
140-160	3,18	0,57	0,44	0,00	0,00	2,43	0,46	1,63
160-180	0,97	0,07	0,07	0,00	0,00	0,06	1,22	0,14
180-200	1,58	0,07	0,07	0,00	0,00	0,06	0,21	0,00

**Tabla 3-25** Precipitaciones parciales en la tormenta 11.



**Grafica 3-35** Hietogramas de las precipitaciones parciales de la tormenta 11, cada 20 minutos.

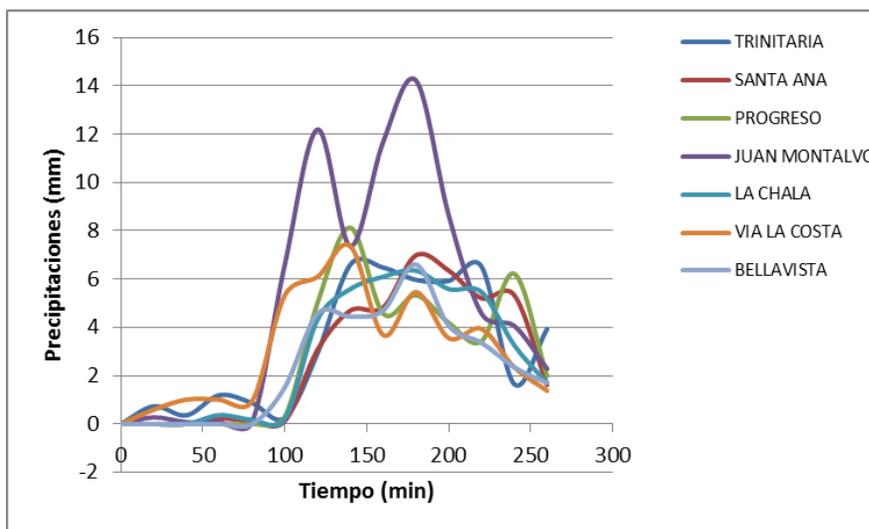
En los hietogramas de las precipitaciones parciales, se observa que en la tormenta número 11, que se produce la más alta intensidad de lluvia en la estación de **Bellavista** en el intervalo de tiempo del minuto 40 al minuto 60 con una altura de precipitación de 34.29mm.

La mayor intensidad de la tormenta ocurre hasta el minuto 120, luego los incrementos de las precipitaciones son menores.

## Tormenta 12

Tiempo (min)	Precipitaciones parciales de las estaciones pluviográficas (mm).						
	TRINITARIA	SANTA ANA	PROGRESO	JUAN MONTALVO	LA CHALA	VIA LA COSTA	BELLAVISTA
0-20	0,73	0,00	0,00	0,28	0,00	0,59	0,00
20-40	0,36	0,00	0,00	0,07	0,00	1,01	0,00
40-60	1,20	0,23	0,00	0,07	0,36	1,01	0,00
60-80	0,87	0,11	0,00	0,07	0,18	0,94	0,00
80-100	0,26	0,13	0,31	6,61	0,21	5,33	1,52
100-120	2,94	3,08	5,02	12,19	4,33	6,10	4,57
120-140	6,60	4,70	8,13	7,37	5,59	7,37	4,45
140-160	6,48	4,83	4,57	11,68	6,10	3,68	4,70
160-180	5,97	6,99	5,33	14,22	6,35	5,46	6,60
180-200	5,93	6,35	4,19	8,64	5,59	3,56	4,06
200-220	6,52	5,21	3,43	4,57	5,46	3,94	3,37
220-240	1,65	5,33	6,22	4,06	3,26	2,35	2,35
240-260	3,94	1,61	1,99	2,29	1,69	1,38	1,70

**Tabla 3-26 Precipitaciones parciales en la tormenta 12.**



**Grafica 3-36 Hietogramas de las precipitaciones parciales de la tormenta 12, cada 20 minutos.**

En los hietogramas de las precipitaciones parciales, se observa que en la tormenta número 12, que se producen las más altas intensidades de lluvia en la estación **Juan Montalvo** en el intervalo de tiempo del minuto 100 al minuto 120 con una altura de precipitación de 12.19mm, y del minuto 160 al minuto 180 con una altura de precipitación de 14.22mm.

La tormenta comienza con precipitaciones bajas, a partir del minuto 100 la tormenta tiene una intensidad alta.

### 3.8. Curvas de Altura de precipitación media – Área.

Continuando con el análisis de la variación en espacio y tiempo de las tormentas intensas escogidas, se realizó un estudio de la relación altura de precipitación media – área para diversos instantes de las tormentas.

Es muy importante este análisis porque permitirá realizar algunas combinaciones de las alturas de precipitaciones medias con las áreas correspondientes, y así obtener diversas curvas **alturas de precipitaciones – áreas**.

Se comienza trazando las isoyetas en el plano, para luego calcular las alturas de precipitaciones correspondientes a cada una de las áreas limitadas por el plano de las isoyetas.

A continuación se muestran las tablas y curvas de Alturas de precipitaciones medias – Áreas cada 30, 60, 90 y 120 min.

#### Tormenta 1

(1) Isoyeta	(2) Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	(3) Área parcial (Km <sup>2</sup> )	(4) Precipitación Media (mm)	(3) x (4) Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	(6) Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	(6) / (2) Precipitación Media (mm)
10	41,93	41,93	11	461,23	461,23	11
8	96,21	54,28	9	488,52	949,75	9,87
6	146,17	49,96	7	349,72	1299,47	8,89
4	246,98	100,81	5	504,05	1803,52	7,3
2	318,54	71,56	3	214,68	2018,2	6,34
0	344,50	25,96	1	25,96	2044,16	5,93

**Tabla 3-27 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 30min de la tormenta 1.**

La columna (1) muestra el valor de la isoyeta que limita el área encerrada (2), la columna (3) nos indica el área parcial que hay entre cada isoyeta, en la columna (4) se coloca la media entre isoyetas correspondientes, mientras que en la columna (6) se encuentran los valores de los volúmenes de precipitaciones acumuladas, la cual servirá para que finalmente en la última columna encontremos la precipitación media que corresponde a cada una de las áreas encerradas por su respectiva isoyeta.

(1) Isoyeta	(2) Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	(3) Área parcial (Km <sup>2</sup> )	(4) Precipitación Media (mm)	(3) x (4) Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	(6) Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	(6) / (2) Precipitación Media (mm)
30	5,42	5,42	32,5	176,15	176,15	32,5
25	35,03	29,61	27,5	814,275	990,425	28,27
20	102,78	67,75	22,5	1524,375	2514,8	24,47
15	125,03	22,25	17,5	389,375	2904,175	23,23
10	144,00	18,97	12,5	237,125	3141,3	21,81
5	194,02	50,02	7,5	375,15	3516,45	18,12
0	344,50	150,48	2,5	376,2	3892,65	11,3

**Tabla 3-28 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 60min de la tormenta 1.**

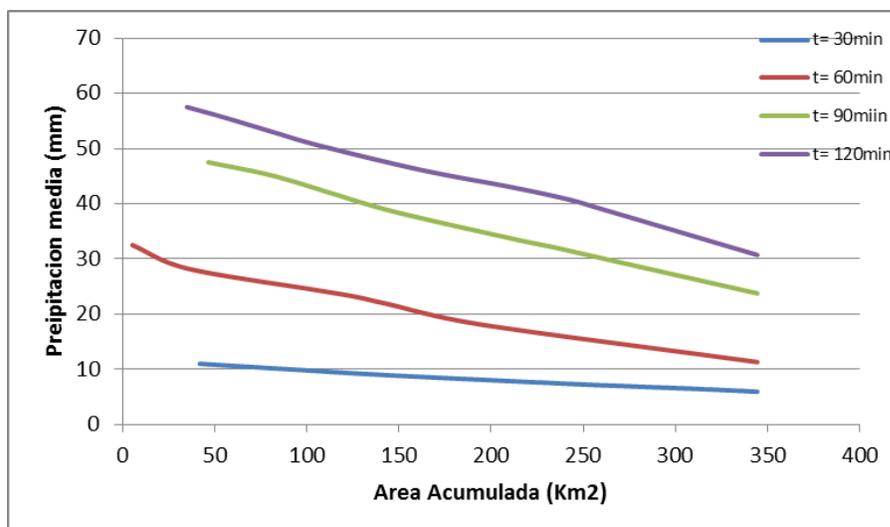
(1) Isoyeta	(2) Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	(3) Área parcial (Km <sup>2</sup> )	(4) Precipitación Media (mm)	(3) x (4) Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	(6) Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	(6) / (2) Precipitación Media (mm)
45	46,57	46,57	47,5	2212,075	2212,075	47,5
40	74,80	28,23	42,5	1199,775	3411,85	45,61

35	92,27	17,47	37,5	655,125	4066,975	44,08
30	112,31	20,04	32,5	651,3	4718,275	42,01
25	147,69	35,38	27,5	972,95	5691,225	38,53
20	209,76	62,07	22,5	1396,575	7087,8	33,79
15	235,65	25,89	17,5	453,075	7540,875	32
10	248,57	12,92	12,5	161,5	7702,375	30,99
0	344,50	95,93	5	479,65	8182,025	23,75

