

ESTUDIO DE LA PRECIPITACIÓN EN EL ÁREA METROPOLITANA DE
BUCARAMANGA

CARLOS ALBERTO PEREA NIÑO
JORGE MAURICIO LAMUS BAYONA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2005

ESTUDIO DE LA PRECIPITACIÓN EN EL ÁREA METROPOLITANA DE
BUCARAMANGA

CARLOS ALBERTO PEREA NIÑO
JORGE MAURICIO LAMUS BAYONA

Trabajo de Grado para optar el título de
Ingeniero Civil.

Director
JORGE ALBERTO GUZMÁN JAIMES
MSc. Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2005

*A DIOS
A Carlos por sus enseñanzas
A Esperanza por su amor
A Adriana por su valor
A Ledy por su carácter
A Lya por su carisma
A Luz Carime por su compañía
A Caroly por sus travesuras
A Aída, Adriana y Santiago
Y a los que vienen*

Carlos Perea

*A Dios por la vida
A mi Madre por ser fuente de inspiración
A Sergio por su apoyo
A Alicia por su ayuda*

Jorge Mauricio.

AGRADECIMIENTOS

Al I.C. Msc. Jorge A. Guzmán por su enorme contribución como docente, como director de proyecto y como persona preocupada por el medio ambiente, para la realización de toda la investigación.

Al IDEAM, la CDMB y la empresa URBANAS por el suministro de la información necesaria para el desarrollo del proyecto.

Al Grupo en predicción y modelamiento Hidroclimático G.P.H. – UIS por la colaboración y suministro de las herramientas que facilitaron la elaboración de las respuestas a los interrogantes.

A todo el Grupo de Música y danzas folclóricas de la UIS por servir de apoyo moral y compañía a los autores.

A Catalina Chaparro por su apoyo incondicional y colaboración durante la realización del proyecto.

A Juliana Santos por su apoyo incondicional y colaboración durante la realización del proyecto.

CONTENIDO

Pág.

CONTENIDO	4
LISTA DE TABLAS	5
LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE ANEXOS	7
INTRODUCCIÓN	10
1. ÁREA DE ESTUDIO	12
1.1 LOCALIZACIÓN	12
1.1.1 La cuenca superior del río Lebrija	12
1.1.2 La cuenca del río de oro	12
1.2 EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA – AMB	12
1.2.1 Orografía y suelos	13
1.2.2 Clima.....	13
1.2.2.1 Clasificaciones climáticas	14
1.2.3 Antecedentes y estudios realizados	14
1.2.3.1 Estudios de precipitación	14
1.3 ESTACIONES BASE DEL ESTUDIO	17
1.3.1 Entidades con participación en hidrometeorología en el AMB	17
1.3.2 Estaciones del AMB.....	17
1.3.3 Estaciones del AMB para análisis homogeneidad y consistencia.....	19
2. ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE LOS DATOS	21
2.1 DIFICULTADES EN EL PERIODO DE REGISTRO	21
2.1.1 Estaciones operador CDMB	21
2.1.2 Estaciones operador IDEAM	23
2.2 ERRORES SISTEMÁTICOS POR CURVA DE DOBLE MASA	26
2.2.1 Selección de grupos de estaciones para las CDM.....	27
2.2.2 Corrección por curva de doble masa.....	36
3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS	41
3.1 HOMOGENEIDAD	41
3.1.1 Análisis de correlación.....	41
3.1.2 Llenado de datos	42
3.2 ANÁLISIS DE SERIES POR PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS	43
3.3 ANÁLISIS DE FRECUENCIAS	53
4. ANÁLISIS MULTIANUALES DE LOS DATOS	62
5. ESPACIALIZACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN EN EL AMB	77
CONCLUSIONES	87
BIBLIOGRAFÍA	90

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1: Porcentajes de cuenca del Río de Oro.....	12
Tabla 1.2: Estaciones con influencia sobre el AMB.....	17
Tabla 1.3: Estaciones descartadas por pocos años.....	19
Tabla 1.4: Estaciones descartadas por pocos datos.....	20
Tabla 1.5: Estaciones objeto de estudio.....	20
Tabla 2.1: Ejemplo 1 de irregularidad CDMB.....	21
Tabla 2.2: Ejemplo 2 de irregularidad CDMB.....	22
Tabla 2.3: Ejemplo 3 de irregularidad CDMB.....	22
Tabla 2.4: Ejemplo 4 de irregularidad CDMB.....	22
Tabla 2.5: Ejemplo 5 de irregularidad CDMB.....	23
Tabla 2.6: Irregularidades de estaciones IDEAM base del Estudio.....	23
Tabla 2.7: Estaciones Planta Elec. y Bucaramanga con días faltantes.....	24
Tabla 2.8: Días disponibles estaciones base para el análisis.....	26
Tabla 2.9: Meses con datos de las estaciones en el AMB.....	27
Tabla 2.10: Grupos para análisis de errores sistemáticos por CDM.....	35
Tabla 2.11: Metadatos estaciones Llanogrande - Aeropuerto Palonegro.....	37
Tabla 2.12: Correcciones x CDM tabuladas de estaciones operador IDEAM.....	39
Tabla 2.13: Correcciones x CDM tabuladas de estaciones operador CDMB.....	39
Tabla 3.1: Valores de correlación escala diaria estaciones AMB.....	41
Tabla 3.2: Valores de correlación escala mensual estaciones AMB.....	42
Tabla 3.3: Valores de correlaciones prom. diario men. Estaciones AMB.....	42
Tabla 3.4: Llenado de datos estaciones AMB.....	43
Tabla 3.5: Análisis de tendencias por periodos estaciones AMB.....	45
Tabla 3.6: Análisis de tendencias por meses estaciones AMB a largo plazo.....	46
Tabla 3.7: Análisis de puntos de cambio estaciones AMB.....	49
Tabla 3.8: Puntos de cambio tabulados para las estaciones del AMB.....	50
Tabla 3.9: Tendencias de lluvias por meses en las estaciones AMB.....	51
Tabla 3.10: Orden de menor a mayor pluviosidad medida en el AMB.....	52
Tabla 3.11: Valores de porcentajes de distribución de frecuencia AMB.....	54
Tabla 3.12: Distribución del análisis de frecuencia por periodos estaciones AMB.....	55
Tabla 3.13: Clasificación jerárquica de la precipitación de la DFAR por periodos.....	56
Tabla 3.14: Jerarquía de la precipitación de la DFAR por periodos para el AMB.....	56
Tabla 3.15: Distribución de la lluvia de la DFAR por periodos y por operadores.....	57
Tabla 3.16: Análisis de tendencias de la precipitación de la DFAR en el AMB.....	59
Tabla 4.1: Jerarquía de las estaciones AMB por valores de P(mm) de la DFAR.....	62
Tabla 4.2: Jerarquía por número de eventos de precipitación de la DFAR, AMB.....	63
Tabla 4.3: Jerarquía por eventos y valores de precipitación anual en el AMB.....	63
Tabla 5.1: Tabla de valores anuales multianuales de P(mm).....	77

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1: Periodo de registro Estaciones con influencia en el AMB.....	18
Figura 1.2: Longevidad Estaciones con influencia en el AMB.....	19
Figura 2.1: Periodo de registro estaciones base para el análisis.....	24
Figura 2.2: Datos disponibles en el tiempo estaciones base para el análisis.....	25
Figura 2.3: Longevidad de datos disponibles estaciones base del análisis.....	25
Figura 2.4 a): Prom. Diario Men. multianual 79-04 Estaciones Grupo 1.....	35
Figura 2.4 b): Prom. Diario Men. multianual 87-01 Estaciones grupo 2.....	35
Figura 2.4 c): Prom. Diario Men. multianual 92-01 Estaciones grupo 3.....	35
Figura 2.4 d): Prom. Diario Men. multianual 96-04 Estaciones grupo 4.....	35
Figura 2.5: CDM Estaciones IDEAM vs. Estación Palonegro datos puros.....	36
Figura 2.6: CDM Estaciones IDEAM vs. Estación Llano grande datos puros.....	37
Figura 2.7: CDM Estaciones CDMB vs. Estación Palonegro datos puros.....	38
Figura 3.1: Valores mensuales P(mm) Palonegro, UIS y Granja Piedecuesta.....	45
Figura 3.2: Tendencia por periodos Estación Palogordo y Palonegro.....	47
Figura 3.3: Tendencias Estaciones Bmanga-IDEAM y Ruitoque.....	48
Figura 3.4: CDM 1987 – 2001 datos corregidos x CDM estaciones AMB.....	53
Figura 3.5: Análisis de frecuencias por periodos.....	58
Figura 3.6: Días de lluvia del 0% - 75% de la DFAR en el AMB.....	60
Figura 3.7: Días de lluvia del 75% - 99% de la DFAR en el AMB.....	60
Figura 3.8: Días de lluvia del 99% - 100% de la DFAR en el AMB.....	60
Figura 4.1: Tendencias multianuales en el tiempo estación Gja Piedecuesta.....	64
Figura 4.2: Tendencias multianuales en el tiempo estación UIS.....	65
Figura 4.3: Tendencias multianuales en el tiempo estación A. Palonegro.....	66
Figura 4.4: Tendencias multianuales en el tiempo estación Palogordo.....	66
Figura 4.5: Tendencias multianuales en el tiempo estación La floresta.....	68
Figura 4.6: Tendencias multianuales en el tiempo estación Llanogrande.....	68
Figura 4.7: Tendencias multianuales en el tiempo estaciones operador CDMB.....	70
Figura 4.8: Régimen de precipitación anual multianual por décadas en el AMB.....	71
Figura 4.9: Mapa de tendencias del AMB, precipitación mensual en el tiempo.....	72
Figura 4.10: Mapa de tendencias del AMB solo IDEAM, precipitación mensual en el tiempo.....	73
Figura 4.11: Tendencias en el tiempo del número de días de lluvia operador IDEAM.....	74
Figura 4.12: Tendencias en el tiempo del número de días de lluvia operador CDMB.....	76
Figura 5.1 1975 – 1984 Totales de Precipitación multianual.....	79
Figura 5.3 1995 – 2004 Totales de Precipitación multianual.....	79
Figura 5.2 1985 – 1994 Totales de Precipitación multianual.....	79
Figura 5.4 1987 – 2001 Totales de Precipitación multianual.....	79
Figura 5.5: Tendencia de la precipitación anual del AMB.....	80
Figura 5.6 1987 – 2001 Totales de Precipitación multianual.....	81
Figura 5.7 1987 – 2001 Totales de días de lluvia multianual.....	81
Figura 5.8 Espacialización de la precipitación Estaciones operador IDEAM.....	83
Figura 5.9: Espacialización de la precipitación Estaciones objeto de estudio.....	84
Figura 5.10: Espacialización de la precipitación Estaciones objeto de estudio.....	85

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1 LONGEVIDAD ESTACIONES AMB.....	92
ANEXO 2 COMPARACIÓN DE VALORES DE PRECIPITACIÓN CDMB – DANIEL DUARTE	93
ANEXO 3 METADATOS ESTACIONES AMB	103
ANEXO 4 CDM ESTACIONES GRUPO 1	104
ANEXO 5 CDM ESTACIONES GRUPO 2.....	105
ANEXO 6 CDM ESTACIONES GRUPOS 3 Y 4	107
ANEXO 7 CORRELACIÓN DIARIA ESTACIONES AMB.....	108
ANEXO 8 CORRELACIÓN MENSUAL ESTACIONES AMB	109
ANEXO 9 CORRELACIÓN PROMEDIO DIARIO MENSUAL ESTACIONES AMB	110
ANEXO 10 REGRESIÓN LINEAL SIMPLE UNIVARIADA	111
ANEXO 11 PRUEBAS NO PARAMETRICAS REGISTRO COMPLETO ESTACIONES AMB	113
ANEXO 12 TEST DE PRUEBAS NO PARAMETRICAS ESTACIONES AMB.....	116
ANEXO 13 PRUEBAS NO PARAMETRICAS ESTACIONES AMB POR DÉCADAS.....	117
ANEXO 14 CONTEO DE EVENTOS DE PRECIPITACIÓN DE LA DFAR ESTACIONES AMB ...	118
ANEXO 15 CONTEO DE EVENTOS Y VALORES DE PRECIPITACIÓN ANUALES AMB	121
ANEXO 16 RÉGIMEN ANUAL MULTIANUAL ESTACIONES AMB.....	123
ANEXO 17 MAPA estaciones AMB	124
ANEXO 18 MAPA DE TENDENCIAS DEL AMB	125
ANEXO 19 TENDENCIAS AMB PRECIPITACIÓN MENSUAL ANUAL.....	126

RESUMEN

TITULO: ESTUDIO DE LA PRECIPITACIÓN EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA *

**AUTORES: CARLOS ALBERTO PEREA NIÑO **
JORGE MAURICIO LAMUS BAYONA****

PALABRAS CLAVES: precipitación, series de tiempo, doble masa, consistencia, distribución espacial y distribución temporal.

La precipitación es un evento de la naturaleza con el cual el ser humano debe lidiar, y tratar de anticiparse a ellos para no caer frente a un inesperado evento que pueda afectar lesivamente la población y las obras civiles, causando catástrofes de alta magnitud con pérdidas de vidas humanas y materiales.

El análisis de los datos de las estaciones con información pluviométrica de la CDMB y del IDEAM disponibles para el Área Metropolitana de Bucaramanga (AMB), incluyendo una estación de carácter particular que está ubicada en la mesa de Ruitoque, en las que se seleccionará información de lluvias con criterios ingenieriles, que permitan establecer a partir de métodos estadísticos y de la utilización de software como Office®, Autocad®, Spell, entre otros, junto con un exhaustivo análisis temporal y espacial; las variaciones del fenómeno, eventos normales, altos y máximos de lluvia y posibles sectores en el AMB con diferentes comportamientos en cuanto a sus regímenes de lluvias, caracterizando espacial y temporalmente la precipitación en toda la zona.

Estableciendo una base para futuros proyectos hidrológicos que tengan relación con el ciclo completo del agua en el área urbana y zonas aledañas, para prevenir desastres por el impacto urbanístico vigente atendiendo de una mejor manera la planificación del plan de ordenamiento territorial futuro del AMB.

* Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil.

** Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ciencias Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil. Director: Ing. Jorge Alberto Guzmán Jaimes.

SUMMARY

TITLE: THE STUDY OF THE PRECIPITATION IN THE METROPOLITAN AREA OF BUCARAMANGA*

**AUTHORS: CARLOS ALBERTO PEREA NIÑO **
JORGE MAURICIO LAMUS BAYONA ****

KEY WORDS: precipitation, series of time, double mass, consistency, space distribution and temporary distribution.

The precipitation is an event of the nature with which the human being should fight, and to try to be early to them for not falling in front of an unexpected event that can affect the population and the civil works, causing catastrophes of high magnitude with lost of human lives and materials.

The analysis of the data of the stations with information of the rain gauge of the CDMB and of the IDEAM, available for the Metropolitan Area of Bucaramanga (AMB), including a station of particular character that is located in the staircase landing of Ruitoque, in those the information of rains will be selected with approaches of engineering that allow to settle down, starting from statistical methods and of the software use like Office®, Autocad®, Spell, among other, together with an exhaustive temporary and space analysis; the variations of the phenomenon, normal events, high events and maximum of rain and possible sectors in the AMB with different behaviors as for their regimes of rains, characterizing space and temporarily the precipitation in the whole area.

Establishing a base for future hydrological projects that have relationship with the complete cycle of the water in the urban areas and neighbor areas, to prevent disasters for the urban impact effective, assisting in a better way the planning of the future plan of territorial classification for the AMB.

* Degree work to opt the Civil Engineer's degree.

** Universidad Industrial de Santander, Physical-Mechanical Sciences Faculty, Civil Engineering School. Director: I.C. MSc. Jorge Alberto Guzmán Jaimes

INTRODUCCIÓN

La precipitación es un evento de la naturaleza con el cual el ser humano debe lidiar, constantemente, estudiarlo y tratar de anticiparse a sus acontecimientos para no caer frente a un inesperado suceso que pueda afectar lesivamente tanto la naturaleza misma, como las obras civiles, causando catástrofes, a veces de tan alta magnitud en las que se pierden vidas humanas, animales y altas cuantías de dinero(p.e. Municipio de Girón, Colombia febrero 12 de 2005). Por ello ha surgido desde hace mucho tiempo la necesidad de observar sus características y los cambios que se han dado debido a los procesos humanos tales como el acelerado crecimiento urbano y la transformación en el uso del suelo, el cual modifica en cierta medida el comportamiento de la lluvia de forma local, y crea serios inconvenientes por ejemplo en la escorrentía, al enfrentarse el suelo a lluvias cargadas ahora de diferentes partículas emanadas de la industrialización y con diferentes intensidades de lluvia no previstas.

Se ha observado durante el evento de una precipitación en diferentes puntos geográficos del Área Metropolitana de Bucaramanga(AMB) diferencias, por simple inspección, en el comportamiento del clima, pero estas observaciones se necesitan definir y justificar técnicamente, es decir, determinar si a lo largo de toda esta área objeto de estudio se marcan ciertas diferencias, basándose en los registros de lluvias. Así también se requiere definir el comportamiento de la precipitación distribuido espacialmente en los años correspondientes a las últimas décadas.

Para el desarrollo de los diferentes interrogantes que surgen acerca del fenómeno de la precipitación en el AMB se realizó el presente documento de investigación que se compone así; En su primer capítulo se plantea el área de estudio según su localización dentro de las cuencas superior del río Lebrija y del río de Oro, describiéndose sus componentes climáticas y estudios realizados en ésta zona, se describen las entidades con sus estaciones medidoras de la precipitación clasificadas por periodos de registro y longevidad, aquí se seleccionaron las estaciones base para el estudio. El segundo capítulo consta de un análisis de consistencia de los datos planteado con los problemas que presenta cada estación de los diferentes operadores, así también la manera en que se corrigieron estos errores sistemáticos de la información obtenida, para luego poder ser procesada. El tercer capítulo se compone del análisis estadístico de los datos disponibles, en el que se analizó la correlación de las series de tiempo para todas las estaciones, luego de los resultados de este análisis, se procedió con el llenado de datos a los datos corregidos por curvas de doble masa, el resultado de ello fueron series corregidas y llenadas. Aquí también se desarrolló el análisis de series por prueba no paramétricas, con la ayuda de los programas Spell-Stat (Guzmán, Chu, 2005) Excel® se aplicaron los test de Sperman, Pettit, Varianza y de Media, el análisis

de tendencias por Spearman se hizo por periodos con datos mensuales, días con lluvia, promedios por evento diario, días con lluvias altas, normales y extremas definidas según el análisis de frecuencias para cada estación. El análisis de frecuencias de los eventos de lluvia se distribuyó por periodos del régimen anual de precipitación y por operadores. En el cuarto capítulo se desarrolló el análisis multianual de los datos, aquí se elaboró una tabulación de la jerarquía de las estaciones (ordenes de menor a mayor) por cantidad de eventos de precipitación de la distribución de frecuencia acumulada relativa, días de lluvia, volumen de precipitación, se construyeron gráficas tridimensionales conceptuales para analizar las tendencias multianuales en el tiempo de la precipitación para cada mes por lustros de cinco años cada uno. El quinto capítulo presenta la espacialización de la precipitación en el AMB mediante el manejo del programa Surfer®, esta espacialización se elaboró clasificando las estaciones por décadas para observar el comportamiento de la lluvia a través de los años.

Resultado de todo el proceso al final del documento se presentan las conclusiones acerca de la distribución espacial y temporal de la precipitación en el AMB.

1. ÁREA DE ESTUDIO

1.1 LOCALIZACIÓN

Para el presente documento se consideró como área objeto de estudio el territorio comprendido por el Área Metropolitana de Bucaramanga–AMB, principalmente el casco urbano, situado casi en su totalidad en la cuenca del río de oro, la cual es una subcuenca de la cuenca superior del río Lebrija.

1.1.1 La cuenca superior del río Lebrija

Se encuentra ubicada al nororiente del departamento de Santander. En la provincia de Soto, aproximadamente según IGAC entre los 6° 54' y 7°27' de latitud norte y 72°15' y 73°15' de longitud al oeste de Greenwich.

La orografía, caracterizada por ser montañosa y variable, crea cierta cantidad de microclimas, presentándose variaciones en la temperatura en función de la altitud sobre el nivel del mar, con tasa de lapso o gradientes que van desde 0.49°C hasta 0.87°C por cada 100 metros de aumento en altura(CORPLAN 2001, Situación Actual y Futuro Inmediato del Área Metropolitana de Bucaramanga).

1.1.2 La cuenca del río de oro

Subcuenca de la cuenca superior del Río Lebrija, está Geográficamente ubicada según IGAC entre los 6° 55' N y 7° 10' 20" N, y los 72° 57' 50 " E y 73° 13' 10" E. El AMB se encuentra contenida en su totalidad dentro de la cuenca.

1.2 EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA – AMB

Cerca de la latitud cero, o línea del ecuador se encuentra ubicada Colombia, el AMB se localiza en la parte septentrional del país, piedemonte de la cordillera oriental de los Andes(Lazar, 2001) y es la capital del departamento de Santander. Situada casi en su totalidad en la cuenca del Río de Oro, está conformada por los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta, la tabla 1.1 presenta los municipios en porcentajes de la cuenca del Río de Oro.

Tabla 1.1: Porcentajes de cuenca del Río de Oro

Municipio	Porcentaje del área total de la cuenca
Bucaramanga	10.10%
Floridablanca	19.50%
Girón	30.60%
Piedecuesta	39.80%

Fuente: Duarte Daniel, p. 30, 2002

1.2.1 Orografía y suelos

El AMB presenta fuertes quiebres en su relieve, la diferencia entre sus puntos más bajos(valle del río de oro) y sus puntos mas altos(Aeropuerto Palonegro) es de alrededor de 500m(Lazar, 2001).

En el municipio de Floridablanca, Piedecuesta y una parte de Bucaramanga, predomina una orografía de relieve quebrado, superficial a profunda y suelos de mediana fertilidad; hacia las partes bajas la orografía es de relieve ondulado. La zona de mesas pertenece principalmente a la terraza de Bucaramanga, originados de rocas sedimentarias de origen reciente, y suelos aladaños de relieve quebrado originados de rocas metamórficas. Hacia la zona de Girón, se destacan algunos suelos con áreas severamente erosionadas, con orografía de relieve quebrado y superficial(CDMB, plan de manejo ambiental 2001 – 2003, 2000).

1.2.2 Clima

En la zona Tórrida ó zona intertropical se localiza el cinturón de bajas presiones se llevan a cabo grandes absorciones de radiación, se recibe un promedio anual de 0.19 Kw. Por m² de radiación directa en el suelo, siendo en diciembre y junio ésta radiación de 0.31 y 0.29 Kw. por m² respectivamente los solsticios de invierno y de verano, lo cual determina un ascenso general de masas de aire proveniente de los polos y los trópicos, donde se localizan los cinturones de altas presiones, el cinturón de bajas presiones en esta zona poco ventosa muy húmeda y caliente, provoca la ocurrencia de fuertes precipitaciones convectivas debidas a la magnitud de dichas corrientes de aire(Remenieras, 1974) en esta zona se localiza en una escala global el AMB.

El AMB está afectada fuertemente por la ZCIT y presenta un ritmo anual en la temperatura que influye en las precipitaciones con un ritmo bimodal con picos altos en los meses de marzo - abril, y en los meses octubre – noviembre de acuerdo con el clima tropical(Lazar, 2001).

El clima de la Cuenca está definido por dos factores: la orografía y los vientos alisios. De las regiones adyacentes vienen los persistentes vientos alisios, las corrientes del océano atlántico circulan por algunos valles, llegando finalmente a afectar en cierta medida la región andina, con algunas lluvias de tipo orográfico, las cuales no son tan fuertes pues los vientos chocan con la barrera natural de los andes y no llegan con el mismo ímpetu (Lazar, 2001). Por otro lado, las corrientes provenientes en dirección, de la selva amazónica, provocan altas precipitaciones pues traen consigo aire húmedo que alcanza una altura apta por el piedemonte llanero, para que se produzcan las lluvias también de tipo orográfico(Castro, et al, 1998).

Dentro del AMB se presentan fenómenos tales como las inversiones térmicas(Lazar Reinhold, Estudio sobre el clima urbano en Bucaramanga, 2001) lo cual puede generar congestiones ambientales debidas a las emisiones de gases industriales a la atmósfera, puesto que los movimientos tanto horizontales como verticales del aire dentro de las inversiones térmicas son muy débiles, casi hasta nulos, evitando la adecuada dispersión de la contaminación industrial, cabe decir que partículas en el aire se convierten en núcleos de condensación y facilitan la precipitación.

1.2.2.1 Clasificaciones climáticas

En el AMB se presentan diversos climas debido a la caracterización de su relieve, pero dos zonas climáticas predominantes, que son de acuerdo con la clasificación de pisos térmicos de Holdridge, el premontano y el basal tropical.

Entre Girón y Chocóa hay zonas con temperatura promedio mayor a 24°C y altura sobre el nivel del mar por debajo de 850 metros, comprendiendo las siguientes zonas de vida:

- Bosque muy seco tropical: Localizada en las tierras bajas sur-occidentales
- Bosque seco tropical: Entre el valle bajo del río de Oro entre Girón, Café Madrid y la escarpa occidental de Bucaramanga.

En Bucaramanga, Piedecuesta y Floridablanca hay zonas con temperaturas que varían en 17 y 24°C, y alturas sobre el nivel del mar entre 850 y 1800 metros, comprendiendo las siguientes zonas de vida:

- Bosque seco premontano: Localizada en las estribaciones de la mesa de los Santos y Ruitoque.
- Bosque húmedo premontano: En los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Piedecuesta y valles altos entre mesas(Mendoza, et al 2002).

1.2.3 Antecedentes y estudios realizados

Las bases de datos consultadas están localizadas en la Universidad industrial de Santander y la CDMB, para el proyecto se revisaron tesis e investigaciones realizadas hasta el 2003 con temas como: Precipitación, fenómenos climatológicos en Santander, curvas intensidad – frecuencia – duración, valores extremos, datos existentes de estaciones meteorológicas influyentes en la zona de estudio.

1.2.3.1 Estudios de precipitación

La CDMB cuenta en la actualidad con curvas de IFD que **datan del año 1968**, resultado de un estudio realizado por la firma HIDROESTUDIOS Ltda., con el objeto de servir como parámetro estándar de diseño para la construcción de obras civiles, control de erosión, prevención de desastres, etc.(Hidroestudios Ltda., 1968).

Se realizó por parte de la CDMB un estudio en el año 1996, cuyo autor se presenta como la misma corporación, en la cual se normalizaron, digitalizaron e inventariaron los datos de las estaciones de la misma corporación existentes a la fecha de 1995, el cual posteriormente se complementó con algunos análisis estadísticos, completando con datos las series incompletas, y como último resultado en un tercer trabajo, perteneciente a la misma serie de trabajos, se realizaron unas curvas de IFD, con el propósito de tener una base donde apoyarse para realizar cambios en las actuales curvas datadas de hace mas de 30 años, pero con la observación de que fueron realizadas a partir de algunas estaciones de la CDMB, también en convenio, a partir de dos estaciones del IDEAM, sin hacer un análisis comparativo de los cambios que pudieron presentarse entre las curvas anterior y ésta última producida, y sin hacer comparaciones entre los métodos estadísticos de obtención de dichas curvas IFD, estas contemplaron al área metropolitana de BUCARAMANGA en su totalidad sin admitir una posible diferencia de curvas entre los municipios pertenecientes a la misma área metropolitana.

Existen varias tesis de grado en la UIS que tratan temas relacionados con el presente documento, entre ellas se encuentran:

Tesis de grado sobre el inventario del recurso hídrico superficial en Santander, en el cual se trabajó con estaciones climatológicas realizando análisis estadísticos, teniendo como resultado un SIG, y una observación al final que muestra la necesidad de complementar este SIG con información acerca del comportamiento de la precipitación, temporal y espacialmente en el departamento de Santander, remitiéndose el interés de este trabajo al área metropolitana de Bucaramanga. (Joya, et al, 1998).

Tesis de grado sobre los procesos atmosféricos, oceánicos que regulan la climatología en escala global y local, sus anomalías, y realiza una comparación entre caudales mensuales de principales cauces en el departamento de Santander y éstos los efectos climatológicos. Se basaron mas que todo en correlaciones entre los efectos del niño, de la niña, las oscilaciones del sur y los tiempos de rezago de ellos respecto a los efectos locales en el departamento de Santander. Como observación indica la posible comparación no solo con los caudales sino también con otros efectos climatológicos, entre ellos la precipitación. (Castro, et al, 1998).