**Tabla 3-29 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 90min de la tormenta 1.**

(1) Isoyeta	(2) Área Acumulada (km2)	(3) Área parcial (Km2)	(4) Precipitación Media (mm)	(3) x (4) Volumen de precipitación (Km2 mm)	(6) Volumen de precipitación acumulada (Km2 mm)	(6) / (2) Precipitación Media (mm)
55	34,97	34,97	57,5	2010,775	2010,775	57,5
50	54,24	19,27	52,5	1011,675	3022,45	55,72
45	82,15	27,91	47,5	1325,725	4348,175	52,93
40	107,41	25,26	42,5	1073,55	5421,725	50,48
35	162,40	54,99	37,5	2062,125	7483,85	46,08
30	213,81	51,41	32,5	1670,825	9154,675	42,82
20	243,94	30,13	25	753,25	9907,925	40,62
10	260,78	16,84	15	252,6	10160,525	38,96
0	344,50	83,72	5	418,6	10579,125	30,71

**Tabla 3-30 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 120min de la tormenta 1.**



**Grafica 3-37 Curvas de altura de precipitación-área de la Tormenta 1 a los 30, 60, 90 y 120 min.**

### Tormenta 2

(1) Isoyeta	(2) Área Acumulada (km2)	(3) Área parcial (Km2)	(4) Precipitación Media (mm)	(3) x (4) Volumen de precipitación (Km2 mm)	(6) Volumen de precipitación acumulada (Km2 mm)	(6) / (2) Precipitación Media (mm)
20	6,76	6,76	22,5	152,1	152,1	22,5
15	15,22	8,46	17,5	148,05	300,15	19,72
10	27,08	11,86	12,5	148,25	448,4	16,56
5	51,97	24,89	7,5	186,675	635,075	12,22
0	344,50	292,53	2,5	731,325	1366,4	3,97

**Tabla 3-31 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 30min de la tormenta 2.**

(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
25	2,50	2,50	27,5	68,75	68,75	27,5
20	11,22	8,72	22,5	196,2	264,95	23,61
15	34,59	23,37	17,5	408,975	673,925	19,48
10	51,91	17,32	12,5	216,5	890,425	17,15
5	78,34	26,43	7,5	198,225	1088,65	13,9
0	344,50	266,16	2,5	665,4	1754,05	5,09

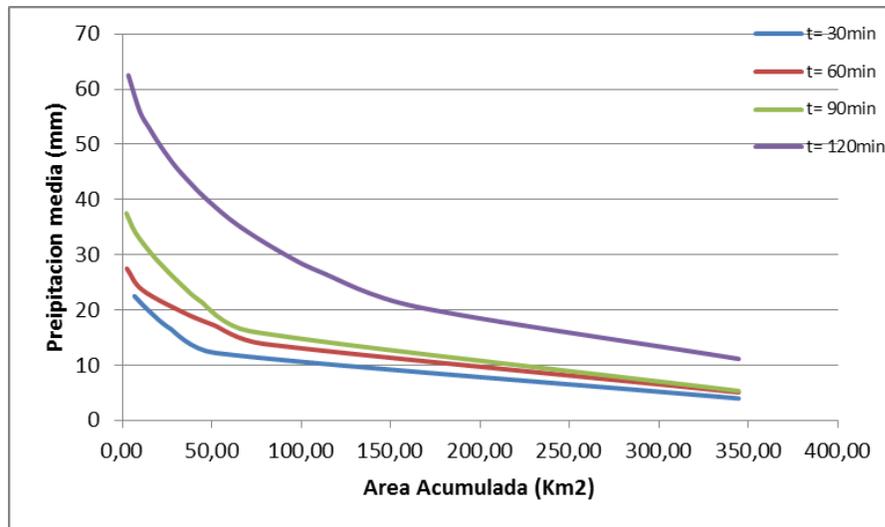
**Tabla 3-32 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 60min de la tormenta 2.**

(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
35	2,26	2,26	37,5	84,75	84,75	37,5
30	7,16	4,90	32,5	159,25	244	34,08
25	15,10	7,94	27,5	218,35	462,35	30,62
20	22,46	7,36	22,5	165,6	627,95	27,96
15	32,25	9,79	17,5	171,325	799,275	24,78
10	44,27	12,02	12,5	150,25	949,525	21,45
5	71,41	27,14	7,5	203,55	1153,075	16,15
0	344,50	273,09	2,5	682,725	1835,8	5,33

**Tabla 3-33 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 90min de la tormenta 2.**

(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
60	3,34	3,34	62,5	208,75	208,75	62,5
50	9,74	6,40	52,5	336	544,75	55,93
45	14,95	5,21	47,5	247,475	792,225	52,99
40	19,95	5,00	42,5	212,5	1004,725	50,36
35	28,09	8,14	37,5	305,25	1309,975	46,63
30	38,43	10,34	32,5	336,05	1646,025	42,83
25	48,30	9,87	27,5	271,425	1917,45	39,7
20	64,11	15,81	22,5	355,725	2273,175	35,46
15	88,04	23,93	17,5	418,775	2691,95	30,58
10	111,89	23,85	12,5	298,125	2990,075	26,72
5	164,80	52,91	7,5	396,825	3386,9	20,55
0	344,50	179,70	2,5	449,25	3836,15	11,14

**Tabla 3-34 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 120min de la tormenta 2.**



**Grafica 3-38 Curvas de altura de precipitación-área de la Tormenta 2 a los 30, 60, 90 y 120 min.**

### Tormenta 3

(1) Isoyeta	(2) Área Acumulada (km2)	(3) Área parcial (Km2)	(4) Precipitación Media (mm)	(3) x (4) Volumen de precipitación (Km2 mm)	(6) Volumen de precipitación acumulada (Km2 mm)	(6) / (2) Precipitación Media (mm)
1	56,99	56,99	1,125	64,11375	64,11375	1,13
0,75	87,28	30,29	0,875	26,50375	90,6175	1,04
0,5	167,73	80,45	0,625	50,28125	140,89875	0,84
0,25	299,22	131,49	0,375	49,30875	190,2075	0,64
0	344,50	45,28	0,125	5,66	195,8675	0,57

**Tabla 3-35 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 30min de la tormenta 3.**

(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
4	24,66	24,66	4,5	110,97	110,97	4,5
3	67,00	42,34	3,5	148,19	259,16	3,87
2	113,10	46,10	2,5	115,25	374,41	3,31
1	251,08	137,98	1,5	206,97	581,38	2,32
0	344,50	93,42	0,5	46,71	628,09	1,82

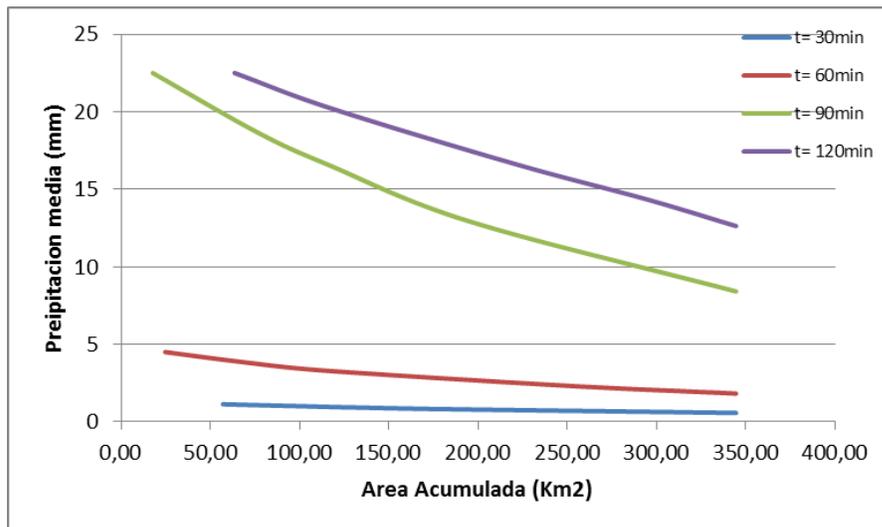
**Tabla 3-36 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 60min de la tormenta 3.**

(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
20	17,74	17,74	22,5	399,15	399,15	22,5
15	76,54	58,80	17,5	1029	1428,15	18,66
10	117,46	40,92	12,5	511,5	1939,65	16,51
5	195,59	78,13	7,5	585,975	2525,625	12,91
0	344,50	148,91	2,5	372,275	2897,9	8,41

**Tabla 3-37 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 90min de la tormenta 3.**

(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
20	63,54	63,54	22,5	1429,65	1429,65	22,5
15	118,72	55,18	17,5	965,65	2395,3	20,18
10	220,78	102,06	12,5	1275,75	3671,05	16,63
5	294,80	74,02	7,5	555,15	4226,2	14,34
0	344,50	49,70	2,5	124,25	4350,45	12,63

**Tabla 3-38 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 120min de la tormenta 3.**



**Grafica 3-39 Curvas de altura de precipitación-área de la Tormenta 3 a los 30, 60, 90 y 120 min.**

### Tormenta 4

(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
4	6,39	6,39	4,5	28,755	28,755	4,5
3	14,72	8,33	3,5	29,155	57,91	3,93
2	27,76	13,04	2,5	32,6	90,51	3,26
1	41,89	14,13	1,5	21,195	111,705	2,67
0	344,50	302,61	0,5	151,305	263,01	0,76

**Tabla 3-39 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 30min de la tormenta 4.**

(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
10	1,74	1,74	11	19,14	19,14	11
8	6,39	4,65	9	41,85	60,99	9,54
6	12,72	6,33	7	44,31	105,3	8,28
4	28,09	15,37	5	76,85	182,15	6,48
2	39,43	11,34	3	34,02	216,17	5,48
0	344,50	305,07	1	305,07	521,24	1,51