Tesis de grado sobre el procesamiento y análisis de la información del IDEAM de temperatura en el departamento de Santander, generó un método de calculo de la temperatura en cualquier parte del departamento, dice el texto que existe una diferencia entre cada mes, menor a 1°C, y una diferencia entre los meses más cálido y más frío, no mucho mayor a 1°C. Con la observación de la posible

comparación entre los efectos de la temperatura y la precipitación en el área, así también sus cambios a través de los años. (Camargo, et al 1999).

Tesis de grado sobre la oferta del recurso hídrico de la cuenca superior del río Lebrija es un estudio que puede ser complementado con el análisis en la precipitación. En esta tesis se presentó un estudio de otros elementos tales como la evaporación y evapotranspiración, fundamentales para el estudio de factibilidad de un embalse(Mendoza, et al, 2002).

Tesis de grado sobre la distribución de variables hidrológicas en la cuenca superior del río Lebrija, un vistazo a grosso modo de la distribución espacial de éstas variables que sirve como antecedente para esta tesis a una escala más reducida e importante como lo es el AMB. (García, Rojas, 2002).

Tesis de grado sobre la caracterización y calibración de cuencas urbanas es la tesis de grado, puede ser usada, con los resultados de esta tesis, para realizar a futuro un documento hidrológico mucho más detallado acerca de la caracterización de la cuenca del río de oro, la cual alberga casi en su totalidad el AMB. (Rocha, Sanabria, 2003).

Tesis de grado sobre la precipitación en el AMB, es el más actual y completo estudio que se ha realizado en la zona. Fue basada en el análisis de valores extremos en la cuenca superior del río de Oro, presenta como resultado la obtención de curvas de IFD para cada una de las estaciones analizadas, tomando como referencia el AMB en su totalidad, y trabajando solo con las estaciones que maneja la CDMB, es un estudio que señala dentro de sus observaciones la necesidad de ser revisadas las curvas de IDF vigentes, también indica que se debe continuar con este tipo de estudios, que sirvan para la prevención y atención de desastres, y el diseño de obras hidráulicas. (Duarte, 2002).

Tesis de grado sobre el análisis estadístico completo de la información de precipitación en 24 horas en el departamento de Santander, la cual describe el comportamiento de la misma, espacial y temporalmente, es un estudio interesante que complementado con todos los demás estudios anteriores puede conformar una extensa base de datos, útil para todos los aspectos de precipitación en Santander, que de reunirse todos, así también con el presente estudio podrían conformar tomos de una gran serie(propuesta para monografía), acerca de lo que es el marco climatológico en el departamento de Santander.

1.3 ESTACIONES BASE DEL ESTUDIO

1.3.1 Entidades con participación en hidrometeorología en el AMB

- INSTITUTO DE HIDROLOGÍA Y METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES “IDEAM”
- SERVICIO DE INFORMACIÓN Y ENLACE DOCUMENTAL “SIED”
- EMPRESA DE ACUEDUCTO DE BUCARAMANGA
- CORPORACIÓN PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA “CDMB”
- FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS F.N.C.
- COLTABACO

1.3.2 Estaciones del AMB

En un primer proceso de selección, se buscaron las estaciones ubicadas sobre el AMB en la base de datos del IDEAM, en su portal de Internet, que contiene datos generales (p. e. Los nombres y los códigos) de las estaciones situadas en la república de Colombia y manejadas por diferentes entidades públicas y privadas. Ellas se encontraron aplicando las herramientas de los software Excel® y Autocad® utilizando un mapa del AMB digital (G.P.H. – UIS 2004) para su ubicación geográfica, las estaciones debían estar enmarcadas dentro de las coordenadas geográficas 7°08' y 6°58' latitud, y 73°11' y 73°01' longitud, definidas así por criterios geográficos de cercanía entre estaciones y con el casco urbano, pero con la cobertura espacial completa para toda la zona de estudio. La tabla 1.2 muestra las 29 estaciones escogidas con información PM con influencia sobre el AMB.

Tabla 1.2: Estaciones con influencia sobre el AMB

CÓD ALFA	CÓD.	ESTACIÓN	ENT.	TE	MCIPIO	COOR		COTA	F. INST (aaaa/mm)	F. SUSP (aaaa/mm)
						LAT	LON			
O	2319004	Bucaramanga	COLTABACO	PM	Bmanga	0708	7306	1018	195301	<u>197309*</u>
P	2319006	EL OCASO	F.N.C.	PM	Pcuesta	0659	7308	1280	195608	196101
O	2319010	P. ELECTRICA	IDEAM	PM	Pcuesta	0659	7302	1000	195803	197109
PR	2319017	FLORIDABLANCA	COLTABACO	PM	Fblanca	0704	7305	860	195810	<u>197011*</u>
P	2319027	LIMONCITO	IDEAM	PM	Fblanca	0703	7306	820	196705	197109
O	2319028	PALO GORDO	IDEAM	PM	Girón	0658	7308	950	196706	
P	2319033	BUENAVISTA	IDEAM	PM	Pcuesta	0700	7303	1020	196710	197109
P	2319043	PIEDRECUESTA	IDEAM	PG	Pcuesta	0659	7303	1000	196901	197109
O	2319059	LA FLORESTA	IDEAM	PG	Bmanga	0705	7308	925	197806	
PR	2319061	BONANZA	F.N.C.	PM	Giron	0704	7310	1250	196711	<u>198012*</u>
PR	2319063	LA LOMA	F.N.C.	PM	Fblanca	0704	7305	1400	196712	<u>198012*</u>
PR	2319064	MIPORAL	F.N.C.	PM	Fblanca	0704	7306	1200	196706	<u>199011*</u>
O	2319070	GRANJA PIEDEC	IDEAM	PG	Pcuesta	0700	7305	1000	197007	
O	2319072	TELECOM(CDMB)	CDMB	PG	Bmanga	0708	7308	950	197901	

O	2319073	LA FLORA	CDMB	PG	Bmanga	0705	7307	1100	197901	
O	2319079	CLUB CAMPESTRE	CDMB	PG	Fblanca	0703	7302	940	198210	
P	2319080	HIMAT R.11	IDEAM	PM	Bmanga	0707	7308	1010	198406	198905
O	2319083	B/MANGA-IDEAM	IDEAM	PG	Bmanga	0707	7307	1025	199610	
O	2319501	SAN PEDRO CLAV	IDEAM	CO	Bmanga	0708	7309	1018	192209	193712
P	2319502	GRANJA PIEDEC	IDEAM	CO	Pcuesta	0700	7304	990	193701	194512
O	2319503	APTO GÓMEZ NIÑO	IDEAM	SS	Bmanga	0708	7308	931	194006	197407
O	2319504	UIS	IDEAM	CP	Bmanga	0708	7306	1018	195701	200303*
P	2319505	VIVERO CHIMITA	IDEAM	CP	Bmanga	0707	7309	830	196808	197106
O	2319511	LLANO GRANDE	IDEAM	CO	Girón	0703	7311	777	197107	
O	2319513	APTO PALONEGRO	IDEAM	SP	Lebrija	0708	7311	1189	197408	
O	2319515	LOS TOTUMOS	CDMB	CO	Girón	0704	7309	785	198508	
O	2319519	SAN ANTONIO	F.N.C.	CP	Fblanca	0706	7304	1480	199101	
O	2319521	LA ESPERANZA	CDMB	CP	Fblanca	0704	7302	1020	197909	
O	2319739	EL RASGÓN	CDMB	PG	Pcuesta	0701	7301	1950	198508	

O: Objeto de estudio P: Pocos Años PR: Pocos datos revisada

Fuente: Portal de Internet del IDEAM, *Base de datos IDEAM – Bucaramanga.

La figura 1.1 muestra la existencia de las estaciones en el AMB(desde fecha de instalación a fecha de suspensión definitiva) en número y distribuidas en el tiempo según datos del portal de Internet del IDEAM, y el IDEAM – Bmanga.



Figura 1.1: Periodo de registro Estaciones con influencia en el AMB

Fuente: Portal de Internet del IDEAM, Base de datos IDEAM – Bucaramanga.

La figura 1.2 muestra la longevidad de cada una de las estaciones de la tabla 1.2 basándose en la información obtenida a través del portal de Internet del IDEAM y la base de datos del IDEAM – Bmanga. En el anexo 1 se muestra en detalle lo observado en la figura 1.1, para cada una de las estaciones del AMB.

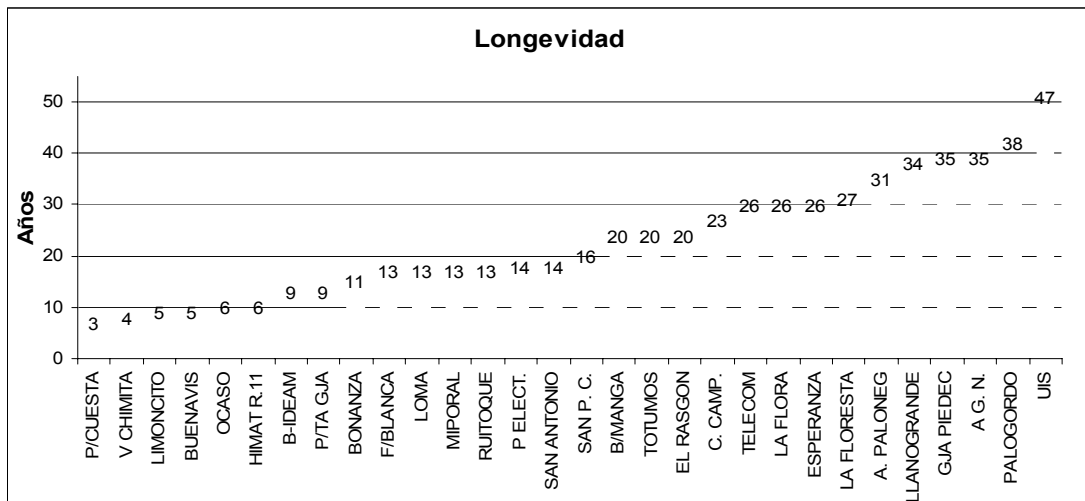


Figura 1.2: Longevidad Estaciones con influencia en el AMB
Fuente: Portal de Internet del IDEAM, Base de datos IDEAM – Bucaramanga.

1.3.3 Estaciones del AMB para análisis homogeneidad y consistencia.

En un segundo proceso de selección, se observaron los periodos de registro obtenidos a través de rigurosas investigaciones y numerosas visitas realizadas a las entidades encargadas del manejo de las estaciones, allí se observó la longevidad de la estación, por lo cual se descartaron las estaciones (tabla 1.3) que tuviesen menos de 10 años de periodo de registro, escogiéndose un total de 22 estaciones, cabe decir que la estación IDEAM-B/manga a pesar de tener menos de diez años se decidió estudiar por ser una estación reciente con información pluviométrica *continua* y ubicada en el casco urbano.

Tabla 1.3: Estaciones descartadas por pocos años

Código	Estación	F. Instal. (aaaa/mm)	F. susp. (aaaa/mm)	# años de registro
2319006	EL OCASO	195608	196101	6
2319027	LIMONCITO	196705	197109	5
2319033	BUENAVISTA	196710	197109	5
2319043	PIEDECUESTA	196901	197109	3
2319080	HIMAT R.11	198406	198905	6
2319502	GRANJA PIEDEC	193701	194512	9
2319505	VIVERO CHIMITA	196808	197106	4

Fuente: Portal de Internet del IDEAM.

En un último proceso de selección, se procedió a confirmar los periodos de registro con una visita directa a las bases de datos del IDEAM – Bucaramanga, observando cada serie de tiempo de datos mensuales, notándose que algunas estaciones tienen pocos datos disponibles, la tabla 1.4 muestra los meses con datos disponibles en cantidad y en % dentro del periodo de registro disponible, así

también la equivalencia en años de estos meses con datos. Estas estaciones se suprimieron del análisis pues, para usarlas, se debían generar demasiados datos para cubrir los huecos existentes. Cabe decir que junto a las estaciones de la tabla 1.3, las estaciones de la tabla 1.4 se utilizaron para validar algunos valores del análisis de las estaciones base del estudio.

Tabla 1.4: Estaciones descartadas por pocos datos.

Código	Estación	# años de registro disponible	# meses en el registro disponible	# meses con datos	Equivalencia en años	% de meses con datos
2319017	FLORIDABLANCA	13	156	39	3.25	25
2319061	BONANZA	11	132	86	7.17	65.15
2319063	LA LOMA	13	156	108	9	69.23
2319064	MIPORAL	13	156	81	6.75	51.92

Fuente: Base de datos IDEAM – Bucaramanga.

De esta manera se disminuyó a 18 el número de estaciones seleccionadas. A esta lista de 18 estaciones posteriormente se agregó una más ubicada en la zona de Ruitoque proporcionada por la firma constructora Urbanas. La tabla 1.5 muestra las 19 estaciones que se trabajaron con información PM para caracterizar espacial y temporalmente la precipitación en el área metropolitana de Bucaramanga.

Tabla 1.5: Estaciones objeto de estudio

#	CÓD.	ESTACIÓN	ENT.	TE	MCIPIO	COOR		COTA	F. INST	F. SUSP
						LAT	LON			
1	2319004	BUCARAMANGA	COLTABACO	PM	BMANGA	708	7306	1018	ENE-53	
2	2319010	P. ELÉCTRICA	IDEAM	PM	PCUESTA	659	7302	1000	MAR-58	SEP-71
3	2319028	PALOGORDO	IDEAM	PM	GIRÓN	658	7308	950	JUN-67	
4	2319501	SAN PEDRO CLAV.	IDEAM	PM	BMANGA	708	7309	1018	SEP-22	DIC-37
5	2319503	APT. GOMEZ NIÑO	IDEAM	PM	BMANGA	708	7308	931	JUN-40	JUL-74
6	2319059	LA FLORESTA	IDEAM	PG	BMANGA	705	7308	925	JUN-78	
7	2319070	GRANJA PIEDEC	IDEAM	PG	PCUESTA	700	7305	1000	JUL-70	
8	2319072	TELECOM(CDMB)	CDMB	PG	BMANGA	708	7308	950	ENE-79	
9	2319073	LA FLORA	CDMB	PG	BMANGA	705	7307	1100	ENE-79	
10	2319079	CLUB CAMPESTRE	CDMB	PG	FBLANCA	703	7302	940	OCT-82	
11	2319083	B/MANGA-IDEAM	IDEAM	PG	BMANGA	707	7307	1025	OCT-96	
12	2319504	UIS	IDEAM	CP	BMANGA	708	7306	1018	ENE-57	MAR-03
13	2319511	LLANO GRANDE	IDEAM	CO	GIRON	703	7311	777	JUL-71	
14	2319513	APT. PALONEGRO	IDEAM	SP	LEBRIJA	708	7311	1189	AGO-74	
15	2319515	TOTUMOS(PTAR)	CDMB	CO	GIRON	704	7309	785	AGO-85	
16	2319519	SAN ANTONIO	F.N.C.	CP	FBLANCA	706	7304	1480	199101	
17	2319521	LA ESPERANZA	CDMB	CP	FBLANCA	704	7302	1020	SEP-79	
18	2319739	EL RASGÓN	CDMB	PG	PCUESTA	701	7301	1950	AGO-85	
19		RUITOQUE	URBANAS	PM	PCUESTA				JUN-92	

Fuente: Investigación del autor

2. ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE LOS DATOS

2.1 DIFICULTADES EN EL PERIODO DE REGISTRO

2.1.1 Estaciones operador CDMB

Al analizar los datos suministrados por la CDMB, estos se validaron comparándolos con los datos utilizados en la tesis de grado de la UIS "Estudio de valores extremos de precipitación en la cuenca del río de oro" (Duarte, 2002) encontrándose algunas inconsistencias, dándose entonces la necesidad de validar éstas inconsistencias, se recurrió a los registros en el papel(análogos) localizados en la finca la Esperanza(F/blanca-S/der), la cual se visitó y arrojó los siguientes resultados:

Se confrontaron los datos(CDMB, tesis UIS y Registros análogos), se analizaron para los dos formatos de lectura existentes; tres lecturas al día(a las 0700, las 1300 y las 1900)para antes de 1987 y una lectura al día(a las 0700)para después de 1987. **Nótese que en los ejemplos a continuación la CDMB esta desfasada siempre por 1 día respecto de los datos procesados en la tesis de la UIS.** En la hoja de registro aparecen unas **letras en azul** haciendo referencia a lecturas pluviométricas PM y pluviográficas PG que indican la presencia de una persona que estuvo confirmando los datos.

Las tablas 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 y 2.5 son ejemplos de irregularidad de la estación Esperanza.

Tabla 2.1: Ejemplo 1 de irregularidad CDMB

Día Año 87	Datos de Duarte-02	Datos de la CDMB	Registro análogo			Letras en azul	
			0700	1300	1900	PM	PG
Enero 3	0	3.3	0	0	0	0	0
Enero 4	3.3	3	0	0	0	3.3	3.1
Enero 5	3	0.6	3.3	0	0	3.0	2.7
Enero 6	0.6	0	3.0	0	0	0.6	0.2
Enero 7	0	0	0.6	0	0	0	0

Fuente: Investigación del autor

El IDEAM anota el valor del dato de precipitación el día en que se realizó la lectura, aunque ésta se tome a las 7 de la mañana cada 24 horas. En la tesis de la UIS se tomó como forma de llenar en la mayoría de los casos, los datos de la siguiente manera: de las tres mediciones, las dos últimas medidas del día en cuestión junto con la primera medida del día siguiente se sumaron y se colocó el resultado en el día en cuestión y la primera medida de este mismo día se pasó para el día anterior a sumarse con las dos ultimas lecturas del día anterior, y así

se hizo para sacar los valores de precipitación diarias con el formato de tres lecturas. La tabla 2.2 es un ejemplo de lo mencionado anteriormente

Tabla 2.2: Ejemplo 2 de irregularidad CDMB

Día Año 87	Datos de Duarte-02	Datos de la CDMB	Registro análogo			Letras en azul	
			0700	1300	1900	PM	PG
Enero 25	0	7.8	0	0	0	0	0
Enero 26	7.8	20.2	0	0	1	7.8	7.6
Enero 27	20.2	0	6.8	0	0	20.2	20.4
Enero 28	0	0	20.2	0	0	0.6	0.0

Fuente: Investigación del autor

Cabe decir que de acuerdo con el IDEAM, los datos de la tesis de la UIS están corridos 1 día, y los datos de la CDMB inexplicablemente están corridos en la mayoría de los casos 2 días. Una propuesta es tomar las dos ultimas lecturas del día en cuestión, sumarlas a la primera lectura del día siguiente y ubicar el dato de precipitación total el día siguiente al día en cuestión para establecer un mismo patrón de medida igual al IDEAM a la hora de llenar series de tiempo.

La tabla 2.3 es un ejemplo de otro error debido a la identificación de un número pues no se entiende si el numero es un **uno** o un **siete**, ello afecta el calculo de la precipitación diaria**. Además se olvidó un dato*

Tabla 2.3: Ejemplo 3 de irregularidad CDMB

Día Año 87	Datos de Duarte-02	Datos de la CDMB	Registro análogo			Letras en azul	
			0700	1300	1900	PM	PG
Marzo 31	20.5	0*	13.5	0	0	20.5	20.3
Abril 1	6	3.4	20.5	0	0	6.0	5.5
Abril 2	3.4	89.7**	6.0	0	0	3.4	3.0
Abril 3	83.7**	0.6	3.4	57.5**	13	89.7	87.5
Abril 4	0.6	0	19.2	0	0	0.6	0.4

Fuente: Investigación del autor

La tabla 2.4 es otro ejemplo de error por un simple error de suma***

Tabla 2.4: Ejemplo 4 de irregularidad CDMB

Día Año 87	Datos de Duarte-02	Datos de la CDMB	Registro análogo			Letras en azul	
			0700	1300	1900	PM	PG
Abril 21	0	96.6***	0.4	0	0	0	-
Abril 22	95.6***	47.1	0	0	95.5***	95.6	-
Abril 23	47.1	21.5	0.1***	0	0.7	47.1	-

Fuente: Investigación del autor

La tabla 2.5 muestra que para después de oct del 88 para las estaciones, se cambió el formato a una sola lectura al día pero se encontró el mismo error de desfase.

Tabla 2.5: Ejemplo 5 de irregularidad CDMB

Día Año 88	Datos de Duarte-02	Datos de la CDMB	Registro análogo
Octubre 26	34	34	5
Octubre 27	0	0	34

Fuente: Investigación del autor

Los datos suministrados por la CDMB además de todo lo anterior presentan valores inconsistentes en algunas fechas al compararlos con los datos procesados en la tesis de grado de la UIS "Estudio de valores extremos de precipitación en la cuenca del río de oro" (Anexo 2)

Por todo lo anteriormente expuesto, teniendo en cuenta que los valores procesados en la tesis de la UIS están bien, pero que no corresponden a la fecha asignada, se decidió trabajar para los análisis de homogeneidad y consistencia de la CDMB solo con los datos mensuales. Generados a partir de los datos trabajados en la tesis de la UIS.

2.1.2 Estaciones operador IDEAM

Después de seleccionar las estaciones para el análisis de homogeneidad y consistencia, se solicitaron los datos diarios de éstas, incluyendo también las estaciones descartadas por longevidad y datos faltantes, ante las instituciones pertinentes(CDMB, IDEAM), luego se aseguró que ésta información recibida correspondiera con lo que se había solicitado.

Tabla 2.6: Irregularidades de estaciones IDEAM base del Estudio

ESTACIÓN	AÑOS FALTANTES	SÍMBOLOS IRRECONOCIBLES	MESES CON MÁS DÍAS
UIS	57, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68	"+" se cambió por "DF"	Feb/97 (31 días), Feb/98 (31 días)
Bucaramanga	56, 57 ½, 61, 63, 64, 65 ½		
Palogordo	67 ½, 68		Abr/82(31 días), Feb/97 (31 días)
Aero G.N.	40 ½, 41 ½, 63, 64, 65, 67, 68		
Pta Eléctrica	61,62,63,64,65,67,68		
La Floresta			Feb/97 (31días), Feb/98 (31 días)
Gja P/cuesta		"+" se cambió por "DF"	Feb/97 (31días), Feb/98 (31 días)
Llanogrande		"+" se cambió por "DF"	Feb/97 (31 días), Feb/98 (31 días)
A. Palonegro		"+" se cambió por "DF"	Feb/97 (31 días)
B/ga-Ideam		"+" se cambió por "DF"	Feb/97 (31 días)

Fuente: Base de datos IDEAM – Bogotá.

DF: Dato faltante ND: No disponible

En visitas realizadas a la base de datos IDEAM-Bmanga, se habían observado los datos mensuales promedios de las estaciones del AMB del IDEAM, luego estos se

compararon con los datos diarios suministrados por el IDEAM-Bogota. La tabla 2.6 muestra lo que se encontró de los datos diarios de las estaciones base del estudio del operador IDEAM.

La tabla 2.7 muestra los días disponibles en %, respecto al periodo de registro disponible y su equivalencia en años, de las estaciones Planta Eléctrica y Bucaramanga.

Tabla 2.7: Estaciones Planta Elec. y Bucaramanga con días faltantes

Código	Estación	# años de registro disponible	# días en el registro disponible	# días con datos	Equivalencia en años	% de días con datos
2319004	BUCARAMANGA	19	6940	3190	8.74	45.97
2319010	P. ELÉCTRICA	14	5113	2726	6.54	46.68

Fuente: Base de datos IDEAM – Bogotá.

De las estaciones base de estudio (tabla 1.5) por lo anteriormente descrito, se tomó la decisión de suprimir las estaciones **Bucaramanga** y **Pta eléctrica**, por otro lado, no se encuentran disponibles en el proyecto la información de **San Pedro Claver** y **San Antonio**, quedando entonces en 15 el total de estaciones para realizar el análisis de homogeneidad y consistencia, la tabla 2.8 muestra estas estaciones base del estudio.

En contraste, después de los inconvenientes con el periodo de registro en la figura 2.1 se muestran las 15 estaciones a las que se les realizó el análisis de la presente tesis (desde fecha de instalación a fecha de suspensión definitiva) en número y distribuidas en el tiempo. Según Base de datos del IDEAM y el portal de Internet del IDEAM



Figura 2.1: Periodo de registro estaciones base para el análisis.

Fuente: Portal de Internet del IDEAM, Base de datos IDEAM – Bucaramanga

En la figura 2.2, a diferencia de la figura 2.1 se muestra la distribución en el tiempo de los **datos disponibles** de las estaciones que se analizaron en esta tesis.



Figura 2.2: Datos disponibles en el tiempo estaciones base para el análisis.
 Fuente: Base de datos IDEAM – Bogotá, Duarte, 2002, Base de datos CDMB
 La figura 2.3 muestra la longevidad de las estaciones de acuerdo a los datos disponibles, suministrados por el IDEAM y los obtenidos de la tesis "Estudio de valores extremos de precipitación en la cuenca del río de oro"

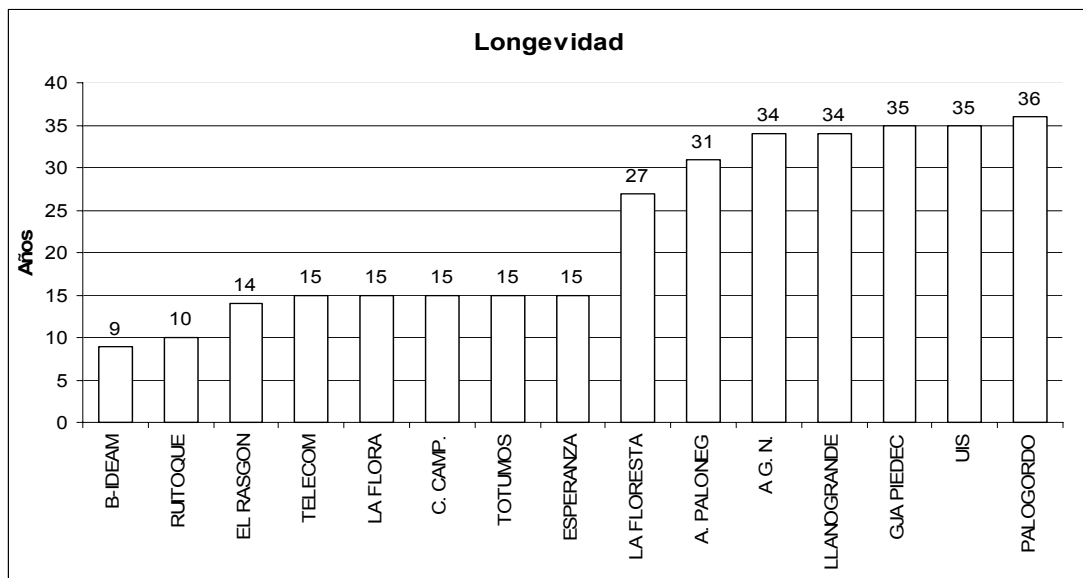


Figura 2.3: Longevidad de datos disponibles estaciones base del análisis.
 Fuente: Base de datos IDEAM – Bogotá, Duarte, 2002, Base de datos CDMB
 La tabla 2.8 muestra los días disponibles en el periodo de registro recopilado para la tesis, en cantidad, en porcentaje y su equivalencia en años, de las estaciones definitivas para el análisis de homogeneidad y consistencia

Tabla 2.8: Días disponibles estaciones base para el análisis

Código	Estación	Operador	# años de registro disponible	# días en el registro disponible	# días con datos	Equivalencia en años	% de días con datos
2319028	PALOGORDO	IDEAM	36	13027	12926	35.4	99.22
2319503	APT. GOMEZ NIÑO	IDEAM	34	12263	10192	27.9	83.11
2319059	LA FLORESTA	IDEAM	27	9559	9312	25.5	97.42
2319070	GRANJA PIEDEC	IDEAM	35	12466	12217	33.5	98.00
2319072	TELECOM(CDMB)	CDMB	15	5295	5269	14.4	99.51
2319073	LA FLORA	CDMB	15	5357	5352	14.7	99.91
2319079	CLUB CAMPESTRE	CDMB	15	5265	5263	14.4	99.96
2319083	B/MANGA-IDEAM	IDEAM	9	2861	2784	7.6	97.31
2319504	UIS	IDEAM	35	12968	11737	32.2	90.51
2319511	LLANO GRANDE	IDEAM	34	12111	11325	31.0	93.51
2319513	APT. PALONEGRO	IDEAM	31	10989	10782	29.5	98.12
2319515	TOTUMOS(PTAR)	CDMB	15	5445	5445	14.9	100.00
2319521	LA ESPERANZA	CDMB	15	5234	5223	14.3	99.79
2319739	EL RASGÓN	CDMB	14	5114	5108	14.0	99.88
	RUITOQUE	URBANAS	10	3476	3380	9.3	97.24

Fuente: Base de datos IDEAM – Bogotá, Duarte, 2002, Base de datos CDMB

2.2 ERRORES SISTEMÁTICOS POR CURVA DE DOBLE MASA

Las CDM(curvas de doble masa) son herramientas que se utilizan para corregir errores sistemáticos. Para realizarlas se debieron seleccionar las estaciones, los grupos de éstas y los periodos de registro a usar en cada grupo, teniendo en cuenta que el mejor análisis se hace con una CDM lo mayor longeva posible donde intervengan el mayor numero de estaciones posibles.