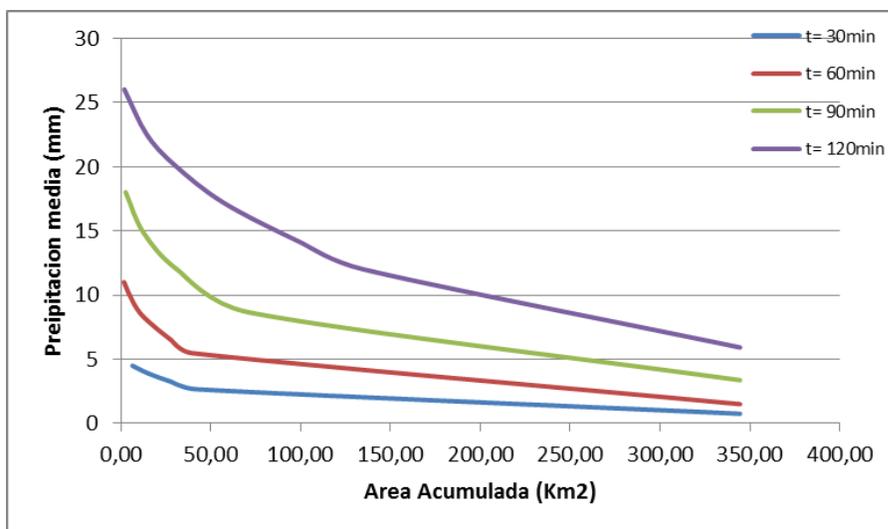
**Tabla 3-40 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 60min de la tormenta 4.**

(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
16	2,66	2,66	18	47,88	47,88	18
12	12,61	9,95	14	139,3	187,18	14,84
8	31,85	19,24	10	192,4	379,58	11,92
4	71,16	39,31	6	235,86	615,44	8,65
0	344,50	273,34	2	546,68	1162,12	3,37

**Tabla 3-41 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 90min de la tormenta 4.**

(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
24	1,93	1,93	26	50,18	50,18	26
20	14,10	12,17	22	267,74	317,92	22,55
16	29,37	15,27	18	274,86	592,78	20,18
12	57,14	27,77	14	388,78	981,56	17,18
8	99,79	42,65	10	426,5	1408,06	14,11
4	135,12	35,33	6	211,98	1620,04	11,99
0	344,50	209,38	2	418,76	2038,8	5,92

**Tabla 3-42 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 120min de la tormenta 4.**



**Grafica 3-40 Curvas de altura de precipitación-área de la Tormenta 4 a los 30, 60, 90 y 120 min.**

### Tormenta 5

(1) Isoyeta	(2) Área Acumulada (km2)	(3) Área parcial (Km2)	(4) Precipitación Media (mm)	(3) x (4) Volumen de precipitación (Km2 mm)	(6) Volumen de precipitación acumulada (Km2 mm)	(6) / (2) Precipitación Media (mm)
15	10,59	10,59	17,5	185,325	185,325	17,5
10	37,90	27,31	12,5	341,375	526,7	13,9
5	80,99	43,09	7,5	323,175	849,875	10,49
0	344,50	263,51	2,5	658,775	1508,65	4,38

**Tabla 3-43 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 30min de la tormenta 5.**

(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
40	10,57	10,57	42,5	449,225	449,225	42,5
35	14,49	3,92	37,5	147	596,225	41,15
30	19,92	5,43	32,5	176,475	772,7	38,79
25	28,95	9,03	27,5	248,325	1021,025	35,27
20	37,13	8,18	22,5	184,05	1205,075	32,46
15	53,62	16,49	17,5	288,575	1493,65	27,86
10	74,70	21,08	12,5	263,5	1757,15	23,52
6	109,53	34,83	8	278,64	2035,79	18,59
2	207,96	98,43	4	393,72	2429,51	11,68
0	344,50	136,54	1	136,54	2566,05	7,45

**Tabla 3-44 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 60min de la tormenta 5.**

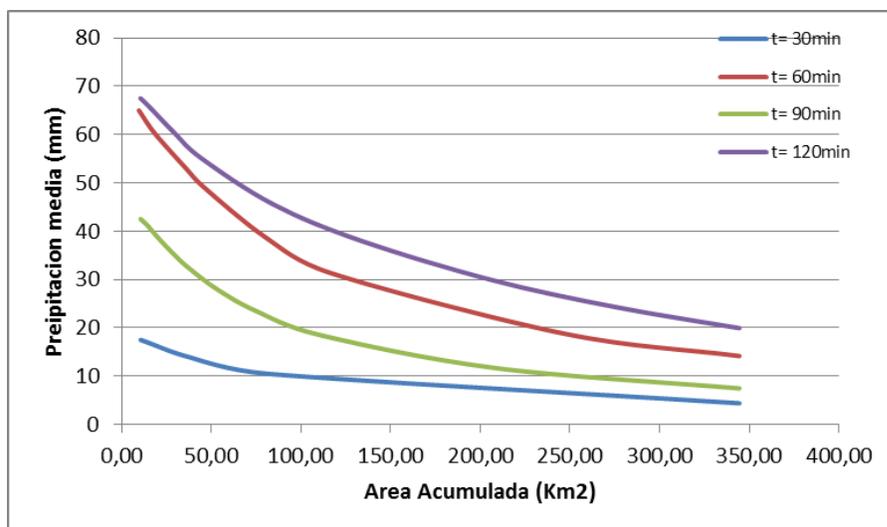
(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
60	9,62	9,62	65	625,3	625,3	65
50	18,71	9,09	55	499,95	1125,25	60,14
40	36,36	17,65	45	794,25	1919,5	52,79
30	45,45	9,09	35	318,15	2237,65	49,23

20	80,31	34,86	25	871,5	3109,15	38,71
10	116,79	36,48	15	547,2	3656,35	31,31
5	247,59	130,80	7,5	981	4637,35	18,73
0	344,50	96,91	2,5	242,275	4879,625	14,16

**Tabla 3-45 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 90min de la tormenta 5.**

(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
65	10,49	10,49	67,5	708,075	708,075	67,5
60	14,43	3,94	62,5	246,25	954,325	66,13
50	28,84	14,41	55	792,55	1746,875	60,57
40	44,27	15,43	45	694,35	2441,225	55,14
30	84,61	40,34	35	1411,9	3853,125	45,54
20	133,45	48,84	25	1221	5074,125	38,02
10	206,64	73,19	15	1097,85	6171,975	29,87
5	275,66	69,02	7,5	517,65	6689,625	24,27
0	344,50	68,84	2,5	172,1	6861,725	19,92

**Tabla 3-46 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 120min de la tormenta 5.**



**Grafica 3-41 Curvas de altura de precipitación-área de la Tormenta 5 a los 30, 60, 90 y 120 min.**

### Tormenta 6

(1) Isoyeta	(2) Área Acumulada (km2)	(3) Área parcial (Km2)	(4) Precipitación Media (mm)	(3) x (4) Volumen de precipitación (Km2 mm)	(6) Volumen de precipitación acumulada (Km2 mm)	(6) / (2) Precipitación Media (mm)
2	15,24	15,24	2,5	38,1	38,1	2,5
1	62,00	46,76	1,5	70,14	108,24	1,75
0	344,50	282,50	0,5	141,25	249,49	0,72

**Tabla 3-47 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 30min de la tormenta 6.**

(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
4	18,84	18,84	4,5	84,78	84,78	4,5
3	43,49	24,65	3,5	86,275	171,055	3,93
2	95,39	51,90	2,5	129,75	300,805	3,15
1	132,40	37,01	1,5	55,515	356,32	2,69
0	344,50	212,10	0,5	106,05	462,37	1,34

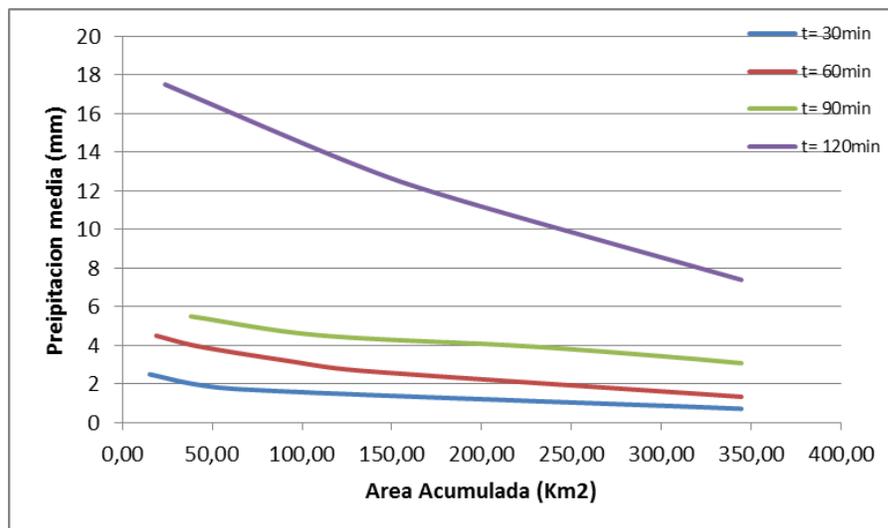
**Tabla 3-48 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 60min de la tormenta 6.**

(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
5	38,13	38,13	5,5	209,715	209,715	5,5
4	108,60	70,47	4	281,88	491,595	4,53
3	213,21	104,61	3,5	366,135	857,73	4,02
2	252,72	39,51	2,5	98,775	956,505	3,78
1	310,46	57,74	1,5	86,61	1043,115	3,36
0	344,50	34,04	0,5	17,02	1060,135	3,08

**Tabla 3-49 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 90min de la tormenta 6.**

(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
15	23,77	23,77	17,5	415,975	415,975	17,5
10	127,36	103,59	12,5	1294,875	1710,85	13,43
5	186,10	58,74	7,5	440,55	2151,4	11,56
0	344,50	158,40	2,5	396	2547,4	7,39

**Tabla 3-50 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 120min de la tormenta 6.**



**Grafica 3-42 Curvas de altura de precipitación-área de la Tormenta 6 a los 30, 60, 90 y 120 min.**

### Tormenta 7

(1) Isoyeta	(2) Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	(3) Área parcial (Km <sup>2</sup> )	(4) Precipitación Media (mm)	(3) x (4) Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	(6) Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	(6) / (2) Precipitación Media (mm)
1	16,19	16,19	1,25	20,2375	20,2375	1,25
0,5	62,48	46,29	0,75	34,7175	54,955	0,88
0	344,50	282,02	0,25	70,505	125,46	0,36

**Tabla 3-51 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 30min de la tormenta 7.**

(1) Isoyeta	(2) Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	(3) Área parcial (Km <sup>2</sup> )	(4) Precipitación Media (mm)	(3) x (4) Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	(6) Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	(6) / (2) Precipitación Media (mm)
10	3,25	3,25	12,5	40,625	40,625	12,5
5	32,92	29,67	7,5	222,525	263,15	7,99
0	344,50	311,58	2,5	778,95	1042,1	3,02

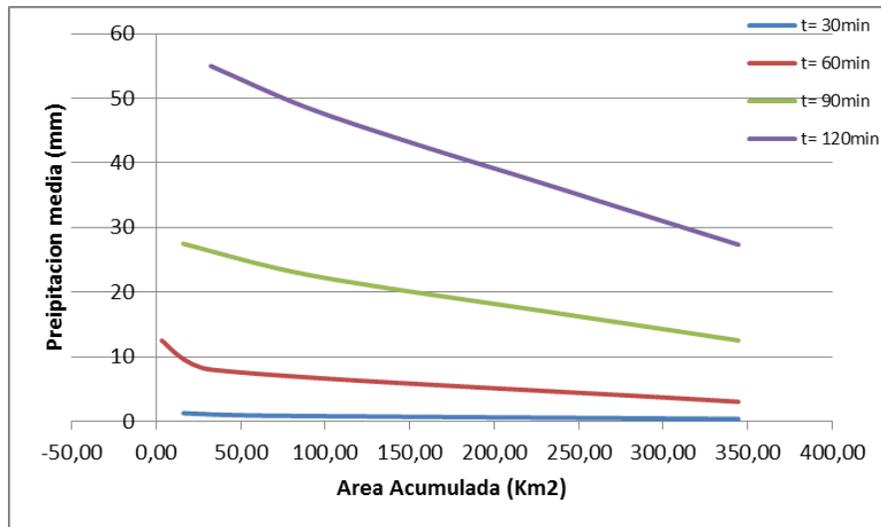
**Tabla 3-52 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 60min de la tormenta 7.**

(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
25	15,95	15,95	27,5	438,625	438,625	27,5
20	73,05	57,10	22,5	1284,75	1723,375	23,59
15	128,37	55,32	17,5	968,1	2691,475	20,97
10	218,41	90,04	12,5	1125,5	3816,975	17,48
5	254,26	35,85	7,5	268,875	4085,85	16,07
0	344,50	90,24	2,5	225,6	4311,45	12,52

**Tabla 3-53 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 90min de la tormenta 7.**

(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
50	32,32	32,32	55	1777,6	1777,6	55
40	88,12	55,80	45	2511	4288,6	48,67
30	155,56	67,44	35	2360,4	6649	42,74
20	220,59	65,03	25	1625,75	8274,75	37,51
10	273,10	52,51	15	787,65	9062,4	33,18
0	344,50	71,40	5	357	9419,4	27,34

**Tabla 3-54 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 120min de la tormenta 7.**



**Grafica 3-43 Curvas de altura de precipitación-área de la Tormenta 7 a los 30, 60, 90 y 120 min.**

**Tormenta 8**

(1) Isoyeta	(2) Área Acumulada (km2)	(3) Área parcial (Km2)	(4) Precipitación Media (mm)	(3) x (4) Volumen de precipitación (Km2 mm)	(6) Volumen de precipitación acumulada (Km2 mm)	(6) / (2) Precipitación Media (mm)
40	9,72	9,72	45	437,4	437,4	45
30	18,81	9,09	35	318,15	755,55	40,17
20	29,48	10,67	25	266,75	1022,3	34,68
10	58,91	29,43	15	441,45	1463,75	24,85
0	344,50	285,59	5	1427,95	2891,7	8,39

**Tabla 3-55 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 30min de la tormenta 8.**

(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
60	16,51	16,51	65	1073,15	1073,15	65
50	85,71	69,20	55	3806	4879,15	56,93
40	106,94	21,23	45	955,35	5834,5	54,56
30	150,38	43,44	35	1520,4	7354,9	48,91
20	204,97	54,59	25	1364,75	8719,65	42,54
10	314,89	109,92	15	1648,8	10368,45	32,93
0	344,50	29,61	5	148,05	10516,5	30,53

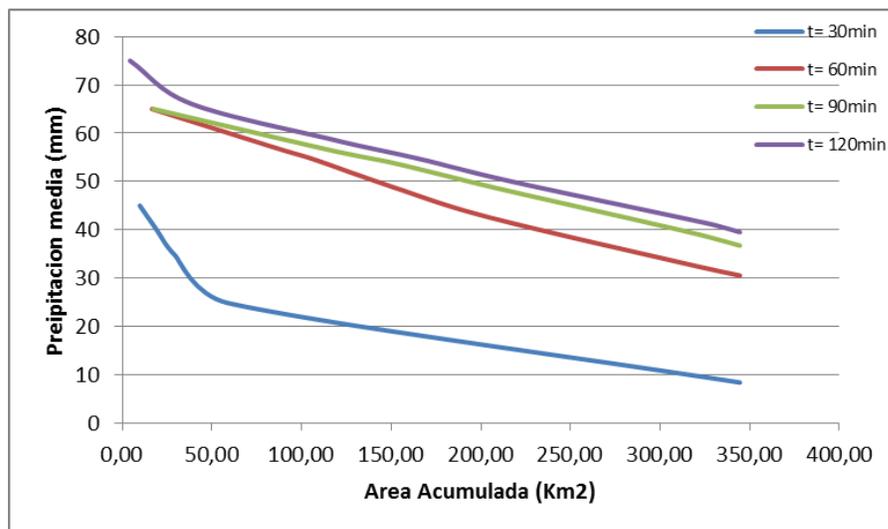
**Tabla 3-56 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 60min de la tormenta 8.**

(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
60	17,27	17,27	65	1122,55	1122,55	65
50	115,94	98,67	55	5426,85	6549,4	56,49
40	151,67	35,73	45	1607,85	8157,25	53,78
30	207,49	55,82	35	1953,7	10110,95	48,73
20	280,43	72,94	25	1823,5	11934,45	42,56
10	320,79	40,36	15	605,4	12539,85	39,09
0	344,50	23,71	5	118,55	12658,4	36,74

**Tabla 3-57 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 90min de la tormenta 8.**

(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
70	4,26	4,26	75	319,5	319,5	75
60	38,29	34,03	65	2211,95	2531,45	66,11
50	118,10	79,81	55	4389,55	6921	58,6
40	164,98	46,88	45	2109,6	9030,6	54,74
30	216,94	51,96	35	1818,6	10849,2	50,01
20	315,98	99,04	25	2476	13325,2	42,17
10	330,28	14,30	15	214,5	13539,7	40,99
0	344,50	14,22	5	71,1	13610,8	39,51

**Tabla 3-58 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 120min de la tormenta 8.**



**Grafica 3-44 Curvas de altura de precipitación-área de la Tormenta 8 a los 30, 60, 90 y 120 min.**

### Tormenta 9

(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
20	61,36	61,36	22,5	1380,6	1380,6	22,5
15	144,39	83,03	17,5	1453,025	2833,625	19,62
10	172,57	28,18	12,5	352,25	3185,875	18,46
5	245,17	72,60	7,5	544,5	3730,375	15,22
0	344,50	99,33	2,5	248,325	3978,7	11,55

**Tabla 3-59 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 30min de la tormenta 9.**

(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
40	20,18	20,18	45	908,1	908,1	45
30	168,38	148,20	35	5187	6095,1	36,2
20	261,01	92,63	25	2315,75	8410,85	32,22
10	328,67	67,66	15	1014,9	9425,75	28,68
0	344,50	15,83	5	79,15	9504,9	27,59

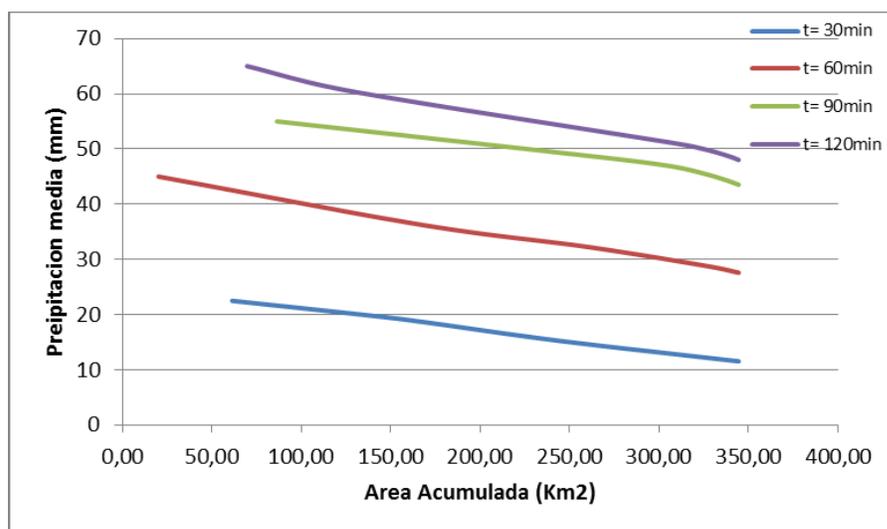
**Tabla 3-60 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 60min de la tormenta 9.**