La tabla 2.9 muestra la distribución en el tiempo de los datos que se recopilaron, en la escala mensual para cada una de las 27 estaciones fuente(IDEAM, CDMB, URBANAS), de las 29 estaciones(tabla 1.2) disponibles, más Ruitoque. Cabe mencionar que al igual que las estaciones San Pedro Claver y San Antonio, la estación Gja Piedecuesta-2319502(tabla 1.2) no se encuentra disponible para este proyecto.

El periodo de acumulación de la precipitación diaria para las estaciones del IDEAM fue de 7 a.m. – 7 a.m., las estaciones manejadas por la CDMB presentan dos tipos de registro antes de octubre de 1988 se tomaban tres lecturas diarias a las 7 a.m. 1 p.m. 7 p.m. después de la fecha se normalizó igual que el IDEAM(según se explica en 2.1), la estación manejada por la constructora Urbanas toma datos horarios, ellos se acumularon de igual manera que las estaciones del operador IDEAM. Para el análisis por CDM se usaron los datos mensuales se calculó con ellos el factor de corrección y se le aplicó el mismo a los valores diarios.

Los datos utilizados fueron suministrados por el IDEAM, para las estaciones de la CDMB se tomaron los valores de la tesis “Estudio de valores extremos de precipitación en la cuenca del río de oro”(Duarte, 2002). Se tuvo en cuenta que las estaciones estuvieran lo suficientemente cercanas y que tuviesen un régimen parecido para realizar el adecuado análisis por curva de doble masa, esto se llevó a cabo utilizando las herramientas de Autocad®, Excel®, Spell – Stat (Guzmán, Chu, 2005).

2.2.1 Selección de grupos de estaciones para las CDM

Las estaciones del AMB no mencionadas a continuación se descartaron del análisis de errores sistemáticos por lo mencionado en el numeral 1.2.3 y en el numeral 2.1(ver tabla 2.9).

La estación Aeropuerto Gómez Niño también se descartó de este análisis por ser la única estación en su periodo de registro con longevidad de más de 20 años de datos. Algunas que aparecen en el mismo tiempo con ella, tienen menos de 8 años en general(ver tabla 2.9).

Tabla 2.9: Meses con datos de las estaciones en el AMB

Fuente: Datos IDEAM – Bogotá, Duarte, 2002, Datos CDMB(siguiete hoja)

CATALOGO DE ESTACIONES

	CÓDIGO	ESTACIÓN	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968
			EFMAMUJASGND	EFMAMUJASGND	EFMAMUJASGND	EFMAMUJASGND	EFMAMUJASGND	EFMAMUJASGND	EFMAMUJASGND	EFMAMUJASGND	EFMAMUJASGND
1	2319083	B/MANGA-IDEAM									
2		RUITOQUE									
3	2319515	TOTUMOS(PTAR)									
4	2319079	CAMPESTRE									
5	2319739	RASGON EL									
6	2319521	LA ESPERANZA									
7	2319072	TELECOM(CDMB)									
8	2319073	LA FLORA									
9	2319059	LA FLORESTA									
10	2319513	PALONEGRO									
11	2319511	LLANOGRANDE									
12	2319070	GRANJA PIEDEC									
13	2319028	PALOGORDO									
14	2319504	UIS									
15	2319061	BONANZA									
16	2319063	LA LOMA									
17	2319064	MIPORAL									
18	2319080	HIMAT R11									
19	2319027	LIMONCITO									
20	2319033	BUENAVISTA									
21	2319505	VIVERO CHIMITÁ									XXXXX
22	2319043	PIEDECUESTA									
23	2319017	FLORIDABLANCA	xXXXX	xxx							
24	2319010	P. ELÉCTRICA	xXXXXXXXXXXXX						XXXXXXXXXXXXX		
25	2319006	EL OCASO									
26	2319004	B/MANGA				XXXXXXXXXXXXX				XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	
27	2319503	APTO GOMEZ N.	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX						xx XXXXX xxx		
			EFMAMUJASGND	EFMAMUJASGND	EFMAMUJASGND	EFMAMUJASGND	EFMAMUJASGND	EFMAMUJASGND	EFMAMUJASGND	EFMAMUJASGND	EFMAMUJASGND
			1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968

- ESTACIONES IDEAM
- ESTACIONES CDMB
- ESTACIÓN RUITOQUE

CATALOGO DE ESTACIONES

	CÓD.	ESTACIÓN	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	
			EFMAMJJASO	NDEFMAMJJASO	NDEFMAMJJASO	NDEFMAMJJASO	NDEFMAMJJASO	NDEFMAMJJASO	NDEFMAMJJASO	NDEFMAMJJASO	NDEFMAMJJASO	NDEFMAMJJASO
1	2319083	B/MANGA-IDEAM										
2		RUITOQUE										
3	2319515	TOTUMOS(PTAR)								XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		
4	2319079	CAMPESTRE								XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		
5	2319739	RASGON EL								XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		
6	2319521	LA ESPERANZA								XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		
7	2319072	TELECOM(CDMB)								XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		
8	2319073	LA FLORA								XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		
9	2319059	LA FLORESTA	x	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	
10	2319513	PALONEGRO	x	xxx	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	x	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	xxx	xxx
11	2319511	LLANOGRANDE		xx	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
12	2319070	GRANJA PIEDEC	x	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		x	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
13	2319028	PALOGORDO	x	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
14	2319504	UIS	x	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
15	2319061	BONANZA	x	XXXXXXXXXXXXX		XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
16	2319063	LA LOMA	x	XXXXXXXXXXXXX			XXXXXXXXXXXXX				XXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXX
17	2319064	MIPORAL	x	XXXXXXXXXXXXX		XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXX	x		XXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXX
18	2319080	HIMAT R11						XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
19	2319027	LIMONCITO										
20	2319033	BUENAVISTA										
21	2319505	VIVERO CHIMITÁ										
22	2319043	PIEDECUESTA			xxxxx	x						
23	2319017	FLORIDABLANCA										
24	2319010	P. ELÉCTRICA										
25	2319006	EL OCASO										
26	2319004	B/MANGA										
27	2319503	APTO GOMEZ N.										

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	
	ESTACIONES IDEAM									
	ESTACIONES CDMB									
	ESTACIÓN RUITOQUE									

La tabla 2.10 muestra las estaciones elegidas para el análisis de errores sistemáticos de acuerdo a la tabla 2.9.

Tabla 2.10: Grupos para análisis de errores sistemáticos por CDM

GRUPO 1 PERIODO 79-2004	GRUPO 2 PERIODO 87-2001	GRUPO 3 PERIODO 92-2001	GRUPO 4 PERIODO 96-2004
OPERAD. IDEAM	OPERAD. IDEAM	OPERAD. IDEAM	OPERAD. IDEAM
UIS	UIS	UIS	UIS
PALOGORDO	PALOGORDO	PALOGORDO	PALOGORDO
LLANO GRANDE	LLANO GRANDE	LLANO GRANDE	LLANO GRANDE
LA FLORESTA	LA FLORESTA	LA FLORESTA	LA FLORESTA
A. PALONEGRO	A. PALONEGRO	A. PALONEGRO	A. PALONEGRO
GJA. PIEDECUESTA	GJA. PIEDECUESTA	GJA. PIEDECUESTA	GJA. PIEDECUESTA
	OPERAD. CDMB	OPERAD. CDMB	B/manga – IDEAM
	LA FLORA	LA FLORA	
	ESPERANZA	ESPERANZA	
	RASGÓN	RASGÓN	
	CDMB	CDMB	
	PTAR	PTAR	
	C. CAMPESTRE	C. CAMPESTRE	
	OPERAD. URBANAS		
	RUITOQUE		

Fuente: investigación del autor.

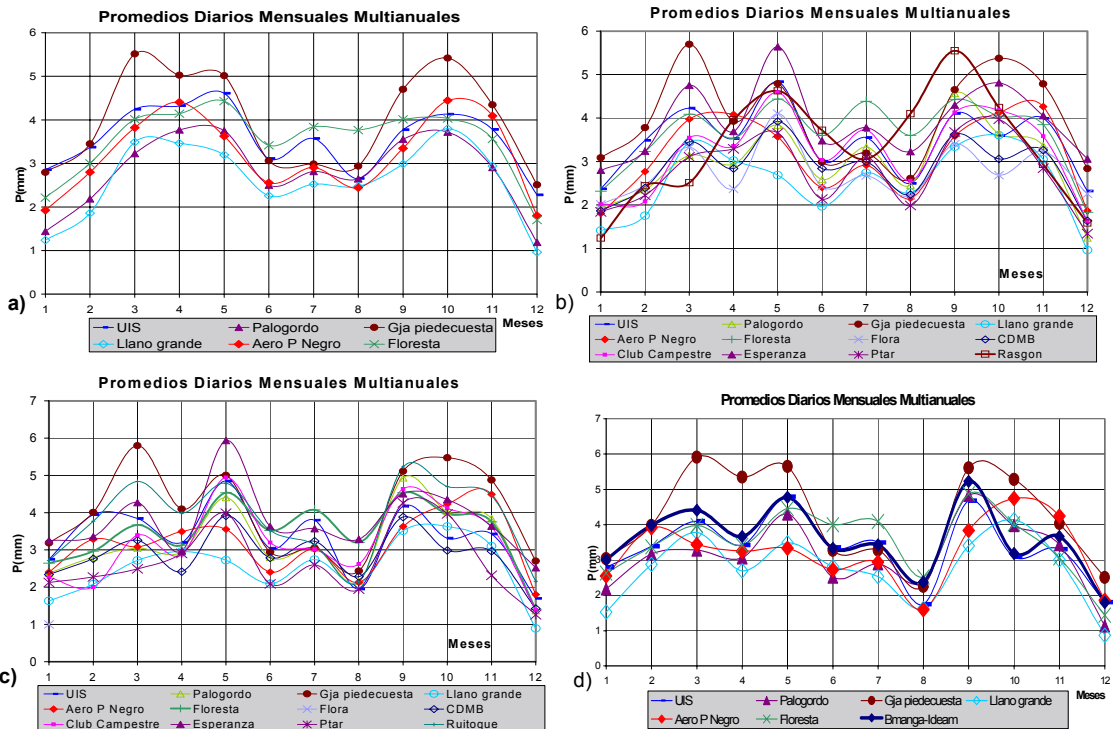


Figura 2.4 a): Prom. Diario Men. multianual 79-04 Estaciones Grupo 1

Figura 2.4 b): Prom. Diario Men. multianual 87-01 Estaciones grupo 2

Figura 2.4 c): Prom. Diario Men. multianual 92-01 Estaciones grupo 3

Figura 2.4 d): Prom. Diario Men. multianual 96-04 Estaciones grupo 4

Fuente: Investigación del Autor, datos (IDEAM – Bogotá, Duarte, 2002).

La figura 2.4 a) muestra el comportamiento de la precipitación(datos puros) en el periodo de 1979 a 2004, en la zona donde está ubicada la estación Palonegro, la estación Llanogrande y las demás estaciones del grupo 1, aquí se observa que sus comportamientos son semejantes entre sí. La b) muestra el comportamiento de la precipitación(datos puros) en la zona donde están ubicadas las estaciones del grupo 2, en el periodo de 1987 a 2001. La c) muestra el comportamiento de la precipitación(datos puros) en la zona donde están ubicadas las estaciones del grupo 3, en el periodo de 1992 a 2001. La d) muestra el comportamiento de la precipitación(datos puros) en la zona donde están ubicadas las estaciones del grupo 4, en el periodo de 1996 a 2004. Nótese también que el comportamiento de la estación Rasgón(figura 2.4b) a pesar de presentar un comportamiento bimodal en el régimen igual que las otras estaciones, es diferente de las demás en algunos puntos, por ello se optó por no corregirla dentro del análisis de errores sistemáticos por CDM y excluirla de los demás análisis que se llevaron a cabo de aquí en adelante en la tesis.

2.2.2 Corrección por curva de doble masa

Se generó la CDM del grupo 1 de datos mensuales acumulados puros, en este grupo se observó que dos estaciones siguen la mayor tendencia lineal, Palonegro(figura 2.5) y Llanogrande(figura 2.6), de ellas se escogió la estación Aeropuerto Palonegro como base para corregir las otras estaciones de acuerdo a lo investigado en los metadatos(tabla 2.11 y Anexo 3), además porque cumple con un régimen parecido al de las demás estaciones de la CDM del grupo IDEAM(figura 2.4 a).

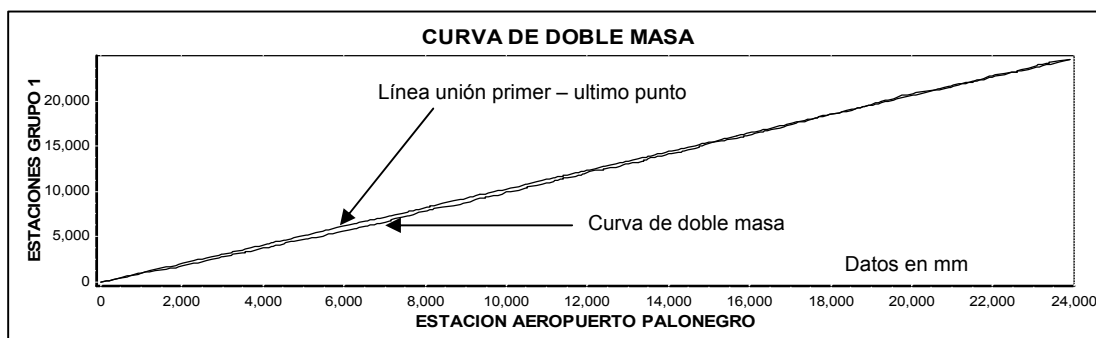


Figura 2.5: CDM Estaciones IDEAM vs. Estación Palonegro datos puros
Fuente: Investigación del Autor, Datos IDEAM - Bogotá

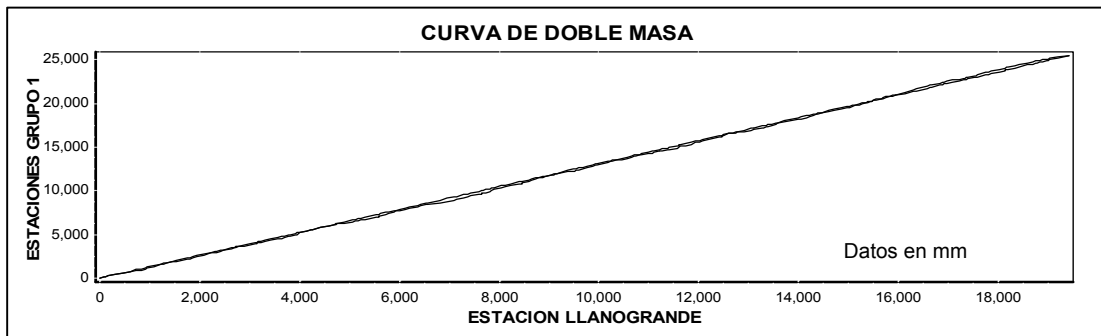


Figura 2.6: CDM Estaciones IDEAM vs. Estación Llano grande datos puros
Fuente: Investigación del Autor, Datos IDEAM – Bogotá

Tabla 2.11: Metadatos estaciones Llanogrande - Aeropuerto Palonegro

ESTACIÓN LLANOGRANDE	
Septiembre de 73	Se arregló brazo y plumillas al pluviógrafo
Marzo de 75	Los datos de precipitación no fueron tomados por falta de instrucciones en el cambio de operador
Noviembre de 78	Datos de este mes no son confiables, observador enfermo y encargado dudoso
Junio de 79	Se reemplazo la plumilla del pluviógrafo
Agosto de 88	Cambio de operador
Septiembre de 93	Plumilla dañada del pluviógrafo
Mayo de 97	Se suspende temporalmente mientras se reubica, la información tomada es mala, el observador se inventa los datos
Noviembre de 97	Se reinstaló la estación y se cambió el observador desplazada 1 km, elevada mas o menos 5 m
Abril de 02	Se instaló el colector-flotador sifón y reloj al pluviógrafo, no funcionaba desde su reubicación
Marzo de 02	Se atrasó el pluviógrafo
Julio de 03	la plumilla del pluviógrafo no registra bien
ESTACIÓN AEROPUERTO PALONEGRO	
Julio de 76	se coloco rejilla al pluviógrafo y se calibró
Octubre de 77	traslado de estación de 7° 6' lat 73° 12' lon a 7° 7' lat 73° 11' lon por instrucciones de la división
Abril de 79	Sifón PVG roto
Mayo de 79	Cambio del sifón difícil de calibrar
Julio de 79	Se reemplaza colector defectuoso y reloj
Febrero de 81	Se bajo el colector de agua y se le hizo mantenimiento al sistema de flotación
Octubre de 82	Se reemplazo el PVG, se cambio el sifón (sistema de colector diferente)
Agosto del 83	Se coloco tornillo para el anclaje del PVG(nivelación)
Septiembre de 83	Se instalo sifón al pluviógrafo
Septiembre de 90	Suspendido PVG por falla en reloj
Septiembre de 94	P.V.G descargaba mal, se calibro
Julio de 97	Arreglo del reloj del PVG

Fuente: IDEAM – Bucaramanga

Estos metadatos hacen referencia a la visita realizada en el IDEAM en la fecha de marzo de 2005.

Con base a la estación Palonegro se corrigieron entonces las demás estaciones en la escala diaria del grupo 1, después, se generó la CDM con los datos diarios y mensuales acumulados ya corregidos para realizar el chequeo(Anexo 4).

Se generó la CDM mensual con datos del grupo 2 mensuales acumulados del operador CDMB puros y del operador IDEAM corregidos. Allí se presentó el hecho de que no se observó estación alguna del operador CDMB que presentara un comportamiento cercano a la tendencia lineal adecuado para establecerse como estación parámetro de comparación para la respectiva corrección del error sistemático, por otro lado se presentó una marcada tendencia lineal para las estaciones UIS, La Floresta y Palonegro, pero fue Palonegro quien sirvió de base para corregir a la UIS y a La Floresta. por tal motivo se siguió definiendo Palonegro como la estación parámetro de corrección, esta vez para las estaciones del operador CDMB en el grupo 2.

la figura 2.7 muestra la CDM entre Palonegro el grupo 2

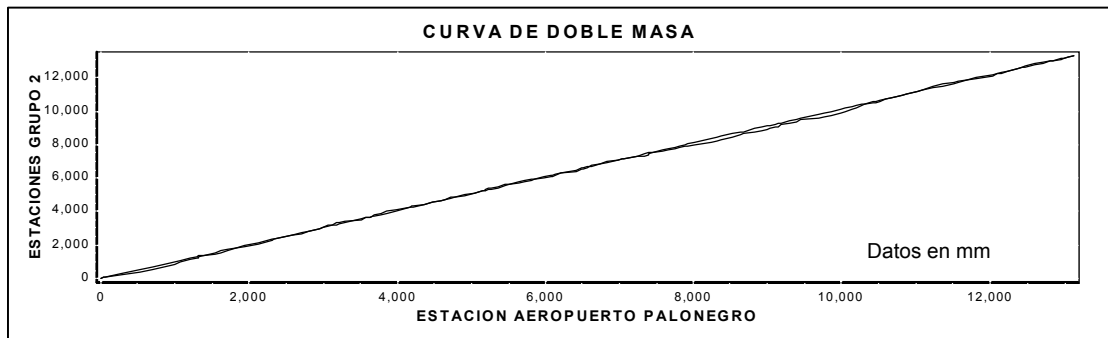


Figura 2.7: CDM Estaciones CDMB vs. Estación Palonegro datos puros
Fuente: Investigación del Autor, datos (Duarte, 2002, IDEAM – Bogotá, 2004)

Basándose en la estación Palonegro se corrigieron las estaciones del operador CDMB en el grupo 2 Luego se generó la CDM con los datos mensuales acumulados ya corregidos para realizar el respectivo chequeo(Anexo 5).

Luego se realizó la CDM para las estaciones Bmanga- IDEAM y Ruitoque, sin encontrar deformaciones en la curva que requiriera hacer corrección(Anexo 6).

Para todas las estaciones, se calcularon los datos mensuales promedio corregidos a partir de los datos diarios corregidos y con los datos promedios mensuales puros generados a partir de los datos diarios puros, se realizó la comparación estación por estación de estos datos entre sí en Spell-Stat(Guzmán, Chu, 2005), tratando de no encontrar una diferencia objetivamente significativa.

Las correcciones se hicieron observando las características físicas derredor, sociales, y de cambio de operador o mejor los metadatos(tabla 2.11 y Anexo 3), y con base a ellos, a lo observado en la CDM y a lo observado en la curva de

residuos(resta entre la CDM y la recta que une al primer y al último punto de la CDM), se determinó para cada estación el segmento recto más adecuado, más largo o más longevo de su CDM a la cual se ajustaron los otros segmentos rectos con diferente pendiente.

Donde no existieron metadatos y las pendientes de los tramos de la CDM variaron mucho, se tomó el promedio de las pendientes de los tramos rectos de la CDM (recta que une al primer y al último punto de la CDM) como el parámetro de corrección. (ver tabla 2.12 y 2.13, Anexo 4, Anexo 5 y Anexo 6)

Las tablas 2.12 y 2.13 a continuación muestran el resumen de lo encontrado estación por estación en el análisis de errores sistemáticos por Curva de Doble Masa.

Tabla 2.12: Correcciones x CDM tabuladas de estaciones operador IDEAM

Periodo corr.	Factor de corr.	Metadatos		Parám. de corrección
UIS – Grupo IDEAM				
Nov 78 – Mayo 83	1.00055	Nov. de 78	Se construye un muro de ladrillo que interfiere con las tomas de datos	Tramo de CDM de Junio 94 – Agosto 2004
Junio 83 – Mayo 94	0.91918	Junio de 83	Cambio de observador	
		Junio de 94	Reubicación de la estación	
PALOGORDO – Grupo IDEAM				
Ene 69 – Mayo 91	1.16678	Junio de 91	Se trasladó el pluviómetro 2 Km al sur	Tramo de CDM de Dic 97 – Agosto 2004
Junio 91 – Nov 97	0.86370	Dic. de 97	Cambio de operador	
GRANJA PIEDEC – Grupo IDEAM				
Julio 70 – Marzo 80	1.31424	Abril de 80	Se trasladó la estructura	Tramo de CDM de Abril 80 – Septiembre 99
Oct 99 – Agosto 2004	0.97696	Oct. de 99	Reubicación a 150 m del sitio anterior(NE) con diferencia de altura de aproximada 10 m	
LLANO GRANDE – Grupo IDEAM				
No se corrigió	-	-	-	-
A. PALONEGRO – Grupo IDEAM				
No se corrigió	-	-	-	-
LA FLORESTA – Grupo IDEAM				
Agosto 78 – Julio 85	1.10119	No se consiguieron los Metadatos		Tramo de CDM que une primer ultimo punto
Agosto 85 – Julio 90	0.84207			

Tabla 2.13: Correcciones x CDM tabuladas de estaciones operador CDMB.

Periodo corr.	Factor de corr.	Metadatos		Parám. de corrección
La Flora – Grupo CDMB				
Nov 95 – Abril 97	2.06659	No se consiguieron los Metadatos		Tramo de CDM de Enero 87 – Oct 95

TELECOM(CDMB) – Grupo CDMB			
Sep 90 – Feb 98	1.11392	No se consiguieron los Metadatos	Tramo de CDM que une primer ultimo punto
Marzo 98 – Mayo 2000	0.81211		
C. CAMPESTRE – Grupo CDMB			
Ene 87 – Jun 87	1.53619	No se consiguieron los Metadatos	Tramo de CDM de Julio 87 – Octubre 94
Nov 94 – Abril 98	1.17742		
Mayo 98 – Dic 2000	0.92571		
LA ESPERANZA – Grupo CDMB			
Dic 88 – Nov 90	0.89416	No se consiguieron los Metadatos	Tramo de CDM que une primer ultimo punto
Dic 90 – Dic 95	1.06487		
Ene 96 – Abril 96	3.20221		
Mayo 96 – Dic 99	0.90723		
TOTUMOS(PTAR) – Grupo CDMB			
Nov 94 – Abril 98	1.16189	No se consiguieron los Metadatos	Tramo de CDM que une primer ultimo punto
Mayo 98 – Oct 98	0.25967		
Mayo 96 – Dic 99	1.40492		

Fuente: Investigación del Autor, datos (Duarte, 2002, IDEAM – Bogotá, 2004)

Las estaciones RUITOQUE y B/MANGA-IDEAM no se corrigieron ya que el periodo de registro es corto (< 10 años) y además no presentaron variaciones importantes en la tendencia lineal de su CDM

3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

3.1 HOMOGENEIDAD

3.1.1 Análisis de correlación

A cada grupo seleccionado para realizar la curva de doble masa (tabla 2.10) con sus estaciones excepto el grupo 4, se les aplicó el análisis de correlación ($R = \sqrt{R^2}$), en su intervalo de tiempo una estación contra cada una de las demás diaria y mensualmente, usando valores promedios y valores totales con y sin corrección por CDM, observándose la diferencia entre la correlación de los datos antes y después de la corrección, el grupo 4 se cambió por uno integrado por la estación Bmanga-IDEAM y el grupo 3 sin incluir a Ruitoque. La tabla 3.1 muestra los valores del análisis de correlación diario. La tabla 3.2 muestra los valores de correlación mensual. La tabla 3.3 muestra los valores de correlación de los promedios diarios mensuales. En el anexo 7, 8, 9 se observan los valores de correlación establecidos en este análisis para el resto de estaciones no contempladas en las tablas 3.1, 3.2 y 3.3.

Tabla 3.1: Valores de correlación escala diaria estaciones AMB.

Llenado de datos	Estaciones	Periodo de análisis	Coef. de correl Pura	C. de correl Corr x CDM
SI	UIS vs. BMANGA-IDEAM	1996-2001	0.865	0.865
NO	BMANGA-IDEAM vs. CDMB	1996-2001	0.732	0.742
NO	UIS vs. CDMB	1987-2001	0.692	0.692
NO	UIS vs. LA FLORA	1987-2001	0.638	0.616
NO	BMANGA-IDEAM vs. LA FLORESTA	1996-2001	0.618	0.618
NO	CDMB vs. LA FLORA	1987-2001	0.580	0.528
NO	BMANGA-IDEAM vs. PALONEGRO	1996-2001	0.538	0.538
NO	CDMB vs. LA FLORESTA	1987-2001	0.528	0.576
NO	LLANOGRANDE vs. PALONEGRO	1979-2004	0.528	0.528
		1987-2001	0.512	0.512
NO	CDMB vs. PALONEGRO	1987-2001	0.525	0.533
NO	UIS vs. PALONEGRO	1979-2004	0.524	0.527
		1987-2001	0.497	0.498
NO	UIS vs. LA FLORESTA	1979-2004	0.494	0.503
		1987-2001	0.490	0.501

Tabla 3.2: Valores de correlación escala mensual estaciones AMB.