(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km2)	Área parcial (Km2)	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km2 mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km2 mm)	Precipitación Media (mm)
50	86,36	86,36	55	4749,8	4749,8	55
40	278,23	191,87	45	8634,15	13383,95	48,1
30	305,64	27,41	35	959,35	14343,3	46,93
20	321,84	16,20	25	405	14748,3	45,82
10	335,17	13,33	15	199,95	14948,25	44,6
0	344,50	9,33	5	46,65	14994,9	43,53

**Tabla 3-61 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 90min de la tormenta 9.**

(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km2)	Área parcial (Km2)	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km2 mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km2 mm)	Precipitación Media (mm)
60	69,69	69,69	65	4529,85	4529,85	65
50	128,38	58,69	55	3227,95	7757,8	60,43
40	296,32	167,94	45	7557,3	15315,1	51,68
30	315,56	19,24	35	673,4	15988,5	50,67
20	331,32	15,76	25	394	16382,5	49,45
10	340,60	9,28	15	139,2	16521,7	48,51
0	344,50	3,90	5	19,5	16541,2	48,02

**Tabla 3-62 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 120min de la tormenta 9.**



**Grafica 3-45 Curvas de altura de precipitación-área de la Tormenta 9 a los 30, 60, 90 y 120 min.**

### Tormenta 10

(1) Isoyeta	(2) Área Acumulada (km2)	(3) Área parcial (Km2)	(4) Precipitación Media (mm)	(3) x (4) Volumen de precipitación (Km2 mm)	(6) Volumen de precipitación acumulada (Km2 mm)	(6) / (2) Precipitación Media (mm)
10	28,40	28,40	11	312,4	312,4	11
8	60,38	31,98	9	287,82	600,22	9,94
6	98,45	38,07	7	266,49	866,71	8,8
4	128,72	30,27	5	151,35	1018,06	7,91
2	173,90	45,18	3	135,54	1153,6	6,63
0	344,50	170,60	1	170,6	1324,2	3,84

**Tabla 3-63 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 30min de la tormenta 10.**

(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
30	66,55	66,55	32,5	2162,875	2162,875	32,5
25	127,11	60,56	27,5	1665,4	3828,275	30,12
20	148,07	20,96	22,5	471,6	4299,875	29,04
15	171,21	23,14	17,5	404,95	4704,825	27,48
10	189,44	18,23	12,5	227,875	4932,7	26,04
5	214,13	24,69	7,5	185,175	5117,875	23,9
0	344,50	130,37	2,5	325,925	5443,8	15,8

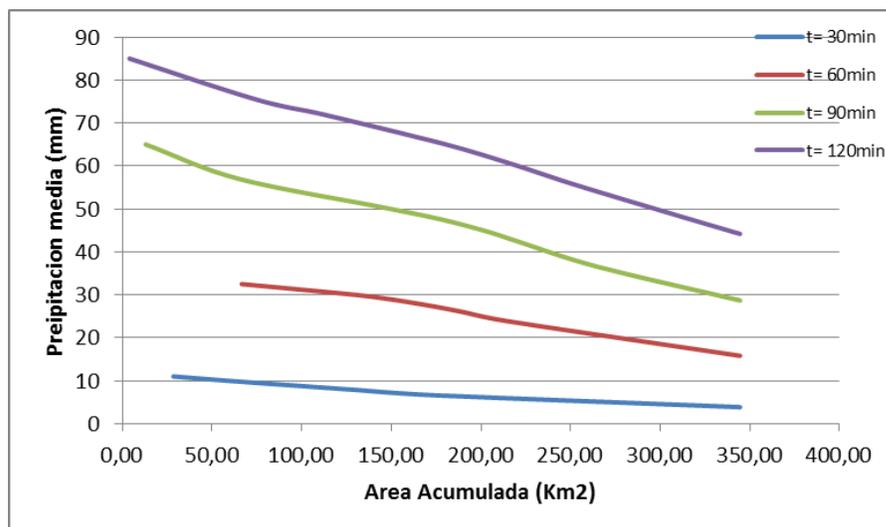
**Tabla 3-64 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 60min de la tormenta 10.**

(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
60	12,98	12,98	65	843,7	843,7	65
50	64,94	51,96	55	2857,8	3701,5	57
40	145,19	80,25	45	3611,25	7312,75	50,37
30	178,26	33,07	35	1157,45	8470,2	47,52
20	204,23	25,97	25	649,25	9119,45	44,65
10	218,85	14,62	15	219,3	9338,75	42,67
5	265,00	46,15	7,5	346,125	9684,875	36,55
0	344,50	79,50	2,5	198,75	9883,625	28,69

**Tabla 3-65 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 90min de la tormenta 10.**

(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
80	3,95	3,95	85	335,75	335,75	85
70	74,24	70,29	75	5271,75	5607,5	75,53
60	112,70	38,46	65	2499,9	8107,4	71,94
50	167,30	54,60	55	3003	11110,4	66,41
40	192,87	25,57	45	1150,65	12261,05	63,57
30	221,73	28,86	35	1010,1	13271,15	59,85
20	255,30	33,57	25	839,25	14110,4	55,27
10	322,38	67,08	15	1006,2	15116,6	46,89
0	344,50	22,12	5	110,6	15227,2	44,2

**Tabla 3-66 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 120min de la tormenta 10.**



**Grafica 3-46 Curvas de altura de precipitación-área de la Tormenta 10 a los 30, 60, 90 y 120 min.**

### Tormenta 11

(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
25	30,79	30,79	27,5	846,725	846,725	27,5
20	64,47	33,68	22,5	757,8	1604,525	24,89
15	91,62	27,15	17,5	475,125	2079,65	22,7
10	139,05	47,43	12,5	592,875	2672,525	19,22
5	206,82	67,77	7,5	508,275	3180,8	15,38
0	344,50	137,68	2,5	344,2	3525	10,23

**Tabla 3-67 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 30min de la tormenta 11.**

(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
50	64,84	64,84	55	3566,2	3566,2	55
40	96,09	31,25	45	1406,25	4972,45	51,75
30	236,34	140,25	35	4908,75	9881,2	41,81
20	298,05	61,71	25	1542,75	11423,95	38,33
10	340,15	42,10	15	631,5	12055,45	35,44
0	344,50	4,35	5	21,75	12077,2	35,06

**Tabla 3-68 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 60min de la tormenta 11.**

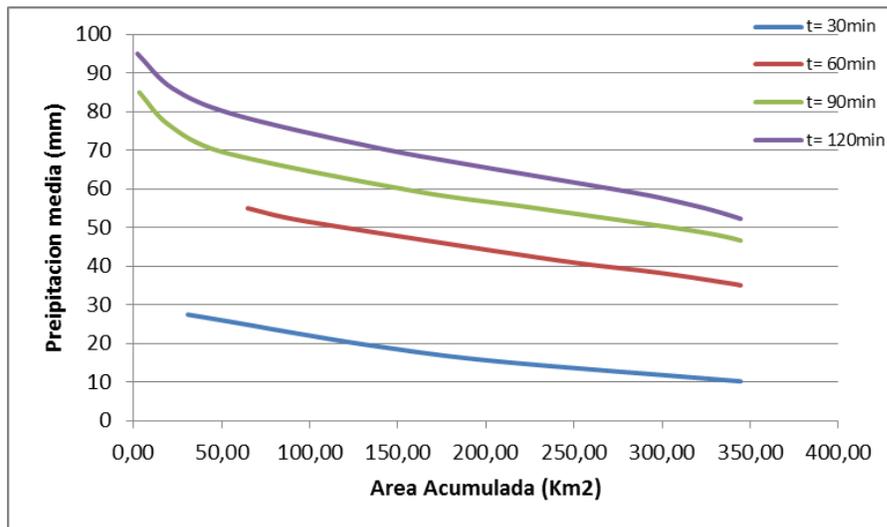
(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
80	3,25	3,25	85	276,25	276,25	85
70	19,85	16,60	75	1245	1521,25	76,64
60	49,97	30,12	65	1957,8	3479,05	69,62
50	156,79	106,82	55	5875,1	9354,15	59,66
40	226,45	69,66	45	3134,7	12488,85	55,15
30	309,72	83,27	35	2914,45	15403,3	49,73
20	328,70	18,98	25	474,5	15877,8	48,3
10	339,78	11,08	15	166,2	16044	47,22
0	344,50	4,72	5	23,6	16067,6	46,64

**Tabla 3-69 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 90min de la tormenta 11.**

(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
90	2,22	2,22	95	210,9	210,9	95
80	22,20	19,98	85	1698,3	1909,2	86
70	56,72	34,52	75	2589	4498,2	79,31
60	133,70	76,98	65	5003,7	9501,9	71,07

50	190,49	56,79	55	3123,45	12625,35	66,28
40	275,31	84,82	45	3816,9	16442,25	59,72
30	295,05	19,74	35	690,9	17133,15	58,07
20	319,87	24,82	25	620,5	17753,65	55,5
10	332,98	13,11	15	196,65	17950,3	53,91
0	344,50	11,52	5	57,6	18007,9	52,27

**Tabla 3-70 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 120min de la tormenta 11.**



**Grafica 3-47 Curvas de altura de precipitación-área de la Tormenta 11 a los 30, 60, 90 y 120 min.**

### Tormenta 12

(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
1,5	47,13	47,13	1,75	82,4775	82,4775	1,75
1	81,04	33,91	1,25	42,3875	124,865	1,54
0,5	139,35	58,31	0,75	43,7325	168,5975	1,21
0	344,50	205,15	0,25	51,2875	219,885	0,64

**Tabla 3-71 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 30min de la tormenta 12.**

(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
2	116,19	116,19	2,5	290,475	290,475	2,5
1	153,71	37,52	1,5	56,28	346,755	2,26
0	344,50	190,79	0,5	95,395	442,15	1,28

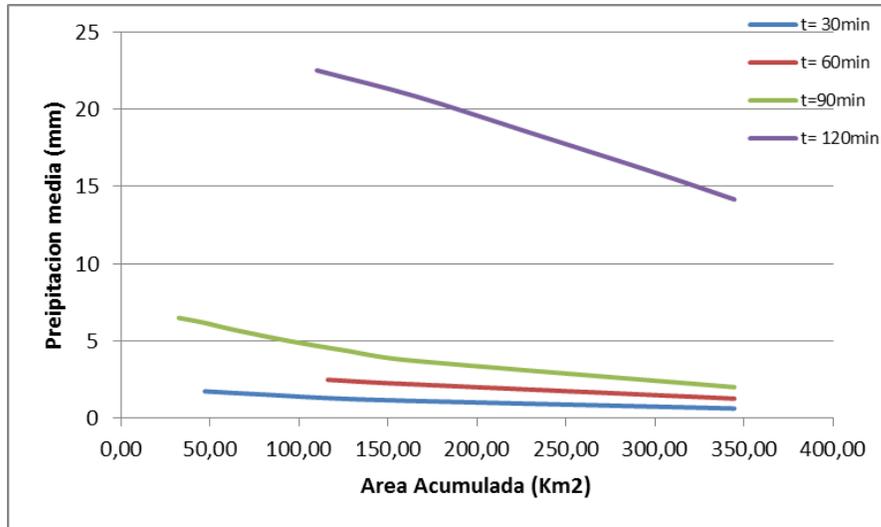
**Tabla 3-72 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 60min de la tormenta 12.**

(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
6	32,53	32,53	6,5	211,445	211,445	6,5
5	45,77	13,24	5,5	72,82	284,265	6,21
4	63,59	17,82	4,5	80,19	364,455	5,73
3	95,55	31,96	3,5	111,86	476,315	4,98
2	127,18	31,63	2,5	79,075	555,39	4,37
1	160,58	33,40	1,5	50,1	605,49	3,77
0	344,50	183,92	0,5	91,96	697,45	2,02

**Tabla 3-73 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 90min de la tormenta 12.**

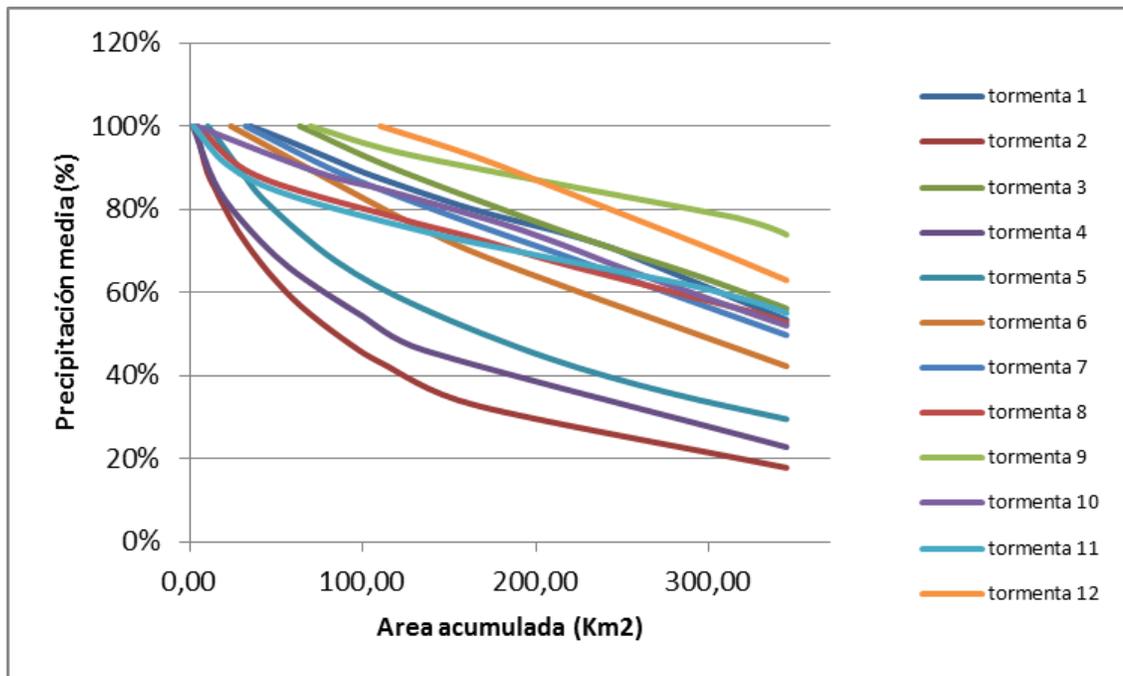
(1)	(2)	(3)	(4)	(3) x (4)	(6)	(6) / (2)
Isoyeta	Área Acumulada (km <sup>2</sup> )	Área parcial (Km <sup>2</sup> )	Precipitación Media (mm)	Volumen de precipitación (Km <sup>2</sup> mm)	Volumen de precipitación acumulada (Km <sup>2</sup> mm)	Precipitación Media (mm)
20	110,09	110,09	22,5	2477,025	2477,025	22,5
15	165,61	55,52	17,5	971,6	3448,625	20,82
10	227,74	62,13	12,5	776,625	4225,25	18,55
5	300,24	72,50	7,5	543,75	4769	15,88
0	344,50	44,26	2,5	110,65	4879,65	14,16

**Tabla 3-74 Alturas de precipitaciones medias-áreas para 120min de la tormenta 12.**



**Grafica 3-48 Curvas de altura de precipitación-área de la Tormenta 12 a los 30, 60, 90 y 120 min.**

Para una duración de 120 minutos se preparó una curva adimensional que permite observar de manera más explícita el porcentaje de reducción de la precipitación en función del área.

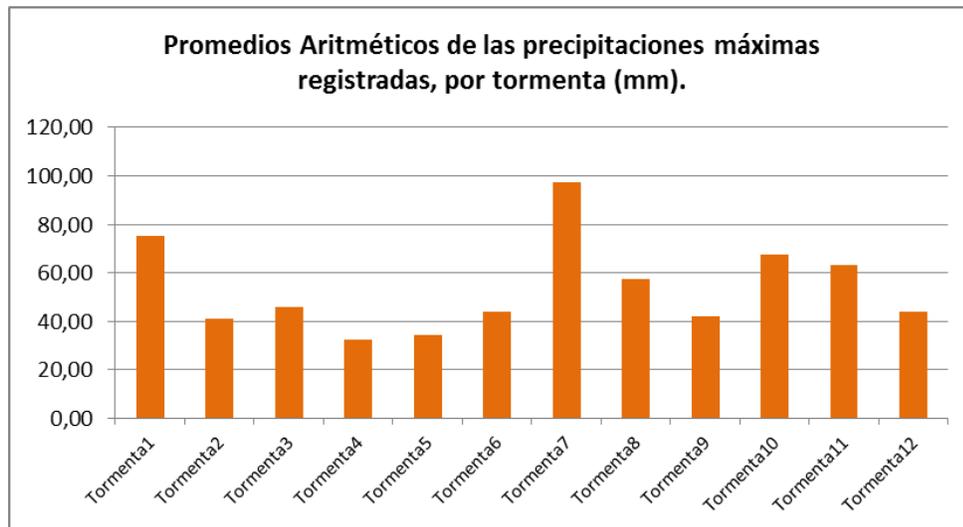


**Grafica 3-49 Curvas adimensionales de altura de precipitación-área de las 12 tormentas a los 120 minutos.**

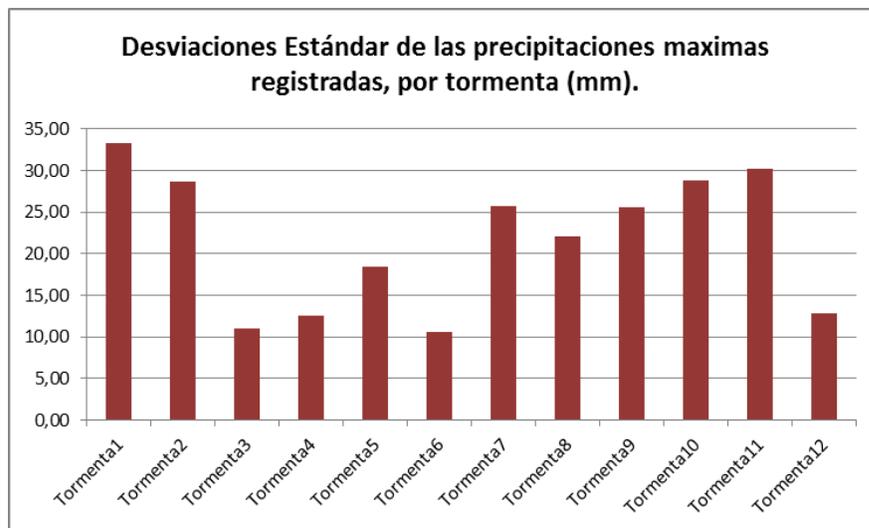
### 3.10. Comparación de las tormentas analizadas.