Llenado de datos	Estaciones	Periodo de análisis	Coef. de correl corr x CDM
SI	UIS vs. BMANGA-IDEAM	1996-2001	0.950
SI	UIS vs. LA FLORA	1987-2001	0.857
SI	BMANGA-IDEAM vs. CDMB	1996-2001	0.840
SI	BMANGA-IDEAM vs. LA FLORA	1996-2001	0.825
SI	UIS vs. CDMB	1987-2001	0.812
NO	CDMB vs. LA FLORA	1987-2001	0.793
NO	RUITOQUE vs. GRANJA PIEDEC	1992-2001	0.777
NO	PTAR vs. CLUB CAMPESTRE	1987-2001	0.767
NO	CLUB CAMP vs. ESPERANZA	1987-2001	0.725
NO	PTAR vs. PALONEGRO	1987-2001	0.705
NO	CLUB CAMP. vs. LA FLORESTA	1987-2001	0.698
NO	BMGA-IDEAM vs. LA FLORESTA	1996-2001	0.685
NO	RUITOQUE vs. CLUB CAMP	1992-2001	0.650

Tabla 3.3: Valores de correlaciones prom. diario men. Estaciones AMB.

Llenado de datos	Estaciones	Periodo de análisis	Coef. de correl Pura	C. de correl Corr x CDM
SI	UIS vs. BMANGA-IDEAM	1996-2004	0.945	0.945
SI	BMANGA-IDEAM vs. CDMB	1996-2004	0.822	0.856
SI	UIS vs. LA FLORA	1987-2001	0.807	0.830
SI	BMANGA-IDEAM vs. LA FLORA	1996-2004	0.805	0.836
SI	RUITOQUE vs. GRANJA PIEDEC	1992-2001	0.798	0.796
NO	UIS vs. CDMB	1987-2001	0.757	0.765
NO	CDMB vs. LA FLORA	1987-2001	0.746	0.754
NO	CLUB CAMP. vs. LA FLORESTA	1987-2001	0.734	0.739
NO	BMGA-IDEAM vs. LA FLORESTA	1996-2004	0.726	0.726
NO	RUITOQUE vs. CLUB CAMP	1992-2001	0.690	0.697
NO	PTAR vs. CLUB CAMPESTRE	1987-2001	0.649	0.750
NO	CLUB CAMP vs. ESPERANZA	1987-2001	0.645	0.725
NO	PTAR vs. PALONEGRO	1987-2001	0.496	0.699

Fuente: Tabla 3.1, Tabla 3.2, Tabla 3.3, Investigación del Autor, datos (Duarte, 2002, IDEAM – Bogotá, 2004)

Cabe aclarar que los valores de correlación a escala diaria calculados entre las estaciones de la CDMB y las estaciones del IDEAM no son ciertos ni validos para cualquier análisis mas allá de una simple inspección visual, pues como se dijo en 2.1 se presenta un desfase de 1 y/o mas días entre un operador y otro.

3.1.2 Llenado de datos

Aquellas estaciones con mas de 0.8 de coeficiente de correlación("R") fueron aquellas a las que se les realizó llenado de datos faltantes con la y/o las estaciones con las cuales presentaron este valor de coeficiente de correlación.

En el caso de llenar datos faltantes de una estación con datos de varias estaciones, después de observar la incidencia de cada una de estas estaciones

hacia la estación que se requirió llenar, haciendo las combinaciones posibles(1 con cada 1, 1 con cada 2, 1 con cada 3, etc.) con un análisis multivariado de regresión simple y cuadrada, analizando los errores medios cuadráticos y los coeficiente de Fitness, se optó por hacer lo siguiente; se hizo llenado de datos en un orden jerárquico, donde se llenó datos de la estación objeto de llenado primero con la estación de mejor correlación en su respectivo periodo, luego los datos aun faltantes se llenaron con la segunda estación de mejor correlación así sucesivamente, hasta la ultima estación en consideración. La tabla 3.4 muestra los coeficientes de la regresión lineal simple univariada aplicada para el llenado de datos de acuerdo con el resultado de las tablas 3.1, 3.2, 3.3.

Tabla 3.4: Llenado de datos estaciones AMB.

Estación objeto de llenado	Tipo de dato	Orden y estación de referencia (x)		Coefficientes de la forma Ax + B
UIS	Diaria	1	Bmanga-IDEAM	0.8884 ; 0.3753
UIS	Mensual	1	Bmanga-IDEAM	1.0377 ; -2.7475
		2	La Flora	0.9802 ; 11.195
		3	CDMB	No se requirió
UIS	Promedio Diario Mensual	1	Bmanga-IDEAM	No se requirió
		2	La Flora	0.9518 ; 0.5116
Bmanga-IDEAM	Diaria	1	UIS	0.8426 ; 0.5639
Bmanga-IDEAM	Mensual	1	UIS	0.8659 ; 13.247
		2	CDMB	No se requirió
		3	La Flora	No se requirió
Bmanga-IDEAM	Promedio Diario Mensual	1	UIS	No se requirió
		2	CDMB	No se requirió
		3	La Flora	No se requirió
CDMB	Mensual	1	Bmanga-IDEAM	0.668 ; 19.177
		2	UIS	0.6523 ; 23
CDMB	Promedio Diario Mensual	1	Bmanga-IDEAM	No se requirió
		2	UIS	No se requirió
La Flora	Mensual	1	UIS	0.75 ; 15.068
		2	Bmanga-IDEAM	No se requirió
		3	CDMB	No se requirió
La Flora	Promedio Diario Mensual	1	UIS	No se requirió
		2	Bmanga-IDEAM	No se requirió
		3	CDMB	No se requirió
Ruitoque	Prom. Diario Mensual	1	Gja Piedecuesta	No se requirió
Gja Piedecuesta	Prom. Diario Mensual	1	Ruitoque	No se requirió

Fuente: investigación del autor

El llenado de datos se hizo a los datos ya corregidos por CDM, consiguiéndose como resultado de todo el proceso, las estaciones completas y corregidas. En el anexo 10 se muestran las regresiones lineales simples univariadas con las cuales se realizó el llenado de datos.

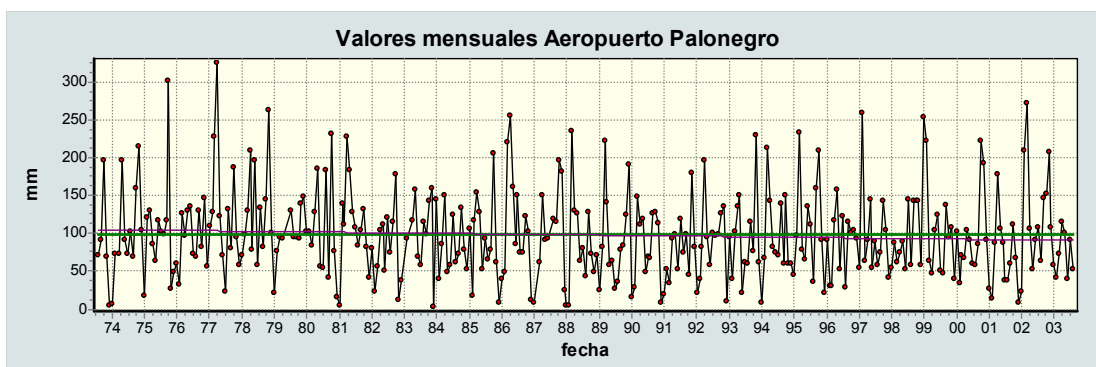
3.2 ANÁLISIS DE SERIES POR PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS

Dado que la precipitación cercana a Bucaramanga y su área metropolitana no se ajusta a una función de distribución normal(Velandia, Silva, 2005), es necesario entonces para detectar posibles cambios en el comportamiento de la misma aplicar pruebas de test no paramétricas.

Para la detección de estos posibles cambios, y tratando de no incluir los cambios que son debidos a los datos faltantes (“DF”) que quedaron después del llenado de datos en 3.1.2 los cuales alteran la estructura de los datos mismos, se dividió la serie de cada estación en 13 series de tiempo, siendo la primera de ellas la completa, y las otras doce correspondientes a cada uno de los doce meses del año, estos análisis se han efectuado a las estaciones, con valores mensuales, promedios diario mensual, días de lluvia mensual, promedio por evento diario mensual y series anuales. El anexo 11 y 12 muestra en detalle las pruebas no paramétricas aplicadas a todas las estaciones(tabla 2.8) objeto del análisis de homogeneidad, no se incluyó en estos análisis la estación Aero. Gómez Niño por estar solitaria en su periodo de registro, así también se ha excluido la estación Rasgón tal como se mencionó en 2.2.1.

En términos generales en el AMB en la actualidad, las series completas(Anexo 11) presentan en 10 de las 13 estaciones analizadas un comportamiento con tendencia decreciente, estas 3 estaciones con tendencia creciente diferente a la de la mayoría de las estaciones son Bmanga-IDEAM y Ruitoque con menos de 10 años de registro y CdmB con 13 años de registro, las estaciones del operador IDEAM de este estudio, excepto Bmanga-IDEAM, las cuales presentan un periodo de registro mayor a 25 años son todas de tendencia decreciente, las estaciones del operador CDMB de este estudio, excepto la estación CDMB, las cuales presentan un periodo de registro mayor a 14 años son todas de tendencia decreciente, implicando que en general la precipitación en el AMB a largo plazo, 14(operator CDMB) a 25(operator IDEAM) años en promedio, tiende a ser decreciente.

La figura 3.1 muestra un ejemplo de lo que ha sido la tendencia de la precipitación a largo plazo en el AMB, más precisamente en tres puntos de ella que son Aeropuerto Palonegro, UIS y Granja Piedecuesta. Nótese la línea roja que marca la tendencia lineal de los datos, ella muestra una tendencia visiblemente decreciente. En la estación Gja Piedecuesta esta tendencia es significativa según el test de Spearman(anexo 11), la línea verde muestra la media aritmética de los datos.



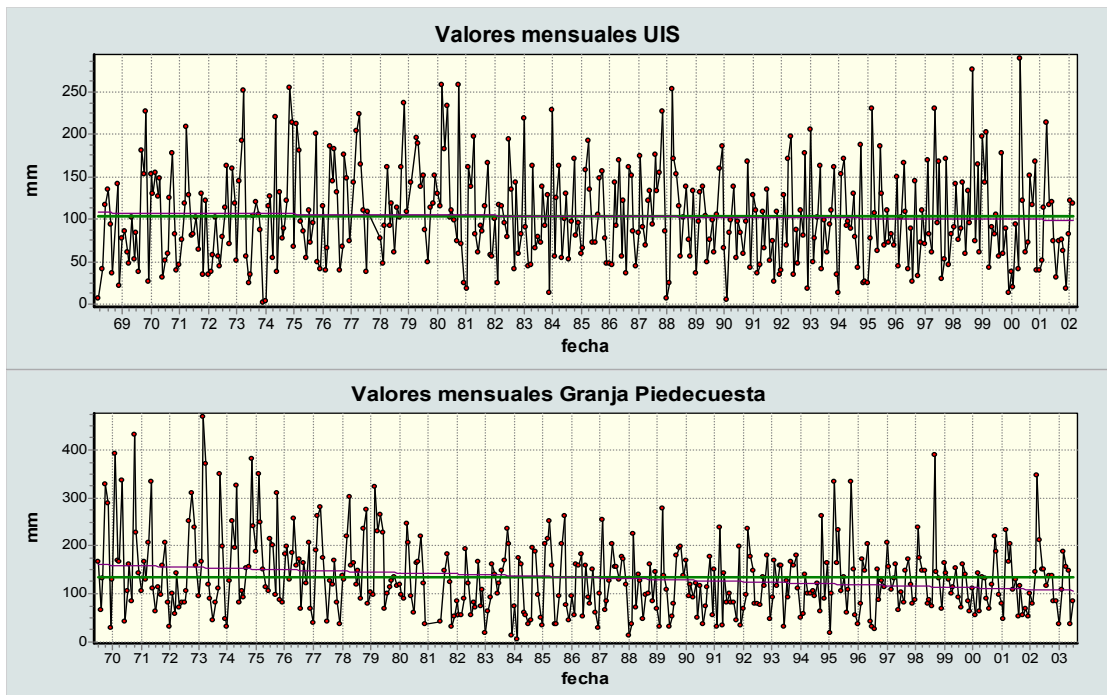


Figura 3.1: Valores mensuales P(mm) Palonegro, UIS y Granja Piedecuesta. Fuente: Investigación del Autor, Datos IDEAM – Bogotá.

Un análisis de la tendencia de la precipitación por periodos de 10 años es muy útil para confirmar el porqué se presentan tendencias en las estaciones Ruitoque, Bmanga - IDEAM y CDMB diferentes a las de la mayoría de las estaciones del AMB. Para este análisis se dividió la serie de cada estación en décadas escogiéndose los últimos 10 años(2004 –1995) y así sucesivamente hacia atrás periodos de 10 años debido al hecho de que presentar resultados por décadas es un indicativo más fácil de entender y de más fácil de estudiar.

La tabla 3.5 muestra el resultado del análisis de tendencias por periodos, aplicado a las estaciones tabla 2.8 objeto del análisis de homogeneidad. El anexo 13 muestra más en detalle el análisis de tendencias por periodos del 75 – 84, 85 – 94, 95 – 2004 para las estaciones del AMB. En el anexo 13 se muestra mas en detalle el análisis realizado por décadas.

Tabla 3.5: Análisis de tendencias por periodos estaciones AMB.

TENDENCIAS X PERIODOS ESTACIONES AMB						
Estación	PERIODOS					
	75 – 84		85 – 94		95 – 2004	
Palogordo	Decreciente	s	Decreciente	n	Decreciente	n
UIS	Creciente	n	Decreciente	n	Decreciente	n
Granja Piedecuesta	Decreciente	s	Creciente	n	Decreciente	n
Llanogrande	Decreciente	n	Decreciente	n	Creciente	n
Aero. Palonegro	Decreciente	n	Decreciente	n	Decreciente	n
La floresta	Decreciente	n	Creciente	n	Decreciente	s

La Flora	-	-	Decreciente	n	Decreciente	n
CDMB	-	-	Decreciente	n	Decreciente	n
Club Campestre	-	-	Decreciente	n	Decreciente	n
Esperanza	-	-	Decreciente	n	Decreciente	n
Ptar	-	-	Decreciente	n	Decreciente	s
Ruitoque	-	-	-	-	Creciente	s
Bmanga – IDEAM	-	-			Creciente	n

S : Si significativa según Spearman N : No significativa según Spearman

Fuente: investigación del autor

Nótese que las tendencias de todos los periodos son decrecientes en la gran mayoría de las estaciones(ejemplo en la Figura 3.2), excepto en las estaciones, Llanogrande, Ruitoque y Bmanga – IDEAM, en las que se presenta una tendencia creciente para el periodo 95 – 04, sin embargo la única tendencia significativa de ellas por el test de Spearman para este periodo es de Ruitoque. En el periodo del 85 – 94 las únicas estaciones con tendencia creciente son Granja Piedecuesta y La Floresta, ninguna de ellas con tendencia significativa. La UIS es la única estación con tendencia creciente en el periodo 75 – 84, pero de igual manera esta tendencia no es significativa según el test de Spearman.

La tabla 3.6 muestra cuáles son los resultados del análisis de la tendencia de los datos de las series de meses de las estaciones operador IDEAM(sin incluir A. G. N. y Bmanga-IDEAM) y operador CDMB(tabla 2.8), las cuales tienen mas de 25 y 14 años respectivamente, localizadas temporalmente en la actualidad.

Nótese en la figura 3.2 la línea roja que marca la tendencia hacia abajo de los valores mensuales de precipitación de Palogordo y Llanogrande para cada uno de los periodos mencionados anteriormente, de estas graficas la que presenta tendencia significativa de acuerdo con el test de Spearman es el periodo primero de la estación Palogordo, a pesar de ello la gran mayoría presenta también tendencias hacia abajo(tabla 3.5) aunque no sean significativas, esto permite indicar que la tendencia de la precipitación en general es a decrecer.

Tabla 3.6: Análisis de tendencias por meses estaciones AMB a largo plazo.

Tendencias Área Metropolitana de Bucaramanga																								
Tendencias	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio													
	Crec.	Decr.	Crec.	Decr.	Crec.	Decr.	Crec.	Decr.	Crec.	Decr.	Crec.	Decr.												
Spearman	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N										
# Estaciones	0	8	0	3	1	7	1	2	0	3	0	8	0	0	6	5	0	5	0	6	0	5	1	5
# Total Est.	8		3		8		3		3		8		0		11		5		6		5		6	
Concepto	Creció		Creció		Bajó		Bajó		Mantuvo		Mantuvo													
Tendencias	Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre													
	Crec.	Decr.	Crec.	Decr.	Crec.	Decr.	Crec.	Decr.	Crec.	Decr.	Crec.	Decr.												
Spearman	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N		
# Estaciones	0	5	1	5	0	2	4	5	1	10	0	0	0	1	3	7	0	2	1	8	0	2	0	9
Total Est.	5		6		2		9		11		0		1		10		2		9		2		9	
Concepto	Mantuvo		Bajó		Creció		Bajó		Bajó		Bajó		Bajó											

S: si significativa, N: no significativa, Crec. : creciente, Decr. : decreciente

Fuente: investigación del autor

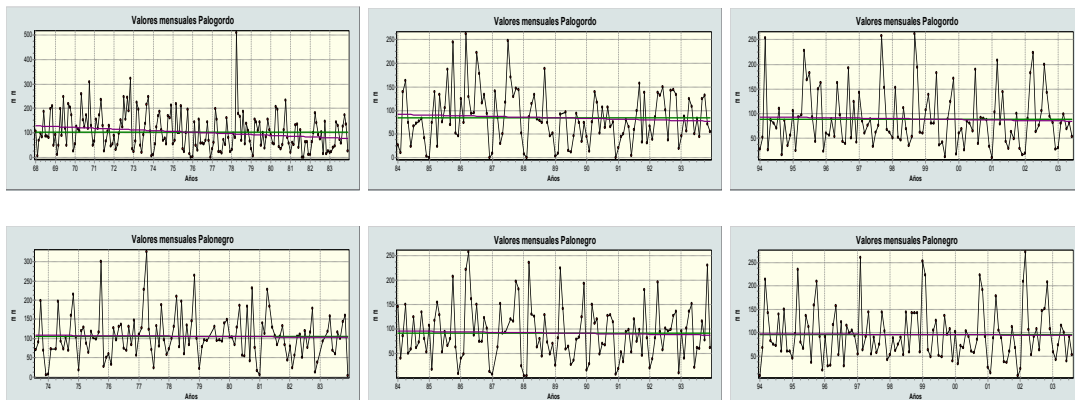


Figura 3.2: Tendencia por periodos Estación Palogordo y Palonegro
Fuente: Investigación del autor

El comportamiento de la precipitación sobre el territorio colombiano esta gobernado principalmente por el desplazamiento anual sur-norte (primer semestre) y norte-sur de la Zona de Confluencia Intertropical (IDEAM, 1999). Este régimen determina, al menos en forma **teórica**, que el comportamiento de la precipitación anual en la zona andina de Colombia sea predominantemente bimodal, presentando dos épocas de verano e invierno claramente diferenciadas (Velandia, Silva, 2005).

La precipitación en la cuenca superior del río Lebrija presenta un comportamiento anual bimodal claramente diferenciado por dos épocas de verano (Jun-Jul-Ago y Dic-Ene-Feb) separadas por dos épocas de invierno (Mar-Abr-May y Sep-Oct-Nov) (Maradei, et al, 2002).

Basándose en la tabla 3.6, observando los meses de todas las estaciones en general a **largo plazo** se aprecia que **Enero** y **Febrero** tienen una tendencia a **crecer**, siendo meses de periodos secos preconcebidos, los meses de **Marzo**, **Abril**, **Octubre** y **Noviembre** tienen tendencia a **decrecer** siendo meses de periodos húmedos preconcebidos, los meses de **Junio**, **Julio** y **Mayo** presentaron tendencia a **mantenerse** en su régimen respectivo, pero los meses de **Agosto** y **Diciembre** presentan una tendencia a **decrecer** siendo meses de periodos secos, y el mes de **Septiembre** a **crecer** siendo de los meses de periodos húmedos. Implicando que en estos momentos se pueda apreciar a lo largo de un año un régimen multimodal en el cual no se aprecia la fácil diferenciación entre algún periodo húmedo de algún periodo seco preconcebido y también se aprecia la disminución en la varianza entre los valores de precipitación entre los meses de un mismo año, en los últimos años de registro, es decir la diferencia de valores de precipitación que existió entre los periodos húmedos y los periodos secos ha estado disminuyendo (Anexo 11).

La estación Granja Piedecuesta es la única estación con registro de más de 25 años que presentó una tendencia significativa según el test de Spearman en alguna serie de meses(para este caso Febrero), diferente a la tendencia que se registró en cada serie de meses de la mayoría de las demás estaciones objeto del análisis de homogeneidad explicado en el párrafo anterior.

Las estaciones de corto periodo de registro como lo son Ruitoque y Bmanga - IDEAM(Figura 3.3), presentaron un comportamiento disímil en cuanto a tendencias(anexo 11) de la mayoría de las estaciones objeto del análisis. En un principio se atribuyó este hecho a su periodo de registro menor a 10 años el cual marcaba la tendencia para estos últimos 10 años, pero según la tabla 3.1 en el numeral 3.1.1 se indica la buena correlación que existe entre Bmanga – IDEAM($R > 0.8$) y la estación UIS en la escala diaria, y al observar la tabla 3.5 se nota la diferencia entre las tendencias entre una estación y la otra, por lo cual se infiere que esta variedad se debe mas que otra cosa, a fenómenos aislados propios de la estación, ya sea por su ubicación o ya sea por el manejo institucional que se le ha dado a dicha estación, siendo un efecto local no representativo de la zona de ubicación de esta estación Bmanga – IDEAM(registro igual a 8 años). Por otro lado se sabe que en series de tiempo de precipitación los periodos de registro menores a 10 años no tienen una confiable representación estadística de sus datos, por lo cual, cualquier resultado proveniente de esta serie siempre podrá ser puesta en duda.

La estación Ruitoque presenta una tendencia significativa según Spearman a crecer, diferente a la de la mayoría de las estaciones objeto del análisis, pero ocurre el mismo problema acerca de su longevidad de periodo de registro menor a 10 años(registro igual a 9 años y medio), por ello será necesario unos años después al presente estudio retomar cualquier resultado de la estación y volverlo a analizar con mas datos que logren validar los resultados actuales. La figura 3.3 muestra la tendencia de los valores mensuales de precipitación de las estaciones Bmanga-IDEAM y Ruitoque, las cuales tienen una tendencia creciente diferente a las demás estaciones del AMB analizadas.

La aseveración acerca de la transformación del régimen anual de precipitación, de un comportamiento bimodal de dos periodos secos y dos periodos húmedos claramente diferenciados a un comportamiento multimodal de periodos secos y húmedos no diferenciados fácilmente se puede entender mejor con el análisis multianual en el numeral 4.

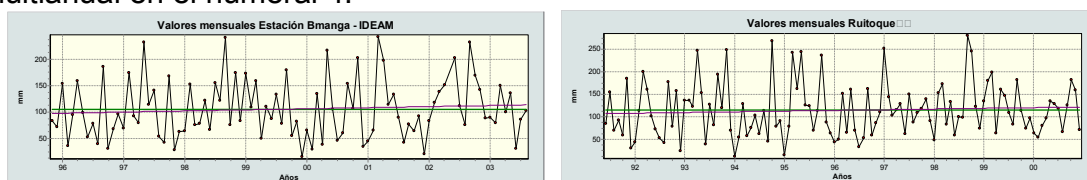


Figura 3.3: Tendencias Estaciones Bmanga-IDEAM y Ruitoque
Fuente: Investigación del Autor

Además de la tendencia, también se han analizado los posibles puntos de cambio de las series según el test de Petit, aquí se observaron las varianzas de todas las series de tiempo de cada estación, los cambios posibles en la media y los cambios posibles en la varianza.

De la varianza de los datos mensuales se puede decir que, los meses de periodo húmedo en el régimen anual son los que presentan los mayores valores de varianza multianual en contraste con los meses de periodo seco, lo que sugiere que ante la presencia de fenómenos globales que hagan del año un año seco o un año húmedo en general, los meses mas afectados por estos fenómenos son los meses correspondientes a los periodos húmedos preconcebidos, mientras que los meses correspondientes a los periodos secos preconcebidos, ante estos fenómenos, se mantienen mas estables manteniendo su varianza mas baja que la varianza de los periodos húmedos en un concepto multianual. La tabla 3.7 muestra los puntos de cambio en las series de tiempo mensuales de las estaciones del AMB, analizados a través del test de Petit, el test F de estabilidad en la varianza y el test T de estabilidad en la media, cada serie fue analizada en su respectivo periodo de registro, es decir completa. Los resultados mas en detalle se encuentran consignados en el anexo 11.

Cabe mencionar que el test de Petit analiza intervalos de datos antes y después de un punto en cuestión, el cual no necesariamente caracteriza un dato extremo, por ello se aclara que los puntos de cambios consignados en la tabla 3.7, no hacen referencia a valores extremos ni algo por el estilo, ellos son fechas en las cuales se comenzó a dar un cambio.

Tabla 3.7: Análisis de puntos de cambio estaciones AMB.

Puntos de cambio Área Metropolitana de Bucaramanga											
Abril				Octubre				Noviembre			
Estación	Año	Var	Med	Estación	Año	Var	Med	Estación	Año	Var	Med
Flora	97	n	n	Ptar	96	n	n	Bga-IDEAM	98	-	-
Ptar	96	s	s	Aero. Palo N	88	n	s	Esperanza	94	n	s
Esperanza	96	n	n	UIS	88	n	s	Ptar	94	n	s
Aero. Palo N	95	n	s	Llanogrande	87	n	s	Ruitoque	94	-	-
CLUB Camp.	94	n	s	Gja Piedec.	86	n	s	Gja Piedec.	79	s	s
CDMB	91	n	n	Palogordo	81	s	s	Palogordo	75	s	s
La Floresta	90	n	s								
UIS	86	n	n								
Palogordo	83	s	s								
Gja Piedec.	81	n	s								
Agosto				Febrero				Marzo			
Estación	Año	Var	Med	Estación	Año	Var	Med	Estación	Año	Var	Med
UIS	91	n	n	Palogordo	97	n	s	Bga-IDEAM	98	-	-
Gja Piedec.	89	n	s	Ptar	94	n	n	Aero. Palo N	96	n	n
Aero. Palo N	88	n	s	Esperanza	92	s	n	Ptar	90	n	n
La Floresta	88	n	s	Gja Piedec.	79	n	s				
Llanogrande	88	n	n								

Junio				Julio				Septiembre			
Estación	Año	Var	Med	Estación	Año	Var	Med	Estación	Año	Var	Med
La Floresta	94	n	s	Esperanza	96	n	n	CDMB	94	n	n
Aero. Palo N	82	n	n	Ptar	95	s	s	CLUB Camp.	92	n	n
Palogordo	80	s	s	CLUB Camp.	95	s	s				
UIS	76	n	n								
Mayo				Diciembre				Enero			
Estación	Año	Var	Med	Estación	Año	Var	Med	Estación	Año	Var	Med
Gja Piedec.	83	s	s	Ruitoque	96	-	-				

S: si significativa, N: no significativa, Med: cambio en la media, Var: cambio en la Varianza, Año: año donde según el test de Petit se presentó el cambio

Fuente: investigación del autor

De la tabla 3.7 se puede decir que el mes de **Abril** es el que presenta más cambios respecto a los otros meses del año. Los meses de **Enero**, **Diciembre**, **Septiembre** y **Marzo**, son los meses que no presentan cambios significativos en todos los registros, no quiere decir esto que no presentan tendencias, pero si que no cambian la estructura de sus datos. La tabla 3.8 muestra los resultados aun más resumidos, en los que se analizó cada salto, entre estaciones encontrándose una generalidad para algunos lustros de años en los que se estableció que en ellos comenzó a presentarse el fenómeno que transformó la estructura de los datos de las estaciones en la tabla 3.7.

Tabla 3.8: Puntos de cambio tabulados para las estaciones del AMB

Lustro	No. De estaciones	Meses	Tipos de cambio
94-96	8	Abril, Junio, Julio Noviembre	Media y Varianza
87-89	7	Octubre, Agosto	Media
83-81	4	Abril, Octubre, Mayo	Media y Varianza

Fuente: Investigación del Autor.

Nótese que no se incluyeron en la tabla 3.8 los saltos aislados ocurridos en solo un mes o en solo una estación (Anexo 11), los cuales se deben probablemente a efectos locales, los cuales por no disponer de los metadatos no se pueden explicar de una manera concisa, pero se atribuyen a hechos que no son representativos para la escala global del AMB.

Son predominantes los cambios en la media, lo que indica que la precipitación ha venido disminuyendo significativamente con el pasar de los años según se explicó en la tabla 3.5 y la tabla 3.6, los cambios en la varianza son menos predominantes que los cambios en la media (Anexo 11), a esto se atribuye el hecho de que la estructura de los datos de los eventos de precipitación en la mayoría de los casos se han mantenido estables. Este análisis se hará más detallado en el numeral 4 con los análisis multianuales.

En este estudio se han analizado también las tendencias de los valores promedios por evento diario en el mes (Valor mensual de precipitación dividido entre el número de días de lluvia del mes) de cada estación, así como la tendencia del

numero de días de lluvia en el mes, a los cuales se les aplicó el test de Spearman para descubrir si las tendencias son significativas o no lo son. La tabla 3.9 muestra un cuadro comparativo de las tendencias significativas y no significativas, resultado del análisis de tendencias de los datos recientemente mencionados, en el anexo 12 se muestra más en detalle estos resultados.

Tabla 3.9: Tendencias de lluvias por meses en las estaciones AMB

Estaciones con T.S.S.	# de lluvias	Prom. x Evento	Estaciones sin T.S.S.	# de lluvias	Prom. x Evento
GRANJA PIEDECUESTA	t.s.s	t.s.s.	PTAR	t.s.s.	t.s.s.
	Creciente	Decreciente		Creciente	Decreciente
LA FLORESTA	t.s.s.	t.s.s.	ESPERANZA	t.n.s.	t.n.s.
	Creciente	Decreciente		Creciente	Decreciente
PALOGORDO	t.s.s.	t.s.s.	CDMB	t.n.s.	t.n.s.
	Creciente	Decreciente		Creciente	Decreciente
LLANOGRANDE	t.s.s.	t.s.s.	FLORA	t.n.s.	t.n.s.
	Decreciente	Creciente		Decreciente	Creciente
ESTACIÓN UIS	t.s.s.	t.n.s.	RUITOQUE	t.s.s.	t.s.s.
	Decreciente	Creciente		Decreciente	Creciente
AERO. PALONEGRO	t.n.s.	t.n.s.	CLUB	t.n.s.	t.n.s.
	Decreciente	Decreciente	CAMPESTRE	Decreciente	Decreciente
			BMANGA – IDEAM	t.n.s.	t.n.s.
				Creciente	Creciente

Fuente: Investigación del Autor.

De la tabla 3.9 se puede decir que la precipitación en el AMB además de tener características marcadas de tipo estocástico temporalmente hablando, también presenta características estocásticas en el aspecto espacial, quiere decir que no se puede en términos generales explicar como ha sido el comportamiento en toda la zona donde se ubica el AMB en cuanto al numero de eventos de precipitación por mes y en cuanto al valor promedio de precipitación por evento diario mensual, solo se puede hablar específicamente de cada estación por particular ubicada geográficamente en su lugar de establecimiento, a diferencia de la tabla 3.5 donde se observa claramente en los valores mensuales que existe una tendencia general en el AMB y que ésta es decreciente. Se puede decir también que en la mayoría de los casos, el numero de eventos de lluvia en el mes esta relacionado inversamente al valor de precipitación media por evento diario en el mes, es decir mientras llueva más días, el promedio de precipitación por día de lluvia se disminuye.

Al no existir un patrón que caracterice todas las estaciones, es necesario entonces hablar de cada una de ellas por aparte. De las estaciones de largo periodo de registro disponible en comparación con todas las otras estaciones objeto del análisis (periodo de registro mayor a 25 años, operador IDEAM), las estaciones Granja de Piedecuesta, La Floresta y Palogordo, presentan una tendencia creciente significativa según Spearman en la serie de numero de días de lluvia contados en el mes, también presentan una tendencia decreciente significativa en el promedio por evento diario mensual, quiere decir esto que se presentan ahora

lluvias con mayor frecuencia pero de menor valor de precipitación diaria. De las estaciones de menor periodo de registro disponible que las anteriores (periodo de registro mayor a 14 años, operador CDMB), la estación PTAR ha sido la única estación en mostrar tendencias significativas similares a las anteriores estaciones mencionadas, es decir, mayor cantidad de eventos de lluvia en el mes, con menores valores de precipitación por cada evento.

Por otro lado, tendencias significativas decrecientes respecto al número de eventos de precipitación en el mes se encontraron en las estaciones de largo periodo de registro UIS y Llanogrande, otra estación pero de periodo de registro de 14 años o menos, Ruitoque, presentó la misma tendencia significativa a decrecer en el número de eventos de precipitación, estas tres estaciones presentan tendencia a crecer respecto al promedio de precipitación por evento diario mensual, siendo la UIS la única estación de ellas tres donde esta última tendencia descrita no es significativa.

La figura 3.4 muestra de acuerdo con los conceptos de curva de doble masas (CDM), cuales estaciones presentan mayor y menor pluviosidad respecto a las otras, es decir, al graficar en el eje "Y" el promedio de todas las estaciones objeto del análisis (tabla 2.8 excepto Bmanga-IDEAM y Ruitoque por limitar la estructura de la CDM por su periodo de registro y Aeropuerto Gómez Niño por su periodo de registro particular) incluida la estación en cuestión y en el eje "X" la estación en cuestión, las estaciones cuya CDM esté más pegada al eje "X", serán las estaciones donde más llueve y viceversa. La tabla 3.10 Según la figura 3.4 CDM de 1987 – 2001 muestra el orden jerárquico que se presenta en el AMB de las estaciones de acuerdo a la precipitación.

Tabla 3.10: Orden de menor a mayor pluviosidad medida en el AMB

ORDEN	ESTACIÓN	TENDENCIA DÍAS DE LLUVIA		TENDENCIA PROMEDIO POR EVENTO DIARIO	
1	LLANOGRANDE	Decreciente	s	Creciente	s
2	PTAR	Creciente	s	Decreciente	s
3	PALOGORDO	Creciente	s	Decreciente	s
4	CDMB	Creciente	n	Decreciente	n
5	FLORA	Decreciente	n	Creciente	n
6	AERO/TO PALONEGRO	Decreciente	n	Decreciente	n
7	CLUB CAMPESTRE	Decreciente	n	Creciente	n
8	UIS	Decreciente	s	Creciente	n
9	FLORESTA	Creciente	s	Decreciente	s
10	ESPERANZA	Creciente	n	Decreciente	n
11	GRANJA PIEDECUESTA	Creciente	s	Decreciente	s

Fuente: Investigación del autor

S: Si significativa

N: No significativa

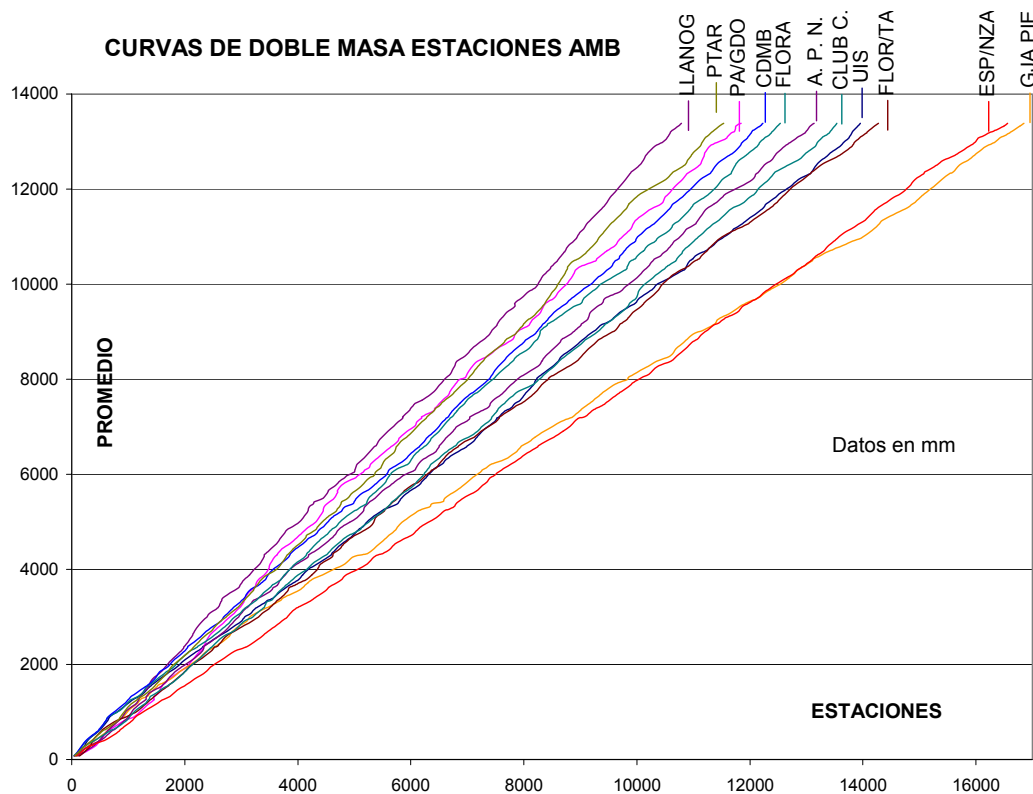


Figura 3.4: CDM 1987 – 2001 datos corregidos x CDM estaciones AMB
Fuente: Investigación del Autor

3.3 ANÁLISIS DE FRECUENCIAS

El análisis de frecuencias es una herramienta útil para catalogar los eventos de lluvia extremos, altos y normales de una estación propios de la zona donde está ubicada la misma. Para los eventos extremos de precipitación se eligieron los valores correspondientes a los mayores al 99% de la distribución de frecuencia acumulada relativa, para los eventos altos de precipitación se eligieron los valores entre el 75% y el 99% de la distribución de frecuencia acumulada relativa y para los valores normales de precipitación, se eligieron los valores menores al 75 % de la distribución (Guzmán, 2005).

La tabla 3.11 muestra los valores de P(mm) correspondientes a cada porcentaje de frecuencia acumulada relativa de precipitación de cada estación objeto del análisis del AMB, obtenidos a través del análisis de frecuencia el cual se realizó a las series de tiempo sin incluir los ceros, para que los resultados fueran representativos de los días de lluvia y no de todos los datos diarios. Se hace

claridad que estos eventos son diarios, es decir están acumulados en las 24 horas del ciclo diario, no representan intensidades horarias o algo por el estilo.

Tabla 3.11 Valores de porcentajes de distribución de frecuencia AMB

VALORES EXTREMOS, ALTOS Y NORMALES DE PRECIPITACIÓN DIARIA (mm)EN EL AMB							
ESTACIONES	CDMB	PTAR	LL. GRANDE	FLORA	ESPERANZA	UIS	G. NIÑO
99 % DFAR	46	48	50	51	52	52	55
75 % DFAR	5	6.5	6.5	5	6.5	6.5	9
ESTACIONES	RUITOQUE	BGA-IDEAM	PALONEGRO	CLUB C.	FLORESTA	P/CUESTA	PALOGORDO
99 % DFAR	56	57	58	58	67	68	70
75 % DFAR	6.5	7.5	5.5	9	10.5	9.5	21

DFAR: Distribución de frecuencia acumulada relativa

Fuente: Investigación del autor

Es de esperar que las estaciones donde se presenta mayor pluviosidad respecto a las demás(figura 3.4), sean donde se presenten valores extremos y valores altos de precipitación más altos en comparación con todas las demás estaciones y viceversa, tales son los casos(tabla 3.11) de Granja Piedecuesta y La floresta como estaciones con más pluviosidad, PTAR y Llanogrande como estaciones de menor pluviosidad, pero nótese el caso de la estación Palogordo, que es una estación catalogada como poco pluviosa según la figura 3.4 pero que presenta valores altos y valores extremos de precipitación altos en comparación con las demás estaciones(tabla 3.11), al igual que la estación la Esperanza, que es una estación catalogada como de las mas pluviosas pero presenta valores altos y extremos de precipitación bajos, en comparación con las demás. Quiere decir esto que en la estación Palogordo a pesar de ser poco pluviosa cada vez que se presenta una precipitación, estas son de orden alto respecto a las precipitaciones en el resto del AMB, caso contrario pasa con la estación la Esperanza, que está ubicada en una zona de las más pluviosas en el AMB, pero cada vez que se presenta un evento de lluvia es del orden de los más bajos en el AMB.

La tabla 3.12 muestra un análisis por periodos(entiéndase estos periodos por los periodos secos y húmedos preconcebidos tal como se dijo en 3.2) del régimen anual de precipitación, hecho con los valores extremos, altos y normales de precipitación necesario para responder a la pregunta acerca de cuales son los meses o los periodos en los que estos valores de lluvia se presentan con mayor frecuencia, para ello se dividieron las series de cada estación por periodos del ciclo anual y en cada uno de ellos se contaron las lluvias altas, las lluvias extremas y las lluvias normales según la distribución de frecuencia acumulada relativa("DFAR").

De la tabla 3.12 se puede deducir en que periodos se están presentando con mayor frecuencia las precipitaciones de los diferentes rangos de la DFAR, estos resultados están contenidos en la tabla 3.13, que muestra un orden jerárquico caracterizado por ubicar en el primer lugar el periodo del régimen anual donde se

presentaron mas lluvias de cierto tipo(Extremas, altas o normales), hasta llegar al cuarto y ultimo lugar que muestra el periodo donde menos se presentaron lluvias de cierto tipo.

La tabla 3.14 muestra un cuadro con los resultados tabulados por mayoría de apariciones de periodos en cada una de las estaciones para toda el AMB, por ejemplo: el periodo donde en la mayoría de estaciones se identificó que se presentan lluvias extremas con mayor frecuencia respecto a los otros periodos, es el primer periodo húmedo.

Tabla 3.12 Distribución del análisis de frecuencia por periodos estaciones AMB

Distribución de la precipitación en los periodos del ciclo anual de acuerdo a la DFAR									
	1 SECO		1 HÚMEDO		2 SECO		2 HÚMEDO		
A.G. NIÑO	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	TOTAL
0% - 75%	290	12.78	569	25.07	757	33.35	654	28.81	2270
75% - 99%	136	14.73	245	26.54	257	27.84	285	30.88	923
99% - 100%	7	22.58	6	19.35	10	32.26	8	25.81	31
UIS	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	
0% - 75%	672	15.42	1105	25.36	1411	32.38	1169	26.83	4357
75% - 99%	298	18.63	480	30.00	375	23.44	447	27.94	1600
99% - 100%	18	28.57	25	39.68	4	6.35	16	25.40	63
A. PALONEGRO	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	
0% - 75%	505	13.52	960	25.70	1239	33.17	1031	27.60	3735
75% - 99%	240	15.76	464	30.47	329	21.60	490	32.17	1523
99% - 100%	7	15.56	18	40.00	6	13.33	14	31.11	45
BGA IDEAM	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	
0% - 75%	146	15.99	229	25.08	309	33.84	229	25.08	913
75% - 99%	80	22.92	95	27.22	79	22.64	95	27.22	349
99% - 100%	2	14.29	7	50.00	2	14.29	3	21.43	14
CDMB	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	
0% - 75%	338	16.74	541	26.80	604	29.92	536	26.55	2019
75% - 99%	124	15.70	225	28.48	216	27.34	225	28.48	790
99% - 100%	9	31.03	10	34.48	1	3.45	9	31.03	29
CLUB CAMP.	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	
0% - 75%	262	17.01	394	25.58	467	30.32	417	27.08	1540
75% - 99%	89	15.45	186	32.29	131	22.74	170	29.51	576
99% - 100%	4	19.05	8	38.10	3	14.29	6	28.57	21
ESPERANZA	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	
0% - 75%	339	16.35	518	24.99	657	31.69	559	26.97	2073
75% - 99%	166	19.76	250	29.76	199	23.69	225	26.79	840
99% - 100%	7	24.14	13	44.83	1	3.45	8	27.59	29
LA FLORA	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	
0% - 75%	344	16.48	580	27.78	637	30.51	527	25.24	2088
75% - 99%	140	17.22	237	29.15	216	26.57	220	27.06	813
99% - 100%	9	33.33	11	40.74	2	7.41	5	18.52	27
GJA PIED.	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	
0% - 75%	655	14.72	1127	25.33	1382	31.06	1285	28.88	4449
75% - 99%	281	18.75	465	31.02	281	18.75	472	31.49	1499
99% - 100%	13	19.40	28	41.79	7	10.45	19	28.36	67
LA FLORESTA	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	
0% - 75%	352	14.11	644	25.82	805	32.28	693	27.79	2494
75% - 99%	149	16.69	275	30.80	231	25.87	238	26.65	893
99% - 100%	6	18.75	11	34.38	5	15.63	10	31.25	32
LL. GRAN	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	

0% - 75%	439	12.78	897	26.12	1136	33.08	962	28.01	3434
75% - 99%	171	13.66	402	32.11	304	24.28	375	29.95	1252
99% - 100%	8	17.39	18	39.13	6	13.04	14	30.43	46
PALOGORDO	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	
0% - 75%	311	18.14	441	25.73	436	25.44	526	30.69	1714
75% - 99%	75	11.06	237	34.96	154	22.71	212	31.27	678
99% - 100%	4	13.79	9	31.03	9	31.03	7	24.14	29
PTAR	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	
0% - 75%	278	16.30	426	24.97	529	31.01	473	27.73	1706
75% - 99%	106	17.10	184	29.68	138	22.26	192	30.97	620
99% - 100%	7	28.00	10	40.00	3	12.00	5	20.00	25
RUITOQUE	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	
0% - 75%	222	16.73	319	24.04	405	30.52	381	28.71	1327
75% - 99%	97	19.68	127	25.76	98	19.88	171	34.69	493
99% - 100%	2	11.76	8	47.06	1	5.88	6	35.29	17

Fuente: Investigación del autor

Tabla 3.13: Clasificación jerárquica de la precipitación de la DFAR por periodos

%	JERARQUÍA POR CANTIDAD EVENTOS				%	JERARQUÍA POR CANTIDAD EVENTOS			
A. G. NIÑO	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO	ESPERANZA	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO
0% - 75%	2 SECO	2 HÚMEDO	1 HÚMEDO	1 SECO	0% - 75%	2 SECO	2 HÚMEDO	1 HÚMEDO	1 SECO
75% - 99%	2 HÚMEDO	2 SECO	1 HÚMEDO	1 SECO	75% - 99%	1 HÚMEDO	2 HÚMEDO	2 SECO	1 SECO
99% - 100%	2 SECO	2 HÚMEDO	1 SECO	1 HÚMEDO	99% - 100%	1 HÚMEDO	2 HÚMEDO	1 SECO	2 SECO
UIS	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO	LA FLORA	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO
0% - 75%	2 SECO	2 HÚMEDO	1 HÚMEDO	1 SECO	0% - 75%	2 SECO	1 HÚMEDO	2 HÚMEDO	1 SECO
75% - 99%	1 HÚMEDO	2 HÚMEDO	2 SECO	1 SECO	75% - 99%	1 HÚMEDO	2 HÚMEDO	2 SECO	1 SECO
99% - 100%	1 HÚMEDO	1 SECO	2 HÚMEDO	2 SECO	99% - 100%	1 HÚMEDO	1 SECO	2 HÚMEDO	2 SECO
A. PNEGRO	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO	GJA PIED.	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO
0% - 75%	2 SECO	2 HÚMEDO	1 HÚMEDO	1 SECO	0% - 75%	2 HÚMEDO	2 SECO	1 HÚMEDO	1 SECO
75% - 99%	2 HÚMEDO	1 HÚMEDO	2 SECO	1 SECO	75% - 99%	2 HÚMEDO	1 HÚMEDO	2 SECO	1 SECO
99% - 100%	1 HÚMEDO	2 HÚMEDO	1 SECO	2 SECO	99% - 100%	1 HÚMEDO	2 HÚMEDO	1 SECO	2 SECO
BGA IDEAM	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO	LA FLORESTA	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO
0% - 75%	2 SECO	1 HÚMEDO	2 HÚMEDO	1 SECO	0% - 75%	2 SECO	2 HÚMEDO	1 HÚMEDO	1 SECO
75% - 99%	1 HÚMEDO	2 HÚMEDO	1 SECO	2 SECO	75% - 99%	1 HÚMEDO	2 HÚMEDO	2 SECO	1 SECO
99% - 100%	1 HÚMEDO	2 HÚMEDO	1 SECO	2 SECO	99% - 100%	1 HÚMEDO	2 HÚMEDO	1 SECO	2 SECO
CDMB	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO	LL. GRAN	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO
0% - 75%	2 SECO	1 HÚMEDO	2 HÚMEDO	1 SECO	0% - 75%	2 SECO	2 HÚMEDO	1 HÚMEDO	1 SECO
75% - 99%	1 HÚMEDO	2 HÚMEDO	2 SECO	1 SECO	75% - 99%	1 HÚMEDO	2 HÚMEDO	2 SECO	1 SECO
99% - 100%	1 HÚMEDO	2 HÚMEDO	1 SECO	2 SECO	99% - 100%	1 HÚMEDO	2 HÚMEDO	1 SECO	2 SECO
CLUB CAMP.	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO	PALOGORDO	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO
0% - 75%	2 SECO	2 HÚMEDO	1 HÚMEDO	1 SECO	0% - 75%	2 HÚMEDO	2 SECO	1 HÚMEDO	1 SECO
75% - 99%	1 HÚMEDO	2 HÚMEDO	2 SECO	1 SECO	75% - 99%	1 HÚMEDO	2 HÚMEDO	2 SECO	1 SECO
99% - 100%	1 HÚMEDO	2 HÚMEDO	1 SECO	2 SECO	99% - 100%	1 HÚMEDO	2 SECO	2 HÚMEDO	1 SECO
PTAR	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO	RUITOQUE	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO
0% - 75%	2 SECO	2 HÚMEDO	1 HÚMEDO	1 SECO	0% - 75%	2 SECO	2 HÚMEDO	1 HÚMEDO	1 SECO
75% - 99%	2 HÚMEDO	1 HÚMEDO	2 SECO	1 SECO	75% - 99%	2 HÚMEDO	1 HÚMEDO	2 SECO	1 SECO
99% - 100%	1 HÚMEDO	1 SECO	2 HÚMEDO	2 SECO	99% - 100%	1 HÚMEDO	2 HÚMEDO	1 SECO	2 SECO

Fuente: Investigación del autor

Tabla 3.14: Jerarquía de la precipitación de la DFAR por periodos para el AMB

CLASIFICACIÓN DE LLUVIAS DE LA DFAR POR PERIODOS PARA EL AMB				
AMB	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO
0% - 75%	2 SECO	2 HÚMEDO	1 HÚMEDO	1 SECO
75% - 99%	1 HÚMEDO	2 HÚMEDO	2 SECO	1 SECO
99% - 100%	1 HÚMEDO	2 HÚMEDO	1 SECO	2 SECO

Fuente: investigación del autor

Para rectificar esta clasificación se han contado todos los eventos considerados extremos en cada una de las estaciones por particular, totalizando valores para toda el AMB, así también con los valores altos y con los valores normales, se hizo una distribución por periodos de este conteo y el resultado se encuentra consignado en la tabla 3.15 que muestra la distribución por periodos de los eventos de precipitación altos, extremos y normales contados para clasificarlos en toda el AMB, también se discriminó este conteo por periodos, con estaciones de registro mayor a 25 años(operador IDEAM excepto Bmanga-IDEAM y A. Gómez Niño), estaciones con registro mayor a 14 años(operador CDMB), y las estaciones Ruitoque y Bmanga-IDEAM, con registro menor a 10 años.

Tabla 3.15 Distribución de la lluvia de la DFAR por periodos y por operadores

DISTRIBUCIÓN DEL ANÁLISIS FRECUENCIA ESTACIONES AMB									
AMB	1 SECO		1 HÚMEDO		2 SECO		2 HÚMEDO		TOTAL
	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	
0% - 75%	4863	15.26892524	8181	25.68683475	10017	31.45153694	8788	27.59270307	31849
75% - 99%	2016	16.90424283	3627	30.41254402	2751	23.06724803	3532	29.61596512	11926
99% - 100%	96	21.62162162	176	39.63963964	50	11.26126126	122	27.48	444
DISTRIBUCIÓN DEL ANÁLISIS FRECUENCIA ESTACIONES CDMB									
CDMB	1 SECO		1 HÚMEDO		2 SECO		2 HÚMEDO		TOTAL
	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	
0% - 75%	1561	16.56057713	2459	26.08741778	2894	30.70231275	2512	26.64969234	9426
75% - 99%	625	17.17504809	1082	29.73344325	900	24.73206925	1032	28.35943941	3639
99% - 100%	36	27.48091603	52	39.69465649	10	7.633587786	33	25.19083969	131
DISTRIBUCIÓN DEL ANÁLISIS FRECUENCIA ESTACIONES IDEAM									
IDEAM	1 SECO		1 HÚMEDO		2 SECO		2 HÚMEDO		TOTAL
	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	
0% - 75%	2934	14.53698657	5174	25.63543576	6409	31.75444681	5666	28.07313085	20183
75% - 99%	1214	16.3062458	2323	31.20214909	1674	22.48488919	2234	30.00671592	7445
99% - 100%	56	19.85815603	109	38.65248227	37	13.12056738	80	28.36879433	282
DISTRIBUCIÓN DEL ANÁLISIS FRECUENCIA ESTACIONES B/MANGA-IDEAM Y RUITOQUE									
	1 SECO		1 HÚMEDO		2 SECO		2 HÚMEDO		TOTAL
	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	# datos	% ocurrencia	
0% - 75%	368	16.42857143	548	24.46428571	714	31.875	610	27.23214286	2240
75% - 99%	177	21.02137767	222	26.36579572	177	21.02137767	266	31.59144893	842
99% - 100%	4	12.90322581	15	48.38709677	3	9.677419355	9	29.03225806	31

Fuente: Investigación del autor

Nótese que se han obtenido los mismos resultados(tabla 3.14) en cuanto al orden jerárquico de los periodos donde se presentan con mayor frecuencia los valores de precipitación de la DFAR. Quiere decir esto que se ha mantenido la distribución de la frecuencia de cada evento extremo, alto y normal de precipitación en cada periodo del régimen anual, para explicar mejor estos conceptos está la figura 3.5 que muestra la forma jerárquica en la cual están distribuidos los eventos de precipitación de la DFAR durante todos los diferentes periodos de registro de las estaciones objeto del análisis. Es decir estos esquemas de la figura 3.5 muestran por ejemplo en que periodo se presentan con mayor frecuencia los eventos de precipitación diaria extremos y a su vez donde se presentan con menor frecuencia estos eventos de precipitación diaria extrema.

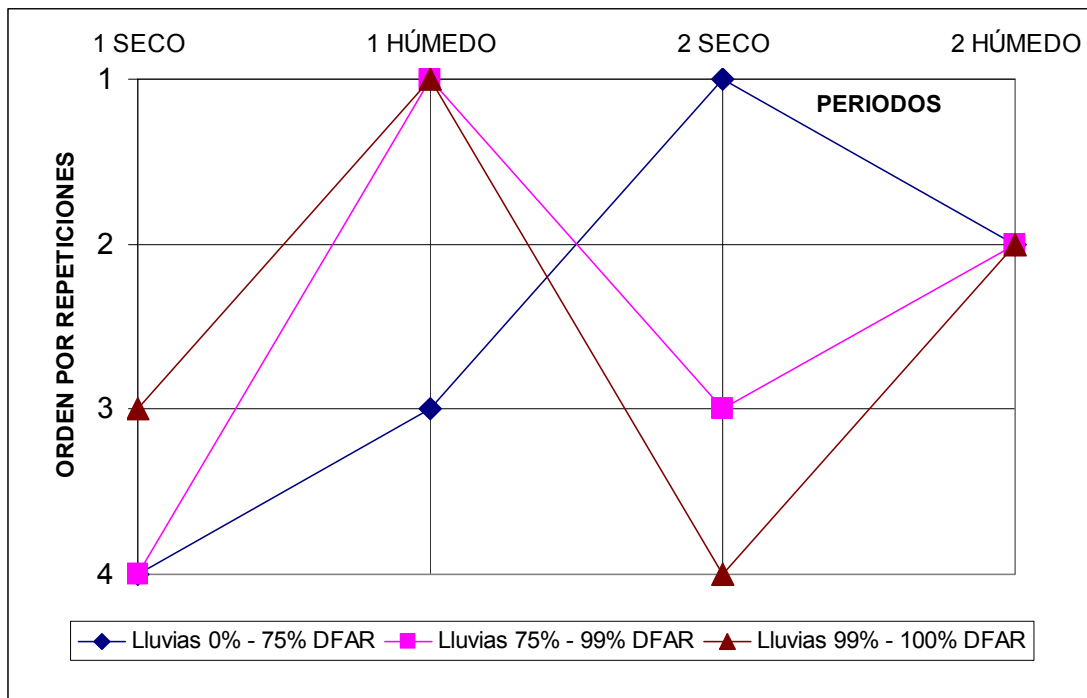


Figura 3.5: Análisis de frecuencias por periodos

Fuente: Investigación del autor

Para entender mejor esta grafica de la figura 3.5 está este ejemplo: los valores de precipitación mayores del 99 de la distribución de frecuencia acumulada relativa se presentan con mayor repetición en el primer periodo húmedo del régimen anual, en segundo lugar de repeticiones para este tipo de lluvias aparece el segundo periodo húmedo y así sucesivamente.