CUADRO COMPARATIVO DE TORMENTAS ANALIZADAS												
	Tormenta1	Tormenta2	Tormenta3	Tormenta4	Tormenta5	Tormenta6	Tormenta7	Tormenta8	Tormenta9	Tormenta10	Tormenta11	Tormenta12
Fecha de Tormenta	06/01/2014	19/01/2014	23/01/2014	25/02/2014	28/02/2014	24/03/2014	02/03/2013	14/03/2013	26/01/2012	07/02/2012	25/02/2012	19/03/2012
Hora de Inicio de Tormenta	20:30	20:30	5:00	4:50	20:00	18:30	17:00	18:20	16:30	22:00	18:00	0:00
Duración Tormenta (min)	560	300	300	250	240	280	340	200	200	200	200	260
Estación pluviográfica de Inicio de Lluvia.	La Chala	Progreso	Juan Montalvo	Progreso	La Toma	La Toma	Santa Ana	La Chala	Bombeo Via La Costa	La Toma	Juan Montalvo	Bombeo Via La Costa
Promedios Aritméticos de las precipitaciones máximas registradas, por tormenta (mm).	75,08	41,19	45,97	32,59	34,28	43,98	97,49	57,39	42,27	67,51	63,13	44,07
Desviaciones Estándar de las precipitaciones máximas registradas, por tormenta (mm).	33,32	28,61	10,94	12,58	18,39	10,60	25,76	22,12	25,59	28,74	30,24	12,81
Promedios Aritméticos de las precipitaciones máximas registradas por tormenta mas su desviación estándar (mm).	108,39	69,80	56,92	45,16	52,67	54,58	123,24	79,51	67,86	96,25	93,37	56,88
Promedios Aritméticos de las precipitaciones máximas registradas por tormenta menos su desviación estándar (mm).	41,76	12,59	35,03	20,01	15,90	33,39	71,73	35,27	16,68	38,76	32,89	31,27
Estación que registro la más alta lluvia, por tormenta.	Juan Montalvo	Progreso	Juan Montalvo	Juan Montalvo	La Toma	Santa Ana	Via La Costa	La Chala	Juan Montalvo	Progreso	Bellavista	Juan Montalvo
Precipitación máxima registrada en una estación, por tormenta (mm).	109,24	93,59	61,38	48,43	74,36	63,58	128,02	86,12	77,48	106,02	103,62	72,14
Estación que registro la menor lluvia, por tormenta.	Reservorio Trinitaria	La Toma	La Chala	Bellavista	La Chala	Trinitaria	La Toma	Bombeo Via La Costa	La Toma	Bombeo Via La Costa	La Toma	Bellavista
Precipitación mínima registrada en una estación, por tormenta (mm).	1,62	4,50	33,12	11,79	19,23	29,73	58,80	20,08	7,24	27,96	6,89	33,32
Relación entre la precipitación máxima registrada en una estación con respecto a la media aritmética, por tormenta (%).	145,51%	227,20%	133,52%	148,62%	216,90%	144,56%	131,31%	150,07%	183,31%	157,06%	164,14%	163,68%

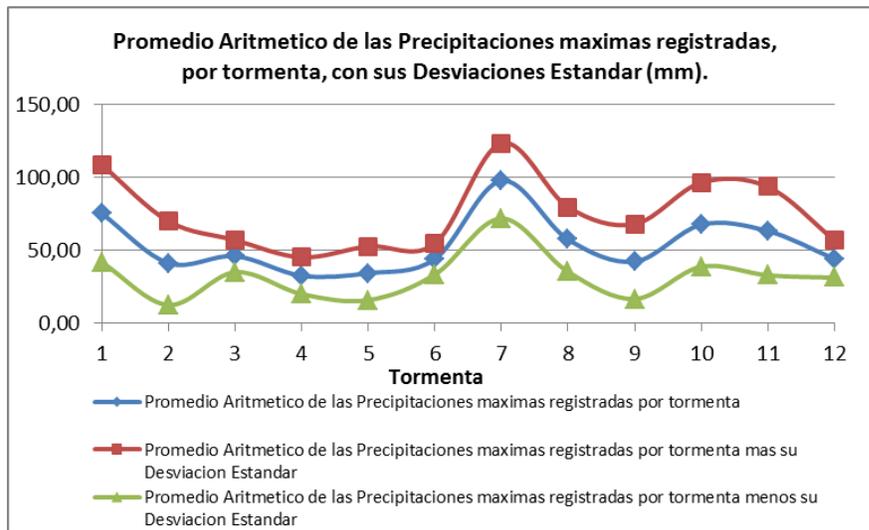
Tabla 3-75 Cuadro comparativo de las tormentas analizadas.



**Gráfica 3-50 Promedios aritméticos de las precipitaciones máximas registradas, por tormenta.**



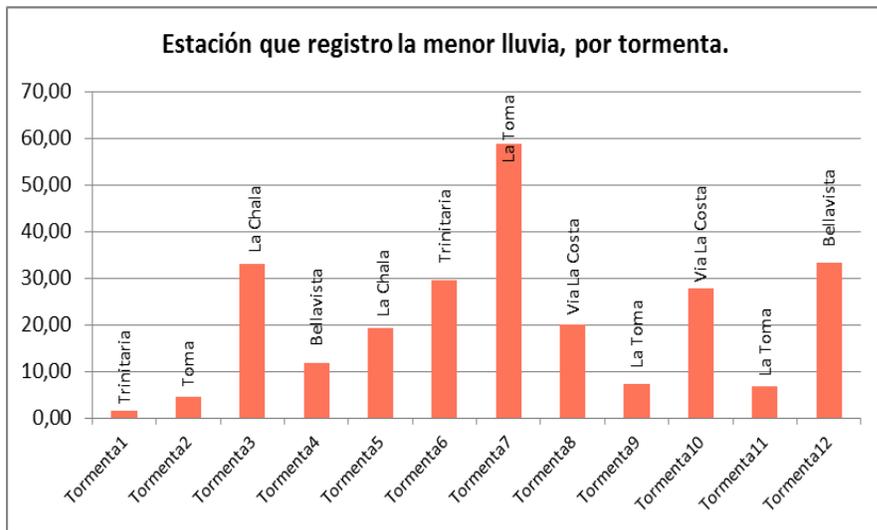
**Gráfica 3-51 Desviaciones estándar de las precipitaciones máximas registradas, por tormenta.**



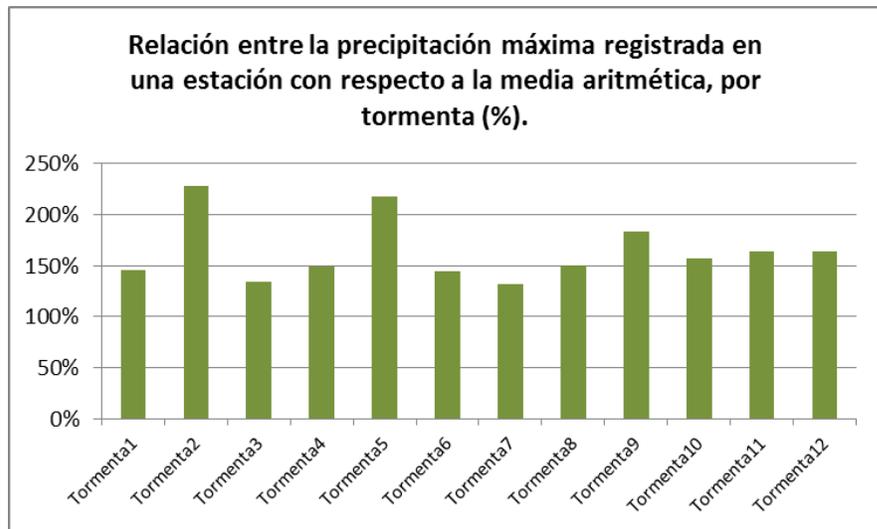
**Gráfica 3-52 Promedios aritméticos de las precipitaciones máximas registradas, por tormenta, con sus desviaciones estándar.**



**Gráfica 3-53 Estación que registró la más alta lluvia, por tormenta.**



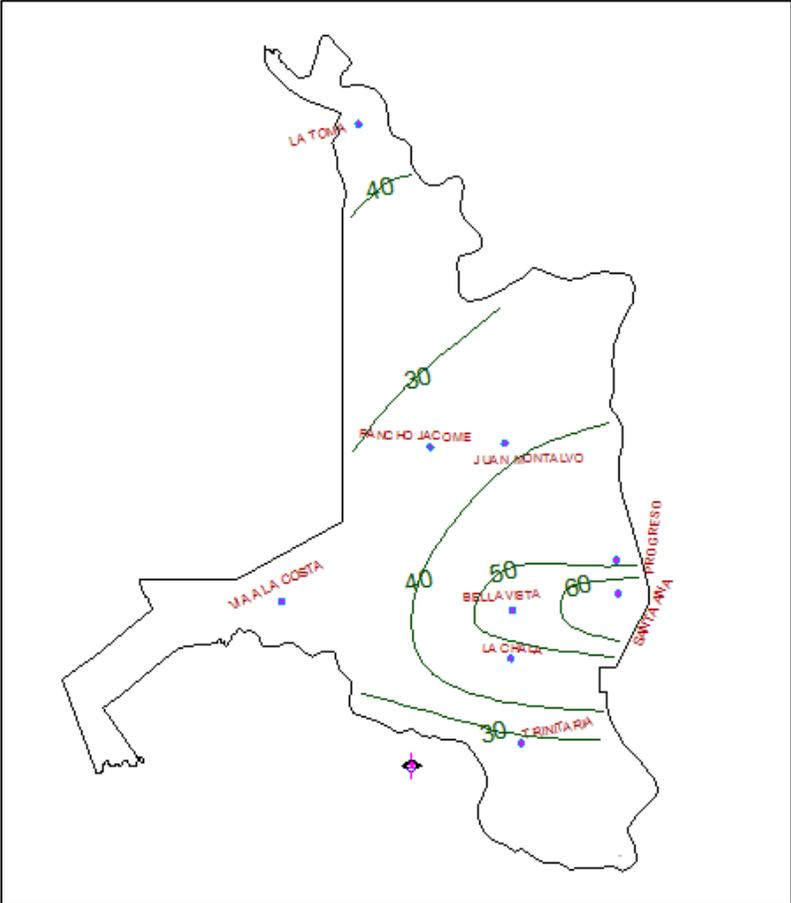
**Gráfica 3-54 Estación que registró la menor lluvia, por tormenta.**