Con todo lo anterior se puede decir que los eventos altos y extremos de precipitación predominan en el primer y segundo periodo húmedo respectivamente, no quiere decir esto que no se presenten algunos eventos altos y extremos en los periodos secos, por otro lado la multimodalidad del régimen anual de precipitación se explica un poco con esto pues Lluvias normales (menores al 75% de la DFAR), se presentan con mayor regularidad o repetición en el segundo periodo seco. Es por ello que dos curvas del ciclo anual se deben a valores altos y extremos de periodos húmedos mas que todo, pero una curva intermedia en el segundo periodo seco es debida a las lluvias predominantes en este periodo del orden normal, o del orden menor al 75% de la distribución de frecuencias acumulada relativa.

Por otra parte en todo el registro a cada estación se le han contado los valores de precipitación diaria extrema, alta y normal para cada año, cuidando que este conteo esté realizado a todo el año sin exceso de datos faltantes. Se observaron las tendencias de estos tipos de lluvia en cada estación, la tabla 3.16 muestra cual

fue el resultado del análisis de tendencias de las precipitaciones diarias de la DFAR en el AMB.

Tabla 3.16: Análisis de tendencias de la precipitación de la DFAR en el AMB.

TENDENCIAS DE VALORES EXTREMOS, ALTOS Y NORMALES DE PRECIPITACIÓN EN EL AMB						
ESTACIONES	PORCENTAJE DE LA DFAR					
	0 - 75%		75 - 99%		99 - 100%	
LLANO GRANDE	decrece	s	decrece	n	crece	n
PTAR	crece	n	decrece	n	decrece	n
PALOGORDO	crece	s	decrece	s	decrece	n
CDMB	crece	n	crece	n	decrece	n
LA FLORA	decrece	n	decrece	n	crece	n
PALONEGRO	decrece	n	decrece	s	crece	n
CLUB CAMPESTRE	crece	n	decrece	n	crece	n
UIS	decrece	s	decrece	n	crece	n
LA FLORESTA	crece	s	crece	n	decrece	n
ESPERANZA	crece	n	decrece	n	decrece	n
GJA PIEDECUESTA	crece	n	decrece	n	decrece	s

RUITOQUE	decrece	n	crece	N	crece	n
B/MANGA IDEAM	decrece	n	decrece	N	crece	n
A. GÓMEZ NIÑO	decrece	n	crece	N	crece	n

Fuente: Investigación del autor

Nótese en la tabla 3.16 que a pesar de estar las estaciones ubicadas en el orden de menor a mayor pluviosidad igual que en la tabla 3.10, no se encuentra un patrón bien definido acerca de las tendencias de la precipitación de la DFAR en las estaciones mas lluviosas o menos lluviosas. Se hace claridad que las estaciones Ruitoque, Bmanga-IDEAM y Aeropuerto G. Niño no entraron dentro del orden según la pluviosidad pero si se muestran en la tabla para observar cualquier tendencia propia de su periodo de registro.

La figura 3.6 muestra la distribución de los eventos de lluvia para el porcentaje menor al 75% de la DFAR que corresponden a las precipitaciones normales para cada operador, para dicha grafica se tomaron los eventos ocurridos durante un año para todas las estaciones en estudio y por operador, encontrándose puntos de cambio representativos al incluir la CDMB en el periodo de 1987 al 2001, como son; el operador CDMB presenta un mayor numero de eventos durante su época de registro, así como un pico máximo en el año de 1999 que excede en un 27% los eventos de lluvia del operador IDEAM, de igual forma el año de 1997 se caracteriza por ser el que presenta menor cantidad de eventos en los dos operadores con una diferencia de solo el 7% de eventos de precipitación en el año.

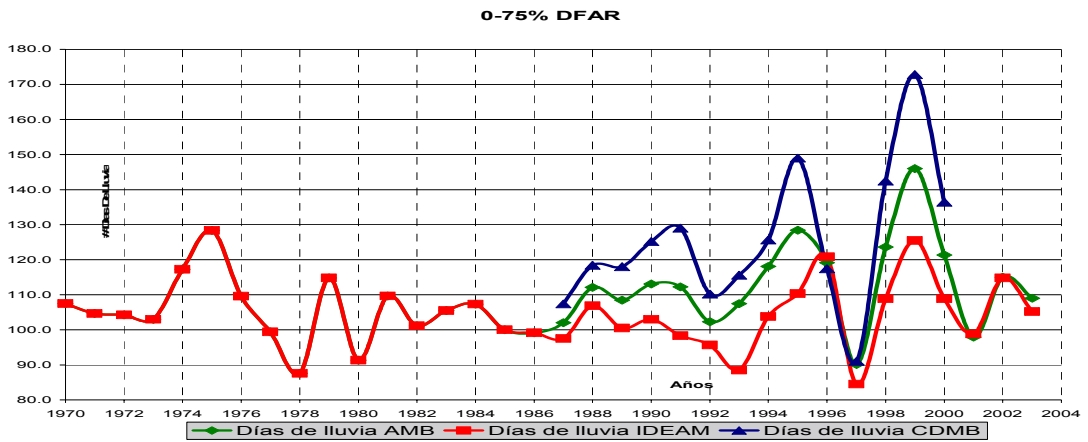


Figura 3.6: Días de lluvia del 0% - 75% de la DFAR en el AMB
Fuente: Investigación del autor.

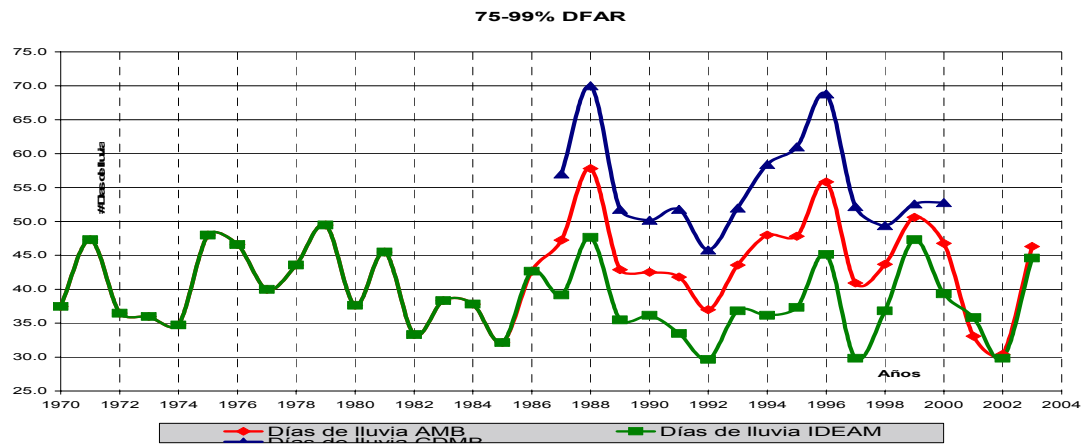


Figura 3.7: Días de lluvia del 75% - 99% de la DFAR en el AMB
Fuente: Investigación del autor.

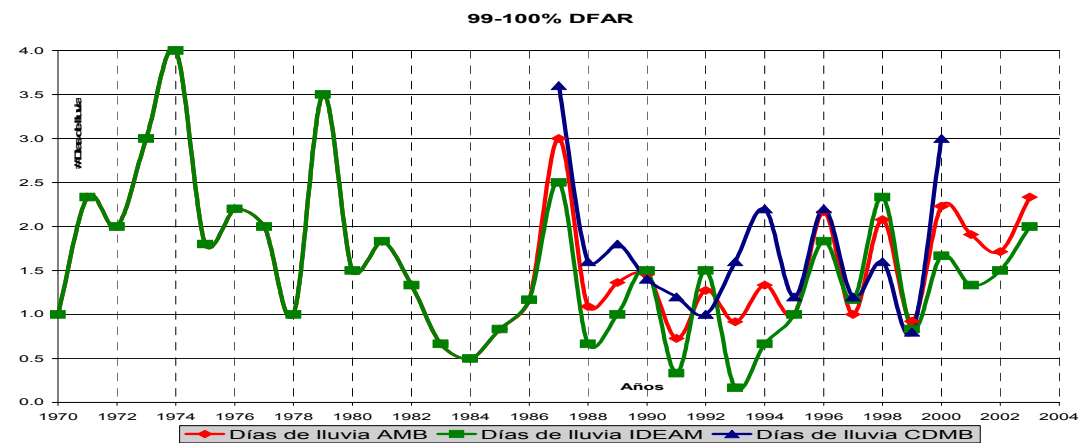


Figura 3.8: Días de lluvia del 99% - 100% de la DFAR en el AMB
Fuente: Investigación del autor.

La figura 3.7 corresponde a la cantidad de precipitaciones por año por operador para el porcentaje del 75% - 99% de la DFAR las cuales son precipitaciones altas, el operador CDMB ostenta un mayor numero de precipitaciones en el año, con un comportamiento fluctuante entre los picos, mas marcado que el presentado por el operador IDEAM; el cual presenta una curva más uniforme a lo largo de todo su periodo, el pico mas bajo presente en el año 1997 para el IDEAM no es equivalente al presentado por la CDMB, para el año 1992 los dos operadores exhiben valores mínimos respecto a la media en el numero de lluvias altas. En la grafica 3.6 se evidencia claramente que existió una disminución en la cantidad de eventos normales en los dos operadores pero en eventos altos la CDMB en el año de 1997 obtuvo un 48% mas eventos altos que el IDEAM.

La figura 3.8 enseña el numero de días de lluvia para el porcentaje del 99 – 100% referente a las precipitaciones máximas, para esta grafica las curvas de cada operador no mantienen el comportamiento presentado en las figuras 3.6 y 3.7 donde las curvas del operador CDMB superan en cantidad de días de lluvia al operador IDEAM; para los eventos extremos en el año de 1993 el IDEAM exhibe solo 0.2 días de lluvia contra el 1.6 de la CDMB para el mismo periodo, el comportamiento de los eventos extremos es estocástico y existen pocos atributos estacionarios que permita plantear un patrón de comportamiento para esta serie.

Se observa que la tendencia de los eventos extremos es a disminuir hasta el año 1993, presentando una tendencia en aumento a partir de dicho año para el operador IDEAM, dicho operador presenta los valores de días de lluvia mas altos para todos los años de registro. Dado el corto periodo de información del operador CDMB y el comportamiento mostrado, no permite concluir acerca de su tendencia durante el transcurrir de los 14 años registrados.

4. ANÁLISIS MULTIANUALES DE LOS DATOS

Para una mejor clasificación de las estaciones tratando de establecer donde llueve mayor cantidad de veces o con mayor volumen, o donde se presentan los eventos extremos de precipitación mas altos es necesario hacer análisis multianuales que enmarquen un periodo común para la mayoría de todas las estaciones, este periodo ha sido seleccionado de 1987 – 2001, restringido por las estaciones del operador CDMB que tienen de periodo de registro disponible este periodo mencionado. A continuación se presentan los análisis multianuales útiles para presentar las estaciones jerarquizadas con los diferentes conceptos que se asumieron en esta tesis.

La tabla 4.1 muestra los mismos valores de la tabla 3.11, pero esta vez organizados jerárquicamente donde se muestra cual es el orden en cuanto a los valores extremos y altos de precipitación de la DFAR en las estaciones del AMB.

Tabla 4.1 Jerarquía de las estaciones AMB por valores de P(mm) de la DFAR

Jerarquía de la precipitación por porcentajes de la DFAR en el AMB		
ESTACIONES	99 % DFAR	75 % DFAR
CDMB	46	5
PTAR	48	6.5
LL. GRANDE	50	6.5
FLORA	51	5
ESPERANZA	52	6.5
UIS	52	6.5
PALONEGRO	58	5.5
CLUB C.	58	9
FLORESTA	67	10.5
P/CUESTA	68	9.5
PALOGORDO	70	21
RUITOQUE	56	6.5
BGA-IDEAM	57	7.5
G. NIÑO	55	9

Fuente: Investigación del Autor

Cabe mencionar que las estaciones Bmanga – IDEAM y Ruitoque por ser estaciones de periodo de registro disponible menor a diez años, no se han incluido en la jerarquización de las estaciones, mas sin embargo el valor multianual de ellas fue calculado para cada uno de sus respectivos periodos de registro. La estación Aeropuerto Gómez Niño presenta un periodo de registro solitario por tal motivo tampoco se incluyó dentro de la organización jerárquica.

La tabla 4.2 muestra el conteo de las precipitaciones de la DFAR realizado a las estaciones presentando las mismas organizadas de menor a mayor cantidad anual multianual de cada tipo de lluvia registradas en el año. En el anexo 14 se aprecia mejor estos conteos y sus medias multianuales.

Tabla 4.2: Jerarquía por número de eventos de precipitación de la DFAR, AMB.

Jerarquía por cantidad de eventos de precipitación de la DFAR anuales multianuales					
0 % - 75%		75% - 99%		99% - 100%	
Estaciones	# de eventos	Estaciones	# de eventos	Estaciones	# de eventos
Palogordo	55.3	Palogordo	15.7	Palogordo	0.5
C. Campestre	85.6	La Floresta	36.7	Gja Piedecuesta	1.0
Llanogrande	91.7	Llanogrande	37.8	La Floresta	1.1
La Floresta	92.5	Ptar	41.3	Llanogrande	1.2
Ptar	113.7	Gja Piedecuesta	43.2	C. Campestre	1.5
UIS	118.3	UIS	44.7	Ptar	1.7
Palonegro	123.5	Palonegro	48.4	Palonegro	1.7
CDMB	134.3	CDMB	52.9	La Flora	1.8
La Flora	138.7	La Flora	54.7	Esperanza	1.9
Gja Piedecuesta	139.4	Esperanza	59.2	UIS	1.9
Esperanza	145.1	C. Campestre	62.6	CDMB	1.9
Bmanga IDEAM	112.1	Bmanga IDEAM	43.3	Bmanga IDEAM	1.9
Ruitoque	137.0	Ruitoque	52.8	Ruitoque	1.9

Fuente: Investigación del Autor

La tabla 4.3 muestra el orden jerárquico del volumen de lluvias de las estaciones del AMB de acuerdo con la media anual multianual de precipitación, y el orden de acuerdo al número total anual multianual de eventos de precipitación registrados. El anexo 15 muestra mas en detalle estos valores multianuales.

Tabla 4.3 Jerarquía por eventos y valores de precipitación anual en el AMB.

Jerarquía por eventos y totales de precipitación anual multianual			
Eventos de precipitación anuales		Volumen de precipitación anuales	
Estaciones	1987 – 2001	Estaciones	1987 - 2001
Palogordo	71.53	Llano grande	910.92
La Floresta	130.20	Ptar	995.27
Llano grande	136.43	CDMB	1045.98
C. Campestre	148.86	Palogordo	1046.64
Ptar	156.73	La Flora	1073.04
Palonegro	173.67	Palonegro	1128.95
UIS	173.77	UIS	1206.40
CDMB	182.25	C. Campestre	1224.84
Gja Piedecuesta	183.60	La Floresta	1260.83
La Flora	199.64	Esperanza	1433.27
Esperanza	203.64	Gja Piedecuesta	1447.41

Bmanga IDEAM	152.00	Bmanga IDEAM	1309.46
Ruitoque	188.60	Ruitoque	1317.98

Fuente: Investigación del Autor.

Se analizaron las tendencias de las estaciones, en una escala grafica temporal, dibujando una superficie donde se tiene como valores de alturas los valores multianuales de precipitación mensual cada 5 años, en los ejes del plano inferior se colocaron los lustros de 5 años y los meses del año, con esto lo que se buscaba era identificar la tendencia de cada mes, la tendencia de los meses dentro del mismo lustro de años y la tendencia del régimen anual de precipitación en los diferentes lustros de años.

La figura 4.1 muestra la tendencia de la estación Gja de Piedecuesta, nótese el periodo bimodal de los primeros años, a pesar que su forma se mantiene para esta estación, se nota como el valor mensual de cada mes va disminuyendo con el transcurrir del tiempo, y en el lustro de 1990-94 se nota que el máximo valor se corre de octubre a noviembre.

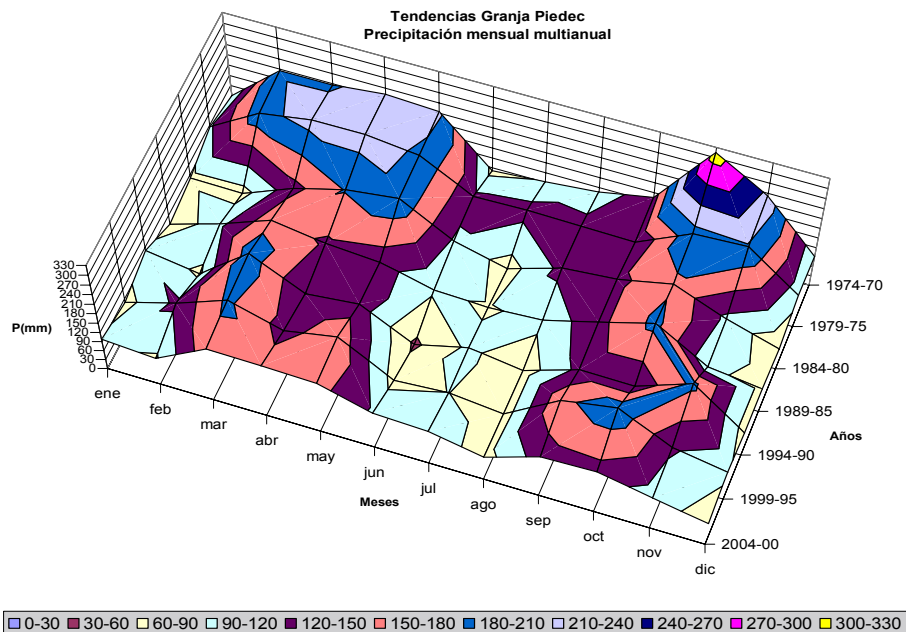


Figura 4.1: Tendencias multianuales en el tiempo estación Gja Piedecuesta.

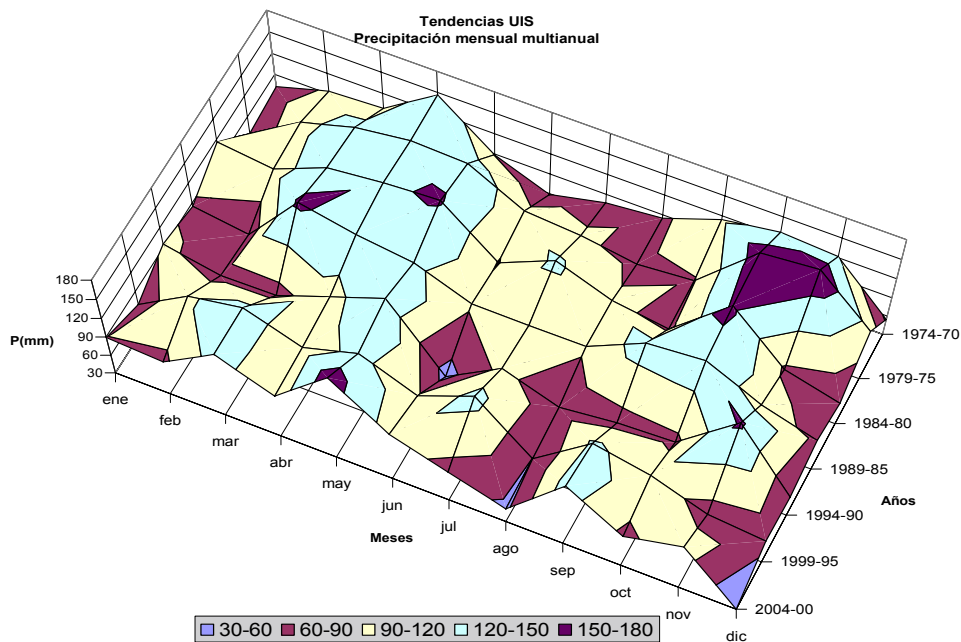


Figura 4.2: Tendencias multianuales en el tiempo estación UIS.

Fuente: Investigación del Autor

La figura 4.2 a diferencia de la figura 4.1, muestra claramente el cambio de un régimen bimodal a un régimen multimodal, cada mes seco y húmedo crece y decrece respectivamente. Algunos de los cambios más sobresalientes son en el mes de marzo para los años de 1990 a 1994 y posteriores se evidencia una disminución en la precipitación, con un pico ascendente para el mes de abril en el año 2004, encontrándose para este mismo año una disminución de los eventos de lluvia para el mes de agosto y diciembre siendo los más bajos para todo el periodo de registro de la estación UIS. También se alcanza a visualizar como para el segundo periodo húmedo del año (septiembre, octubre y noviembre), la precipitación ha venido disminuyendo a lo largo de los años, con un movimiento en el mes de octubre del lustro de 1990 - 1994 donde la precipitación se traslada hacia el mes de noviembre localizándose el pico más alto de precipitación de los últimos diez años en la estación UIS.

En la figura 4.3 para la estación de Palonegro se puede observar que el comportamiento de la precipitación a disminuir se mantiene como en las estaciones anteriores, pero se manifiesta un cambio en los meses de enero y febrero para el año 2004 donde el aumento en la precipitación para estos meses es de 30 mm mensual aproximadamente, para el primer periodo húmedo la disminución de cantidad de precipitación oscila entre valores de 150mm – 180mm para los años de 1979 – 1989 a valores de 90mm – 120mm mensuales de precipitación a partir del lustro de años 1990- 1994 y posteriores.

El segundo periodo húmedo mantiene la tendencia de la precipitación a disminuir pero el cambio no es mayor a 30mm mensuales con respecto a los primeros años

de registro, se observa el movimiento de la precipitación hacia el mes de noviembre para los años entre 1989 – 1995 alcanzando el pico de precipitación mas alto para la ultima década de registro.

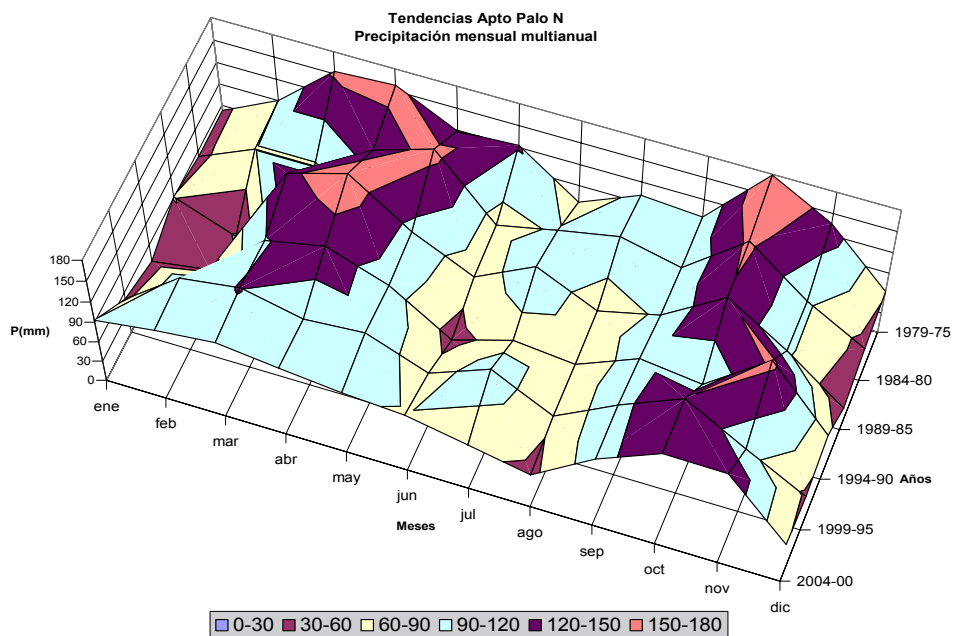


Figura 4.3: Tendencias multianuales en el tiempo estación A. Palonegro
Fuente: Investigación del Autor

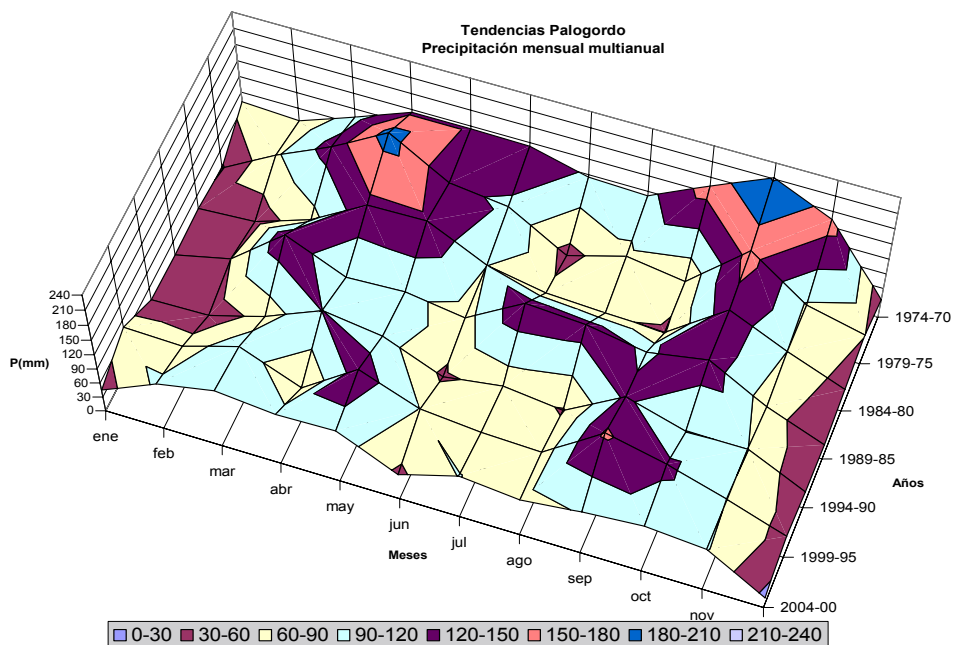


Figura 4.4: Tendencias multianuales en el tiempo estación Palogordo.
Fuente: Investigación del Autor

La figura 4.4 correspondiente a la estación Palogordo, para el primer periodo seco del año correspondiente a los meses de diciembre, enero y febrero a través de los años no presenta cambios significativos en el régimen de precipitación; el primer periodo húmedo marca una notable disminución en la precipitación de la década de 1974 – 1984 con respecto a los años posteriores donde solo se presentan picos de lluvia oscilantes entre los meses de marzo y mayo. El segundo periodo seco del año para el lustro de años de 1985 – 1989 se observa un aumento en la precipitación, dado la ubicación de la estación donde solo es comparable con la estación Llanogrande figura 4.6 en la cual para este periodo presenta una variación en la precipitación, la cual no es comparable con los valores obtenidos para la estación Palogordo no es posible definir que causo este aumento de precipitación. El segundo periodo húmedo a pesar de haber disminuido la precipitación mantiene un régimen de lluvias constantes para los meses de septiembre y octubre.

La figura 4.5 correspondiente a la estación la Floresta, solo permite distinguir un comportamiento similar en el primer periodo seco del año, para los siguientes periodos presenta transiciones en los valores mensuales de precipitación, existiendo un aumento en la precipitación para el segundo periodo seco del año desde el lustro comprendido de 1995 al año 2004, difiriendo con las otras estaciones del operador IDEAM para las cuales este periodo ha sido de disminución de precipitación. El segundo periodo húmedo del año presenta un pico máximo para el periodo de años entre 1995-1999, presentando una disminución para el ultimo lustro de años; en el periodo entre 1990-1994 se evidencia un periodo de baja precipitación con un pico mínimo en el mes de octubre, mes en el cual para los años entre 1995 –1999 se observa el pico máximo de los últimos diez años.

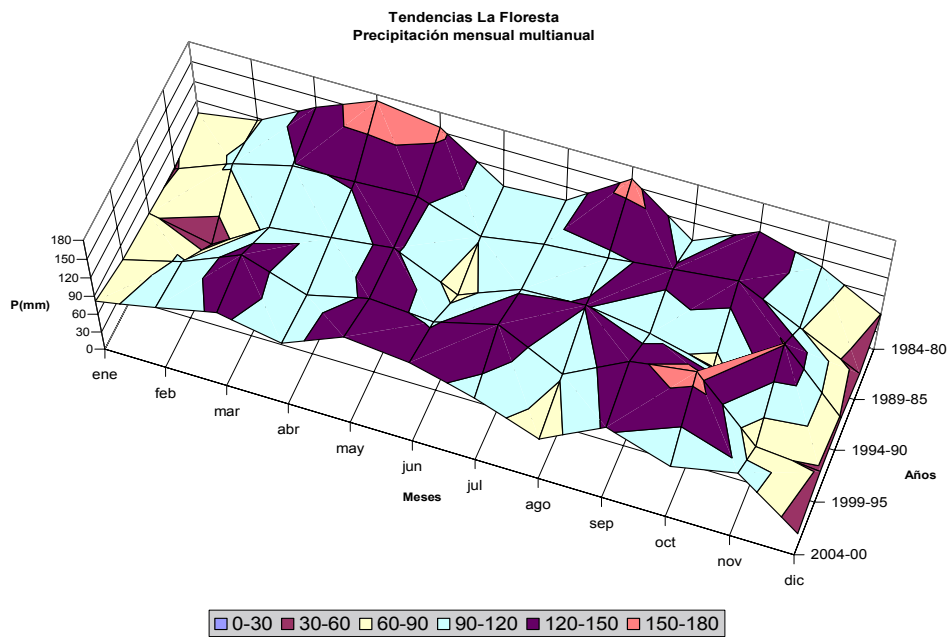


Figura 4.5: Tendencias multianuales en el tiempo estación La floresta.
Fuente: Investigación del Autor

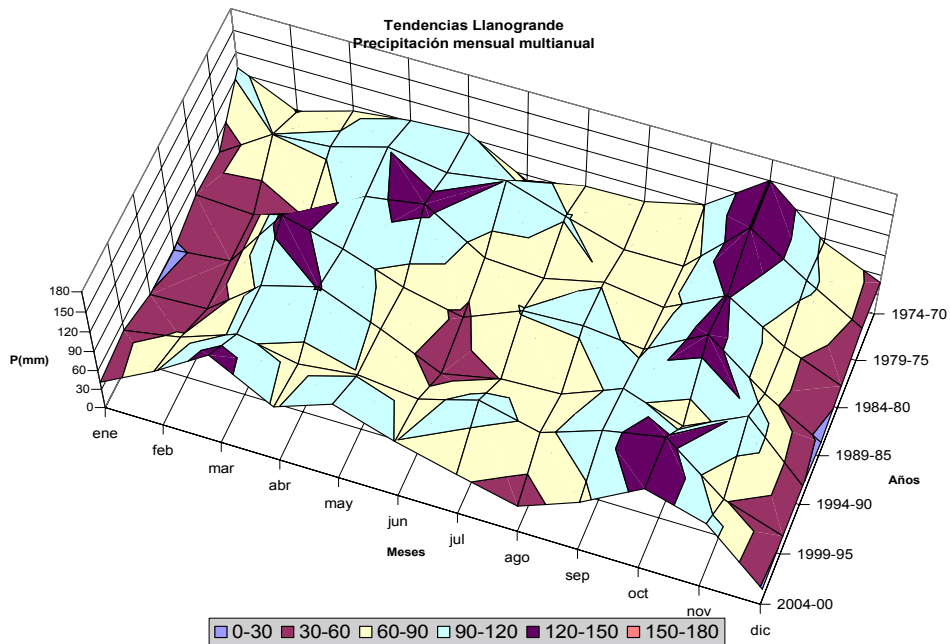


Figura 4.6: Tendencias multianuales en el tiempo estación Llanogrande.
Fuente: Investigación del Autor

La figura 4.6 de las tendencias multianuales de precipitación de la estación Llanogrande, la cual por estar ubicada en una de las zonas más bajas del área metropolitana de Bucaramanga, su régimen de lluvias es de los más bajos de las

estaciones en estudio, el primer periodo seco del año no muestra cambios significativos a lo largo del periodo de registro, para el mes de marzo la precipitación para el ultimo lustro de años aumentó en comparación con los de la década de 1990 – 2000; en el segundo periodo seco para el mes de agosto se encuentra el pico mas bajo de precipitación mensual en el periodo de 2000-2004, manteniendo la tendencia a la disminución de la precipitación en las estaciones. El segundo periodo húmedo conservó un pico de precipitación desde el lustro de años de 1995 – 2004 en el mes de octubre, se evidencia un periodo de baja precipitación para este mes en los años de 1990 – 1994.

Las estaciones operadas por la CDMB se trabajaron en la misma escala temporal que las operadas por el IDEAM, pero dado el corto periodo de registro obtenido para la elaboración del presente documento (solo 14 años), no se visualiza de manera detallada los cambios presentados a través del tiempo. Buscando un parámetro de comparación entre estaciones se analizaron de la siguiente manera; la estación CDMB se confrontó con la estación la flora por estar ubicadas dentro del municipio de Bucaramanga, las cuales se encuentran espacialmente hablando cerca y las diferencias en altura no son tan altas que puedan afectar su comportamiento.

De estas estaciones se observó que para el primer periodo seco conserva un comportamiento homogéneo en todo su periodo de registro, para el primer periodo húmedo el mes de marzo muestra un pico de precipitación; de igual manera el mes de abril se presenta como el mas seco, acentuándose en la estación la flora esta característica; el mes de mayo es el mayor precipitación para la estación la flora mientras que en la estación CDMB su pico máximo en el ultimo lustro de años ocurre en el mes septiembre; el segundo periodo seco es más acentuado en la estación la flora, y en el segundo periodo húmedo para el lustro comprendido 1985 –1999 la estación CDMB presenta un pico elevado de precipitación en comparación con la estación la flora que solo exhibe un comportamiento de precipitación alta en el lustro de 1990 – 1994.

La estación PTAR y la estación club Campestre se encuentran ubicadas en el municipio de Floridablanca cerca de la vía que comunica a dicho municipio con Girón, sin embargo, aun cuando la componente espacial es muy cercana, el comportamiento de las estaciones es diferente presentando mayores valores de precipitación la estación club campestre, superando en aproximadamente 60 mm mensuales para el segundo periodo húmedo del año a la estación PTAR; de igual manera el segundo periodo seco del año es más acentuado en la estación PTAR, se observa en esta estación que la tendencia de la precipitación es a disminuir, conservando un comportamiento similar al presentado por la estación Llanogrande operada por el IDEAM.

La estación la Esperanza presenta un comportamiento diferente a las otras operadas por la CDMB, ya que esta ubicada en la finca la esperanza en la parte

alta del municipio de Floridablanca, presentando unas condiciones particulares, como son estar en la falda de una montaña y rodeada de vegetación, siendo por esto clasificada como de solo observación mas no de parámetro de comparación. Al analizar sus registros de precipitación presenta dos periodos húmedos y dos periodos secos bien definidos con una disminución en el mes de abril para el último lustro de años.

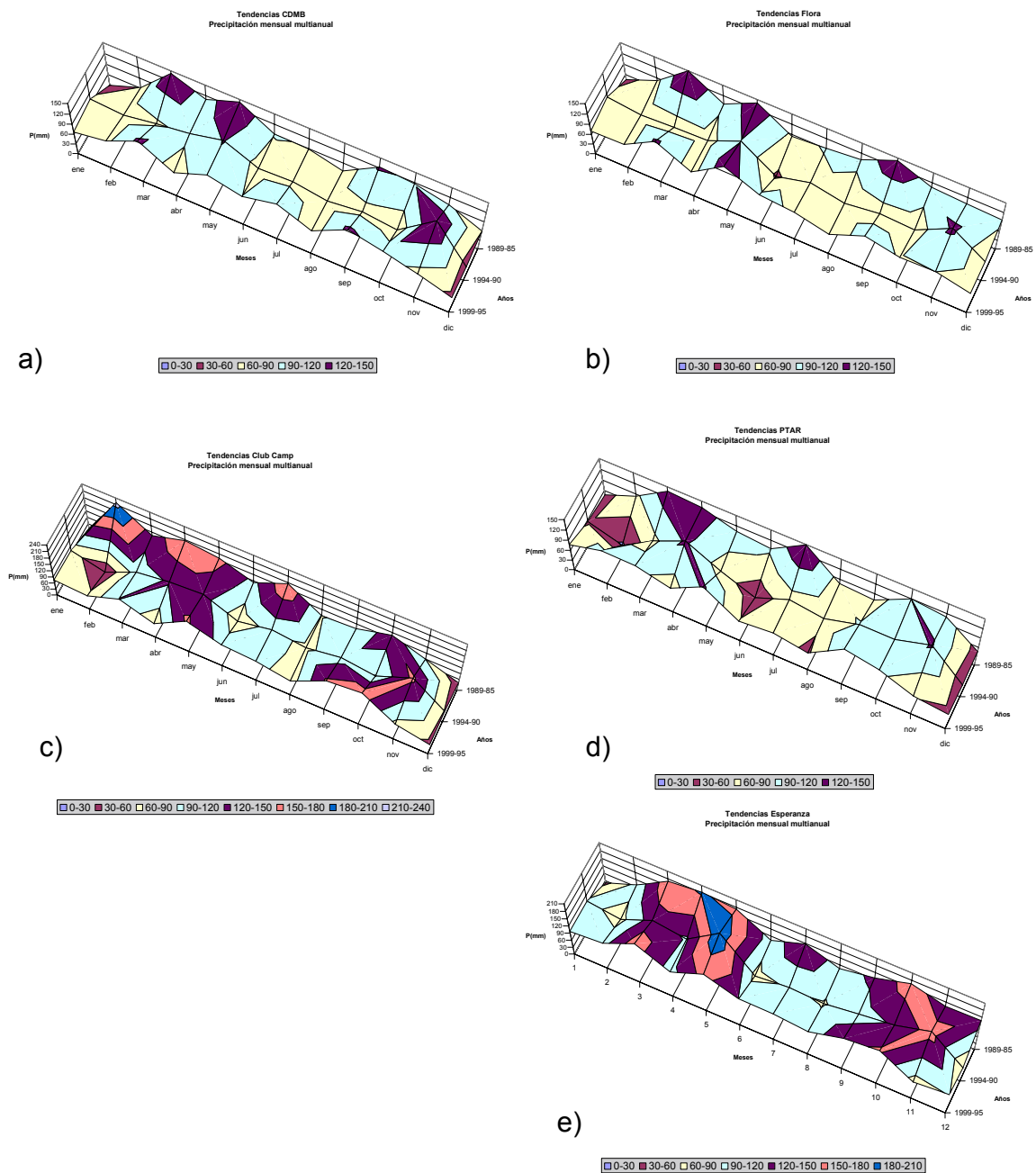


Figura 4.7: Tendencias multianuales en el tiempo estaciones operador CDMB. Fuente: Investigación del Autor

Las figuras 4.7 a), 4.7 b), 4.7 c), 4.7 d), 4.7 e) muestran la tendencia en el tiempo de los valores mensuales de precipitación multianuales de las estaciones del operador CDMB.

La figura 4.8 muestra el régimen anual de precipitación multianual por décadas, para toda el AMB resultado de calcular la media aritmética de los valores mensuales multianuales de todas las estaciones en los mismos periodos.

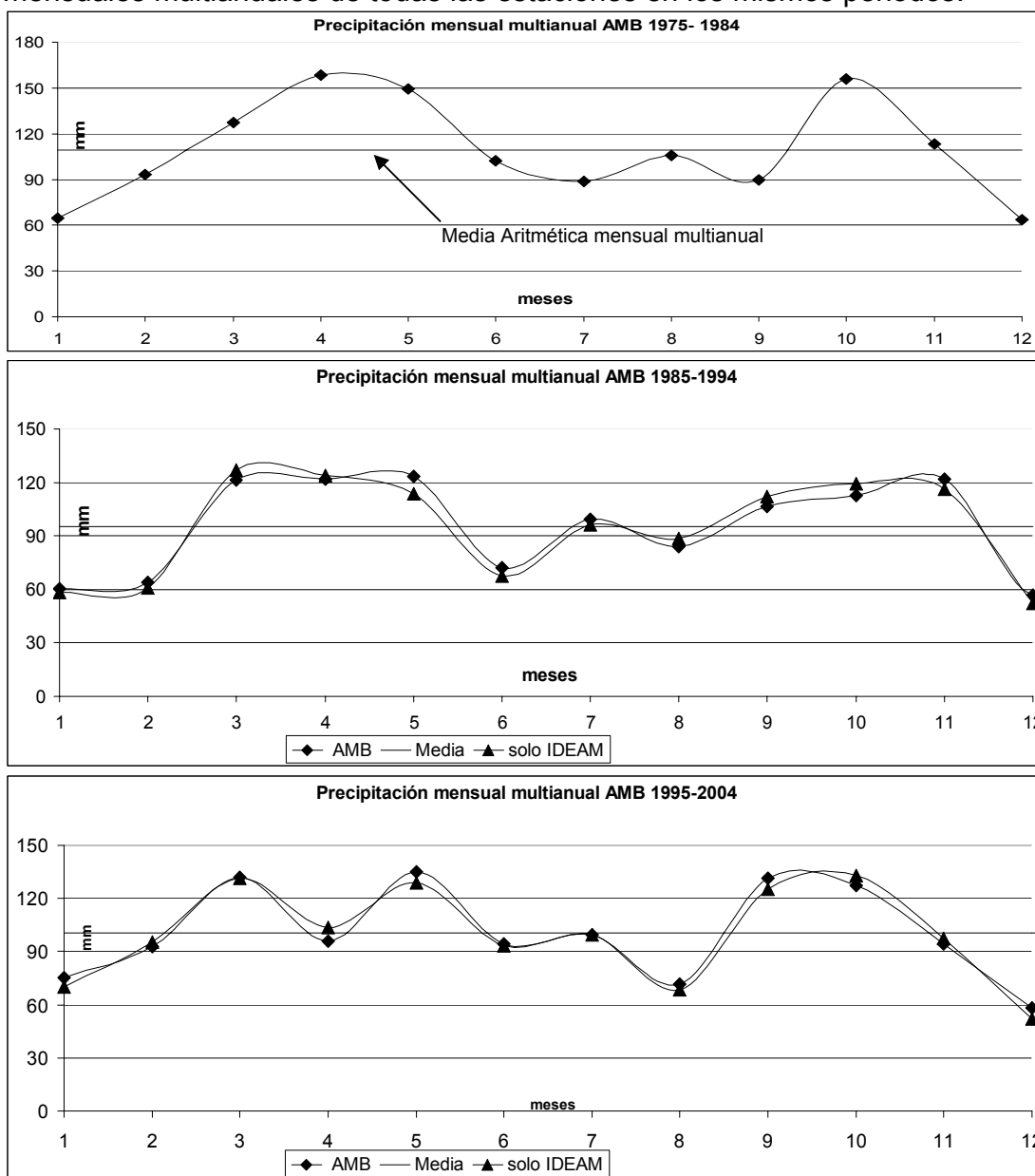


Figura 4.8: Régimen de precipitación anual multianual por décadas en el AMB

Fuente: Investigación del autor

Nótese cómo el promedio aritmético de los regímenes de todas las estaciones del AMB por décadas se va transformando de un periodo bimodal con dos periodos secos y dos periodos húmedos claramente diferenciados, a un periodo multimodal con dificultad en la diferenciación de un periodo seco a un periodo húmedo. La línea recta que atraviesa la grafica es la media aritmética de los valores mensuales de precipitación dentro de cada régimen anual multianual. Se tuvo presente que no se incluyera un efecto no deseado por el hecho de incluir información de duración de registro de 14 años del operador CDMB en contraste con la longevidad de registro del operador IDEAM de mas de 25 años, el resultado que se observa en la gráfica 4.8 sigue manteniéndose, antes y después de la inclusión de las estaciones operador CDMB.

La figura 4.9 muestra la tendencia de la precipitación en el tiempo para el AMB, esta tendencia se consiguió haciendo medias aritméticas de los valores medios mensuales multianuales de cada estación en el AMB para cada mes y para cada lustro de 5 años.

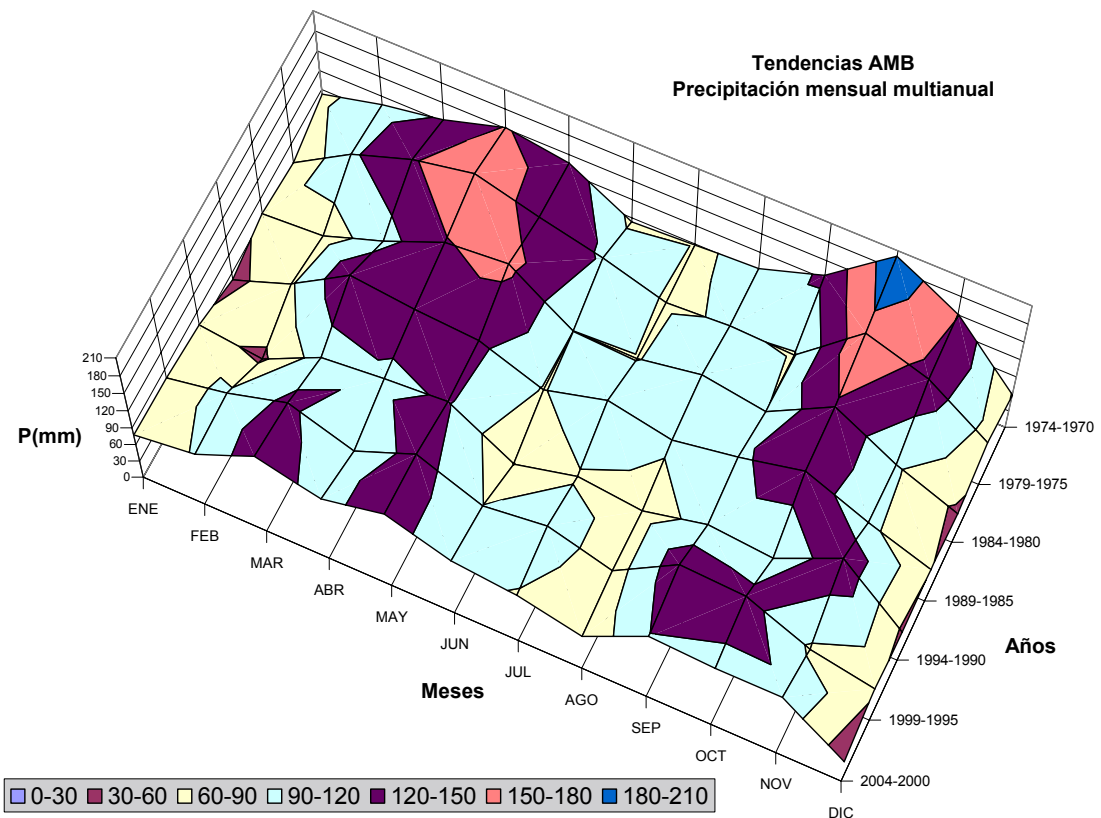


Figura 4.9: Mapa de tendencias del AMB, precipitación mensual en el tiempo
Fuente: Investigación del Autor

En el anexo 16 se muestra el régimen anual multianual por décadas de cada una de las estaciones del AMB, que sirvieron como valores para calcular las medias aritméticas con las cuales se construyó la figura 4.9

Tratando de no añadir efectos no deseados debidos a la inclusión de estaciones de periodo de registro diferentes en una misma gráfica, se elaboró paralela a la gráfica 4.9 la figura 4.10 que muestra la tendencia de la precipitación en el tiempo para el AMB basándose solo en estaciones del IDEAM, a diferencia de la figura 4.9 donde se usaron todas las estaciones presentes para todo el periodo de estudio.

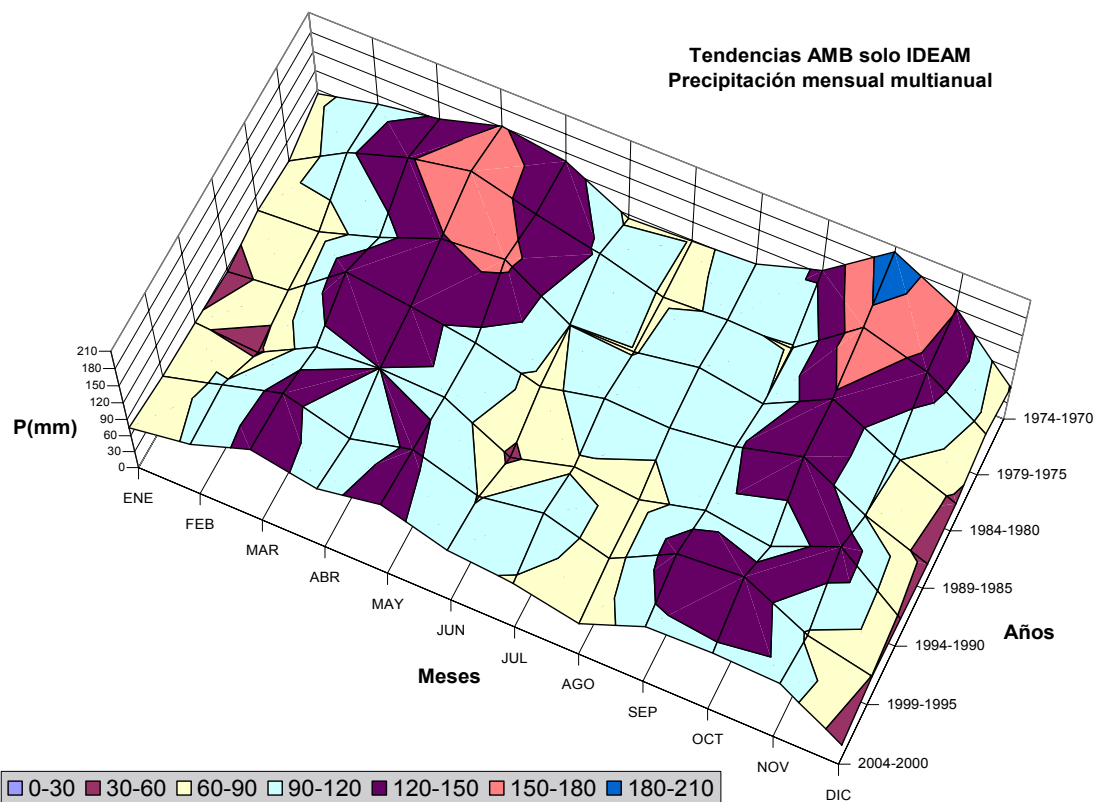


Figura 4.10: Mapa de tendencias del AMB solo IDEAM, precipitación mensual en el tiempo

Fuente: Investigación del Autor

También en estos mismos lustros de años se han analizado el numero de días de lluvia en cada una de las estaciones del AMB, Las figuras 4.11 a 4.12 muestran las tendencias en el tiempo de la cantidad de días de lluvia multianuales para el operador IDEAM y el operador CDMB respectivamente.

La figura 4.10 se presenta mas detallada en el anexo 19, el cual presenta la tendencia de la precipitación en el régimen anual para cada año.

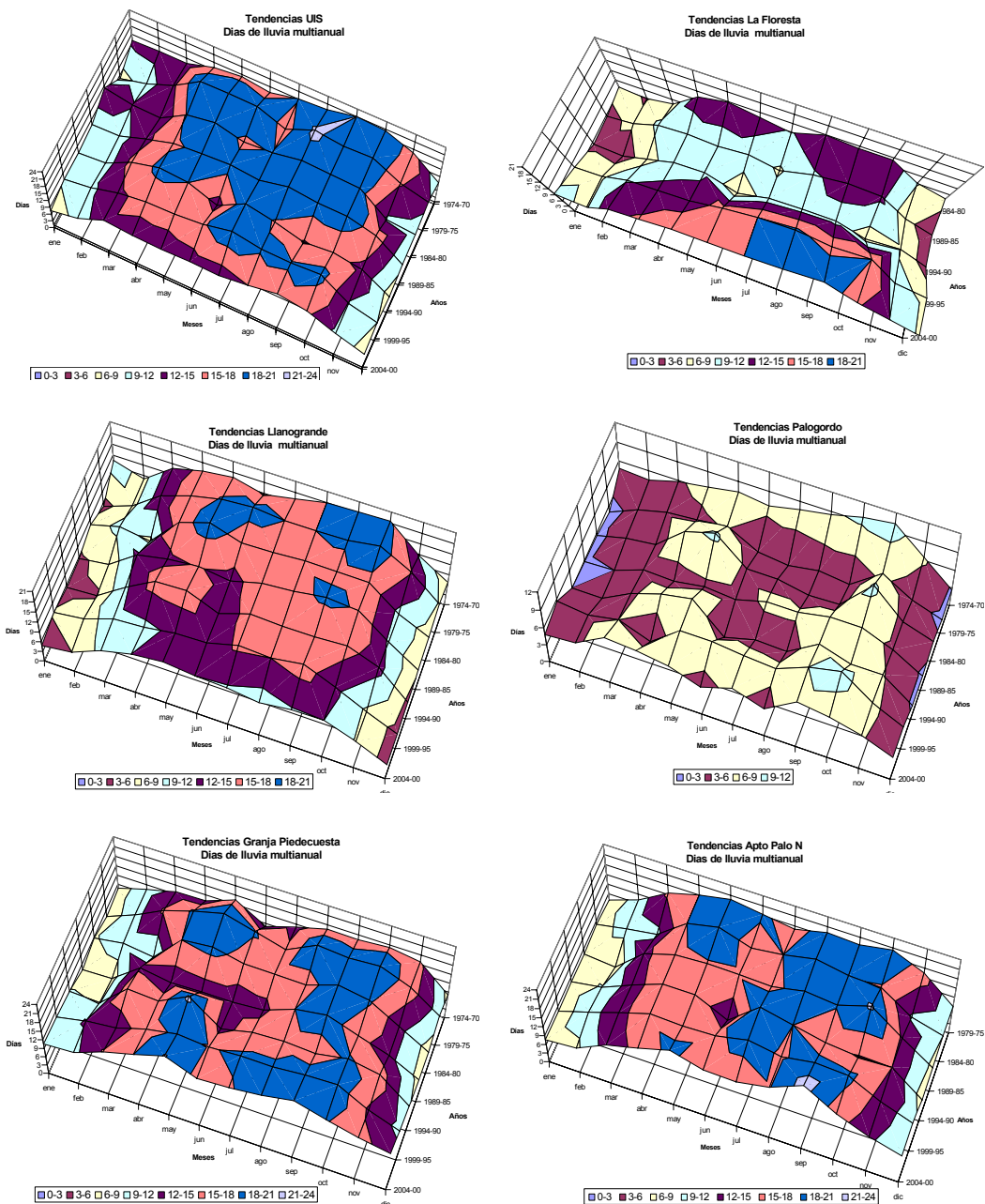


Figura 4.11: Tendencias en el tiempo del número de días de lluvia operador IDEAM

Fuente: Investigación del Autor

Los valores de días de lluvia se obtuvieron sacando la media multianual de cada mes, para obtener un parámetro de comparación con lo presentado en las graficas de tendencias multianuales figuras 4.1 a la 4.7.

Para el operador IDEAM se presentan tres tipos de comportamiento en los días de lluvia; el primero lo presenta la estación la floresta la cual muestra un comportamiento totalmente diferente en comparación a las otras estaciones analizadas, esta estación exhibe un incremento en sus días de lluvia en los lustros comprendidos entre 1995 - 1999 y 2000 - 2004, presentando un máximo de días de lluvia entre los meses de julio, agosto y septiembre. La segunda corresponde a la estación Palogordo la cual tiene los menores valores de días de lluvia para todas las estaciones del AMB, esta estación presenta un pico de días de lluvia en el lustro de 1995 - 1999 que corresponde a los días de precipitación para el primer periodo seco en las otras estaciones (Palonegro, granja Piedecuesta, UIS, Llanogrande) del operador IDEAM. Corroborando lo mencionado en capítulos anteriores que la estación Palogordo es la más seca del AMB. El tercero es el correspondiente a la estación granja de Piedecuesta, que presenta una leve tendencia al aumento en los días de lluvia, esta estación es la que presenta mayor intensidad y frecuencia de lluvia para todas las estaciones del AMB, analizadas en este documento.