**Gráfica 3-55 Relaciones entre las precipitación máxima registrada en una estación con respecto a la media aritmética, por tormenta.**

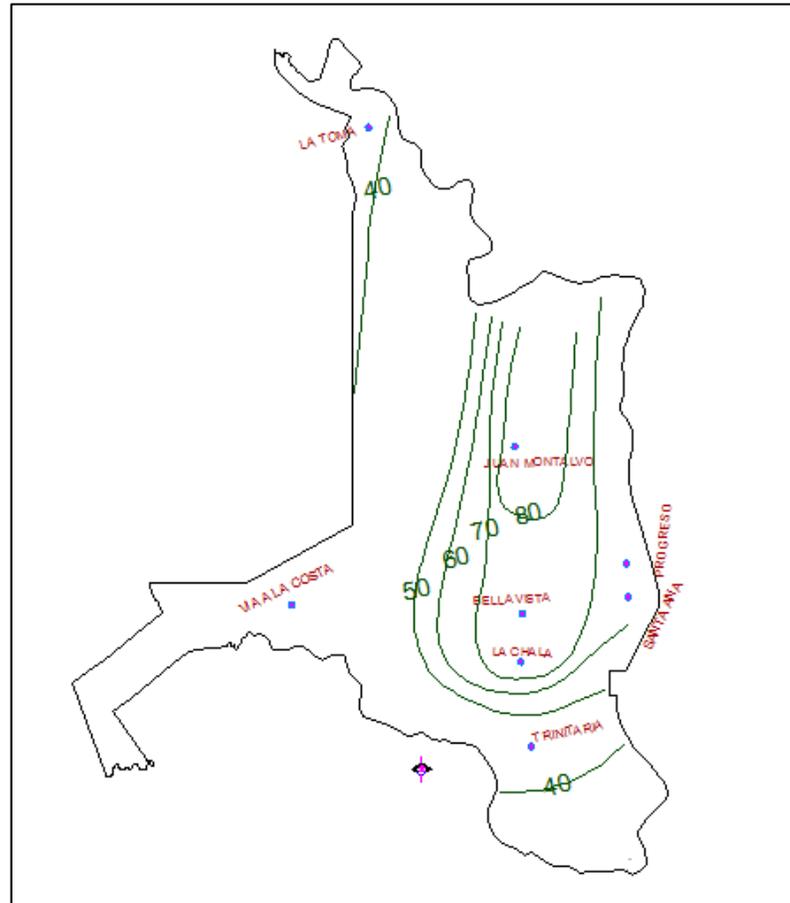
**3.10.1 Mapas con isoyetas medias de las tormentas analizadas.**

**ISOYETAS DE 1 TORMENTA REGISTRADAS EN 9 ESTACIONES.**



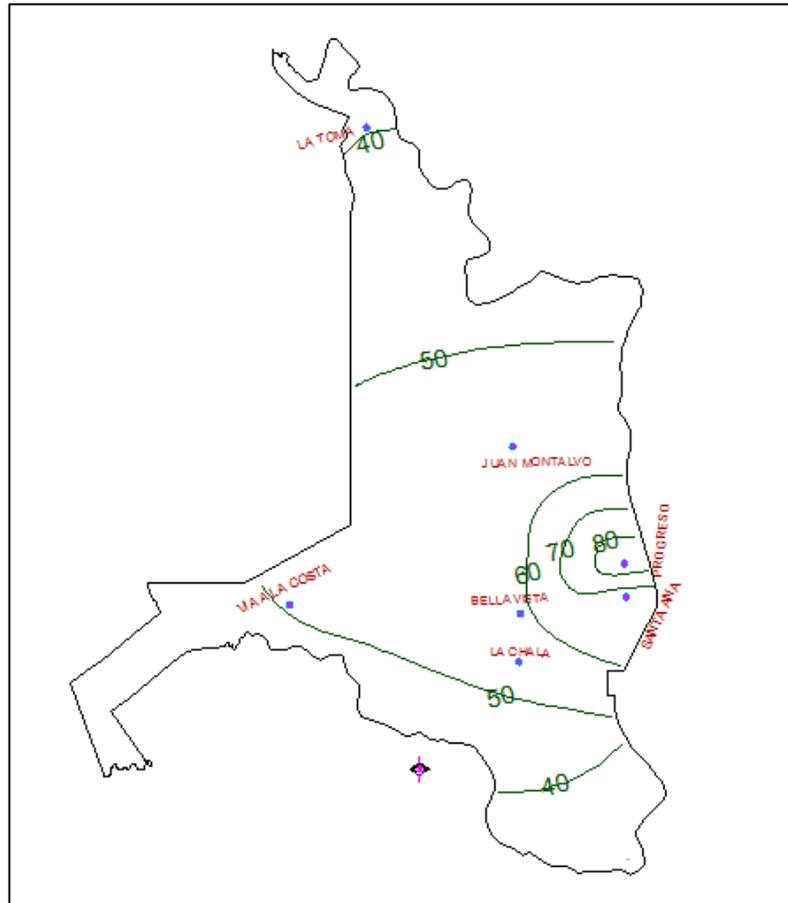
**Gráfica 3-56 Isoyetas medias registradas en 9 estaciones.**

**ISOYETAS MEDIAS DE 4 TORMENTAS REGISTRADAS EN 8 ESTACIONES.**



**Gráfica 3-57 Isoyetas medias registradas en 8 estaciones.**

**ISOYETAS MEDIAS DE 2 TORMENTAS REGISTRADAS EN 7 ESTACIONES.**



**Gráfica 3-58 Isoyetas medias registradas en 7 estaciones.**

## 4. CONCLUSIONES

De la observación de los hietogramas parciales de las tormentas, se puede concluir que el patrón más común, es que el punto más alto de intensidad se produzca cerca de la mitad de la duración de la tormenta.

Las tormentas se inician preferentemente en el norte de la ciudad, de idéntica forma las lluvias más intensas están registradas en este mismo sector.

La tormenta con más alto promedio (aritmético) de precipitación es la que se produjo el 2 de Marzo del 2013 a las 17:00, con 128.02mm.

La estación Juan Montalvo es la que registra precipitaciones de mayor altura, lo que ocurre en 5 de las 12 tormentas seleccionadas.

Mientras que en la estación la Toma, pese a ser donde comenzaron la mayoría de las tormentas, es la que registra el mayor número de precipitaciones con la más baja altura.

Todas las tormentas poseen una relación entre la precipitación máxima registrada, en alguna de las estaciones con respecto a la media aritmética mayor al 130%, y solamente en dos tormentas en la estación donde hubo el mayor registro de precipitaciones llovió más del doble de la media aritmética. Esto ocurrió en la tormenta 2 del 19 de Enero del 2014, y la tormenta 5 del 28 de Febrero del 2014.

Para la duración de la lluvia en 120 minutos, la reducción de la altura de la lluvia total respecto del área fluctúa entre el 20% y 80% en una área de 344.5 Km<sup>2</sup>.

Si se divide la duración de la tormentas adimensionales en cuartiles, de una forma gruesa se puede concluir en: al 25% de la duración de la tormenta se ha producido el 40% de las lluvias, al 50% el 60% de las lluvias y al 75% el 90% de las lluvias, que registran las tormentas.

## 5. BIBLIOGRAFIA

Beltrán, Franklin A. “Modelo de Tormentas, aplicación en la generación de curvas intensidad-duración- frecuencia en el distrito metropolitano de Quito”, 2012.

Chow, Ven T, Maidment, David y Mays, Larry. “Applied Hydrology”. New York: McGraw-Hill Publishing Company, 1988.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Censo de población y vivienda Guayaquil, 2010.

Interagua, Registros de precipitaciones de las estaciones pluviométricas en la ciudad de Guayaquil-Ecuador, 2014.

Springall, Rolando G. “Hidrología Superficial”. D.F. México: Facultad de Ingeniería de la UNAM (Universidad Autónoma Metropolitana), 1986.

Weatherbase, Monthly-Weather Averages Summary, de:  
<http://www.weatherbase.com/weather/weather.php3?s=30248&refer=Weatherbase>.

## **6. ANEXOS**

### **6.1 Levantamiento de las alturas de precipitaciones, de los registros pluviográficos de las estaciones en la ciudad de Guayaquil de las tormentas.**

Los anexos de los levantamientos de las alturas de precipitaciones de las tormentas se encuentran en el CD adjunto.

### **6.2. Mapas con variaciones espaciales de las tormentas.**

Los planos que contienen las isoyetas de las tormentas, se muestran a continuación.

**HOJA INTENCIONALMENTE EN BLANCO PARA ADJUNTAR  
PLANO**

**HOJA INTENCIONALMENTE EN BLANCO PARA ADJUNTAR  
PLANO**