Las estaciones aeropuerto Palonegro, UIS y Llanogrande presentan una tendencia a disminuir su número de días de lluvia a lo largo del tiempo, pero se evidencia que entre los meses de marzo a octubre el número de días de lluvia es constante para cada lustro de años, sin acentuarse el segundo periodo seco del año, tal y como ocurre con los meses de diciembre y enero que presentan las cantidades más bajas de días de lluvia.

La figura 4.12 presenta las tendencias en el tiempo de días de lluvia del operador CDMB, las estaciones CDMB y la flora presentan características similares en los días de lluvia registrados, para el segundo periodo seco del año se describe una disminución en los días de lluvia para el mes de junio siendo más marcada en la estación CDMB.

La estación club campestre y PTAR presentan un aumento en los días de lluvia para el último lustro de años, la estación club campestre muestra una disminución de días de lluvia para los meses de diciembre y enero, no presentan cambios significativos para el segundo periodo seco del año, por su parte la estación PTAR mantiene una tendencia a crecer desde el mes de febrero hasta diciembre para el periodo de años comprendido de 1995 - 1999.

La estación la esperanza posee el mayor número de días de precipitación de las estaciones del operador CDMB, presentando valores altos en los meses considerados secos como son diciembre y enero, la gráfica forma un arco alcanzando su pico máximo en el mes de julio, no existiendo un decremento de valores para el segundo periodo seco del año; sin embargo, el número de días de lluvia actual presenta una disminución con respecto al lustro de 1985 - 1989.

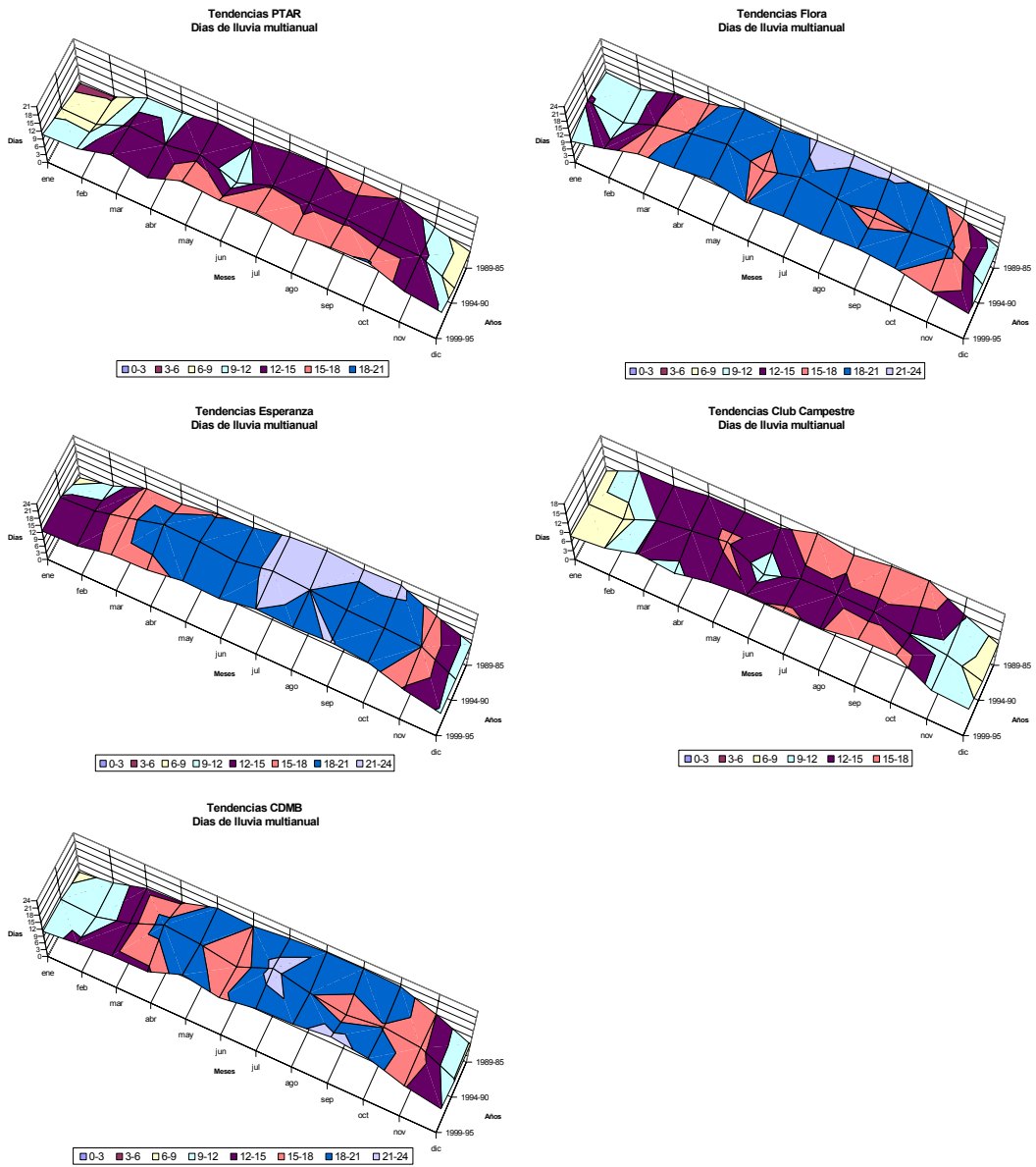


Figura 4.12: Tendencias en el tiempo del número de días de lluvia operador CDMB
Fuente: Investigación del Autor

5. ESPACIALIZACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN EN EL AMB

Las estaciones objeto del análisis (Tabla 2.8), se encuentran localizadas en un mapa del AMB en el anexo 17.

La tabla 5.1 muestra los valores con los que se realizó la espacialización, ellos son los volúmenes anuales multianuales de precipitación por décadas y por el periodo de 1987 – 2001 que es el mayor periodo que contiene el mayor registro disponible de la mayoría de las estaciones objeto del análisis.

Tabla 5.1 Tabla de valores anuales multianuales de P(mm).

ESTACIÓN	NORTE	ESTE	1975-1984	1985-1994	1994-2004	1987-2001
PALOGORDO	1262018.95	1104750.18	1238.98342	1007.8939	1080.03763	1046.6406
UIS	1281493.52	1105534.11	1271.6186	1220.655	1192.61	1206.40
GJA PIEDECUESTA	1265228.44	1111558.92	1838.01857	1396.31	1507.52364	1447.4052
LLANOGRANDE	1269700.00	1101500.00	964.063636	885.83	968.8875	910.92143
AERO. PALONEGRO	1279868.90	1098742.90	1234.25	1084.81	1178.64	1128.9467
LA FLORESTA	1275700.00	1105800.00	1382.84239	1185.6393	1279.67	1260.8343
LA ESPERANZA	1273581.60	1111228.36		1439.3522	1425.16299	1433.27
CLUB CAMPESTRE	1273071.53	1106398.82		1208.2538	1246.95583	1224.84
C.D.M.B	1279070.65	1105857.40		1044.994	1047.29929	1045.98
PTAR	1273104.76	1104883.23		998.63691	991.418023	995.27
LA FLORA	1280894.09	1107543.41		1060.025	1090.39479	1073.04
IDEAM	1280115.37	1106165.91			1309.46216	
RUITOQUE	1268701.86	1110037.82			1275.87967	

Fuente: Investigación del Autor

Teniendo como herramienta el programa SURFER® se generaron 4 mapas de espacialización de la precipitación en el área metropolitana de Bucaramanga, la metodología utilizada fue Kriging, la cual fue seleccionada por dar los mejores parámetros de verificación respecto de las tendencias que se tenían al compararlas con los resultados del método mínima curvatura, la diferencia en el tipo de espacialización entre estos dos fue muy diferente y quien se ajustó mejor tras una inspección visual a los análisis realizados anteriormente, en los cuales se presentan características propias de cada zona, fue la metodología de Kriging, se espacializó utilizando celdas de 200 * 200.

Para el periodo comprendido entre 1987 – 2001(Fig. 5.1) se marcan tres tipos de corredores de precipitación dos bien definido y otro en formación, el primero seria el de más baja precipitación que corresponde a las estaciones de Palogordo, Llanogrande y Ptar bordeando levemente la mesa de Ruitoque, la zona que corresponde al municipio de Girón, del AMB es la que presenta una diferencia con los otros municipios tanto en altura(msnm) como en condiciones de precipitación.

Con respecto a la mesa de Ruitoque se manifiesta que su régimen de lluvias esta mas cercano al presentado por la estación club campestre, la estación Ruitoque al

igual que la del IDEAM no se tuvo en cuenta por presentar un periodo de registro muy corto.

Las estaciones ubicadas en los municipios de Floridablanca y Piedecuesta presentan las más altas pluviosidades esto se debe en gran parte a que en estas zonas se presentan eventos de carácter orográfico dado su ubicación.

El municipio de Bucaramanga para este lustro de años marca una tendencia diferente a la del AMB notándose una disminución en la precipitación en la zona del centro(ubicación de la estación CDMB) hacia la parte noreste (barrio Morrórico vía a Cúcuta), siendo semejante a la estación Ptar, esta disminución de la precipitación no se puede definir en el alcance de este estudio, ya que se debería entrar a evaluar otras constantes.

Analizando las espacializaciones por décadas se presenta para la década de 75 – 84 (Fig. 5.2) una espacialización muy homogénea en orden ascendente de la zona mas baja del área metropolitana con precipitaciones multianuales de 900 mm, hacia la parte alta de la misma, manifestándose por un valor alto de precipitación en el municipio de Piedecuesta 1800 mm, para el siguiente lustro de años es evidente una disminución de la precipitación de aproximadamente 400 mm para la zona más húmeda a 100 mm en las zonas consideradas de baja pluviosidad, se comienza a notar un comportamiento diferente para la zona entre el aeropuerto Palonegro y el municipio de Bucaramanga, siendo la mas afectada por la disminución de lluvia (200 mm aproximadamente), para la década de 1995 a 2004(Fig. 5.4) se manifiesta la tendencia decreciente de la precipitación en toda el área Metropolitana como se había expuesto en capítulos anteriores.

Es de resaltar que en el periodo comprendido entre la década de los ochenta a la fecha en el municipio de Bucaramanga, se viene presentando un cambio en la tendencia de la lluvia, al incluir la estación del IDEAM se aprecia un incremento en la lluvia en comparación con las estaciones CDMB y Flora que mantiene su tendencia decreciente, al analizar los mapas anteriores se aprecia que la UIS se caracteriza por tener una precipitación si bien es decreciente no tan marcada como en las otras estaciones, se aprecia claramente como el IDEAM y la UIS tienen un leve aumento en la precipitación, originándose en el centro de la ciudad y la zona alta de la meseta (morrórico) focos de precipitación mas baja(Fig. 5.4).

En la zona de Girón se presenta una transición en la tendencia de la estación Ptar en forma decreciente siendo una de las marcadas para el AMB formando un cono de baja precipitación con la estación Llanogrande.

Las figuras 5.1, 5.2 y 5.3 muestran los totales multianuales de 1975 – 1984, 1985 – 1994 y 1995 – 2004 respectivamente. La figura 5.4 muestra los totales de precipitación multianual 1987 – 2001 que corresponde al periodo donde la mayoría de las estaciones presentan el mayor periodo de registro.

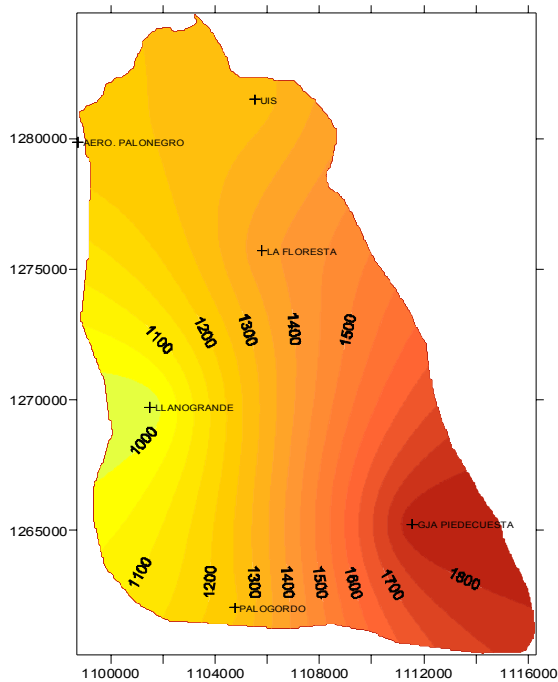


Figura 5.1 1975 – 1984 Totales de Precipitación multianual

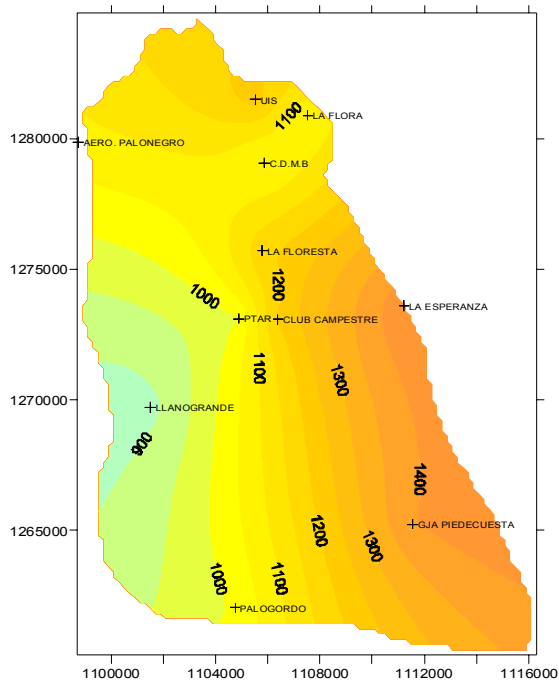


Figura 5.2 1985 – 1994 Totales de Precipitación multianual

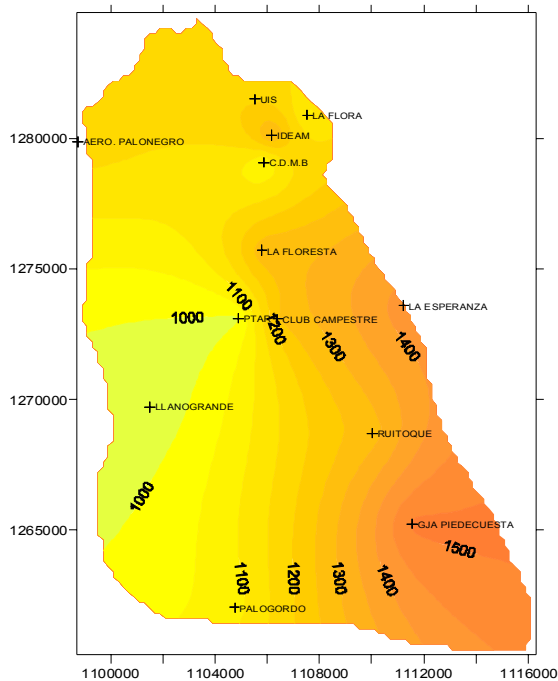


Figura 5.3 1995 – 2004 Totales de Precipitación multianual

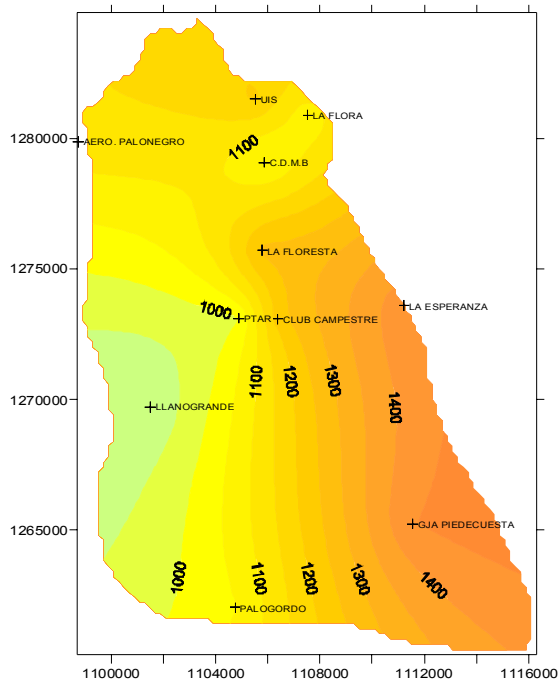
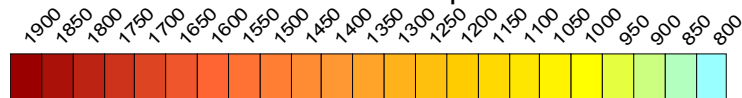


Figura 5.4 1987 – 2001 Totales de Precipitación multianual



Nótese que las estaciones en general presentan en sus totales de precipitación anual de los últimos diez años(anexo 15), un incremento en la media respecto al total de la precipitación multianual diez años mas atrás a este periodo, es decir la precipitación se incrementó en los últimos años, lo que contrasta con lo valorado en la tabla 3.5; el análisis de las tendencias de cada uno de estos mismos periodos de diez años, en la cual se dijo que las tendencias de todos y cada uno de ellos en la mayoría de las estaciones del AMB son decrecientes en cuanto a la precipitación, es decir, de esta tabla se dijo que la precipitación a largo y a corto plazo tiene una tendencia decreciente.

Esta diferencia encontrada entre los datos de la tabla 3.5 y lo encontrado en los datos(anexo 15) de las graficas 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4, se atribuye al hecho de que la precipitación sólo en los últimos años se ha incrementado, no siendo visible este hecho en la valoración de la tendencia en un periodo de 10 años, pero si influyendo en el cálculo de la media para esta misma longevidad de periodo de registro. En resumen la tendencia en el periodo de los últimos años es decreciente pero tomando en cuenta solo los últimos 3 a 4 años en promedio la precipitación presenta un incremento en su valor anual total.

Se hizo distribución espacial de la precipitación total mensual multianual para cada mes en cada lustro de 5 años, con los cuales se pudo elaborar la gráfica Figura 4.4, Mapa de tendencias del AMB, precipitación mensual en el tiempo, ya no con medias aritméticas si no con medias especializadas, usando el programa Surfer®, consiguiendo una gráfica muy similar la cual está consignada en el anexo 18.

También se hizo una distribución espacial de la precipitación para cada año y de cada año se calculo la media espacializada del total anual de precipitación, con estos valores espacializados para cada año, se logró realizar la figura 5.5 que muestra la tendencia de la precipitación anual en el AMB año tras año.

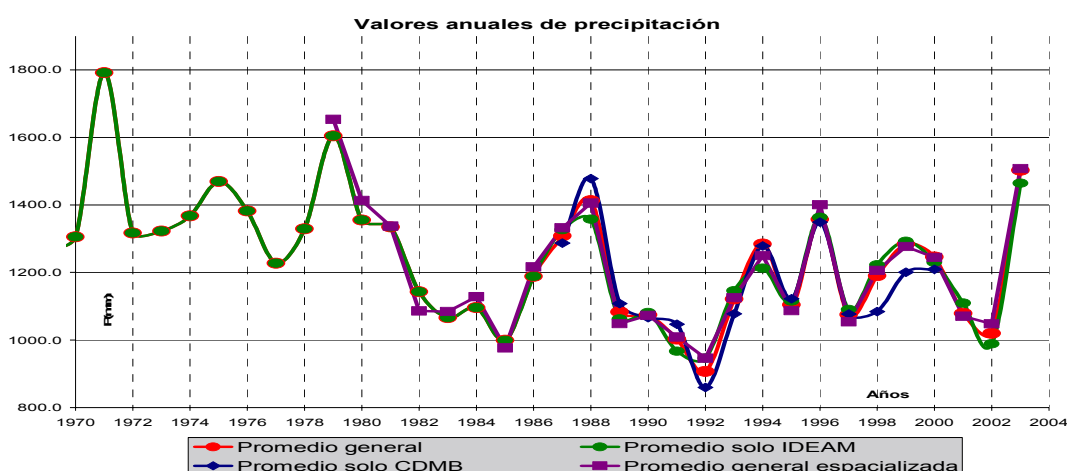


Figura 5.5: Tendencia de la precipitación anual del AMB.

Fuente: Investigación del Autor.

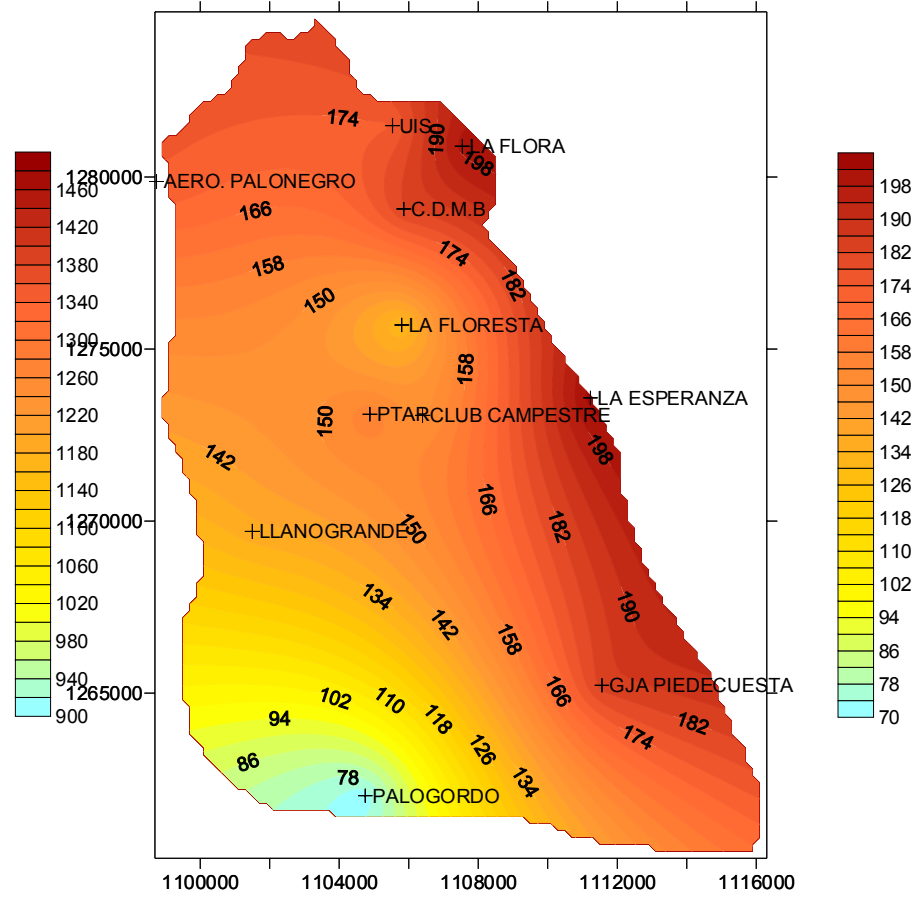
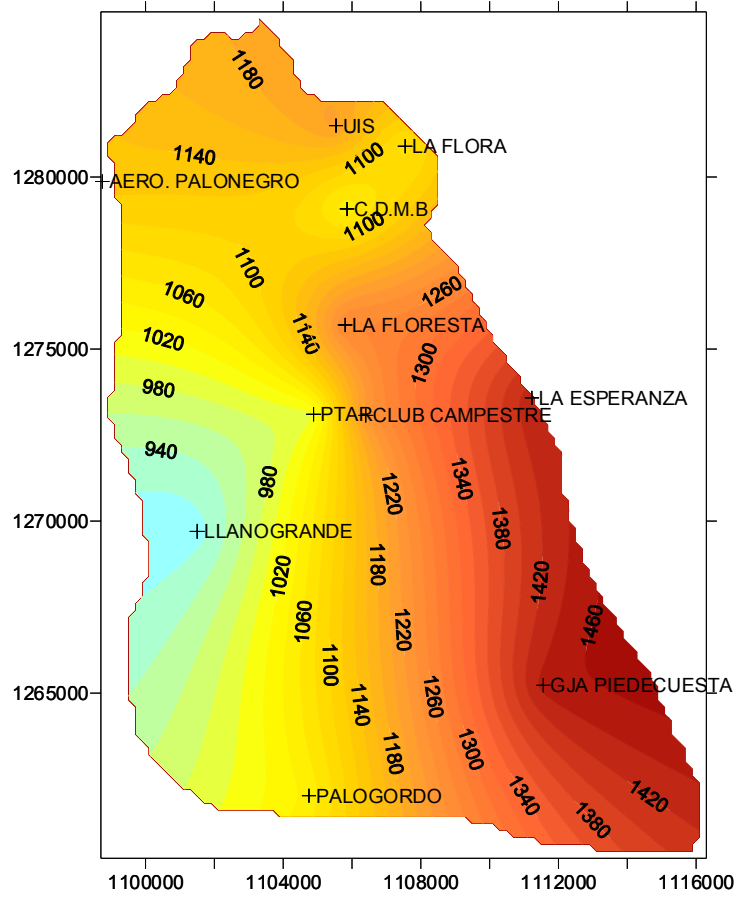


Figura 5.6 1987 – 2001 Totales de Precipitación multianual

Figura 5.7 1987 – 2001 Totales de días de lluvia multianual

La figura 5.6 muestra la distribución espacial de los valores de precipitación anual multianual para el periodo más largo en el cual la mayoría de las estaciones tuvieran registro de datos, el cual es el lustro de años de 1987 a 2001, aquí se puede apreciar la forma en la cual se distribuye por zonas la precipitación, dejando ver zonas secas y zonas húmedas, tales como Girón y Piedecuesta respectivamente. La zona centro de Bucaramanga se muestra seca en comparación de Floridablanca y Piedecuesta, la zona donde se ubica la estación Llanogrande al igual que Palogordo son las zonas(occidental) mas secas del AMB, la figura 5.7 que muestra la distribución de los días de lluvia anuales multianuales en el AMB, aquí se nota que se presentan mayor cantidad de eventos de lluvia hacia la zona(oriental del AMB) que colinda con la falda del páramo y las veredas altas de Floridablanca y Piedecuesta. Así también se logra observar que hacia el centro de Bucaramanga se presentan mayor cantidad de lluvias que alrededor de la misma ciudad, contrastando con el valor anual de precipitación que es menor que el de los alrededores, quiere decir que en el centro de la ciudad llueve mayor cantidad de veces, pero con menor volumen total contabilizado en el año. SE puede decir de esas graficas que la variable altura afecta la precipitación en el AMB, pues las estaciones mas bajas son las que presentan menores volúmenes de precipitación viceversa con las ubicadas en zonas altas, por otro lado, las ubicadas sobre el centro urbano de Bucaramanga tienen afectaciones de tipo ambiental debidas a la polución al grado de absorción de la radiación debida a los materiales que reemplazan el uso del suelo.

Para obtener una mejor visión de lo que se ha hablado en las figuras 5.1 a 5.7 tratando de no incluir efectos no deseados por entrecruzar información de estaciones de periodo de registro no igual, se generaron las figuras 5.8, 5.9 5.10 en las que se muestra la espacialización de la precipitación por operador, para el caso de la figura 5.8 es el operador IDEAM en los lustros de cinco años del 1970 al 1984, la figura 5.9 muestra la espacialización de la precipitación tanto del operador IDEAM por una parte por otra de todas las estaciones objeto de estudio en los lustros de 5 años del 1985 al 1999, por ultimo para la figura 5.10 se muestra el lustro de 2004 – 2000 para solo el operador IDEAM quien es el operador disponible para esos años por una parte, por otra se graficó las estaciones presentes para ese lustro de años.

Nótese en la figura 5.9 que la inclusión de las estaciones de la CDMB por su ubicación dejan ver zonas más secas que el operador IDEAM por su ubicación no deja ver, tal es el caso de la estación CDMB, que muestra que el centro de la ciudad se muestra más seco con la inclusión de esa estación en la espacialización.

Cabe decir sin embargo que la media espacializada de la precipitación se mantiene casi igual a pesar de estas inclusiones de información de diferente periodo de registro, pues la estación La esperanza mitiga el efecto causado por la

estación CDMB, la Esperanza se considera como una estación de altos valores anuales de precipitación con mediano valor anual de días de lluvia.

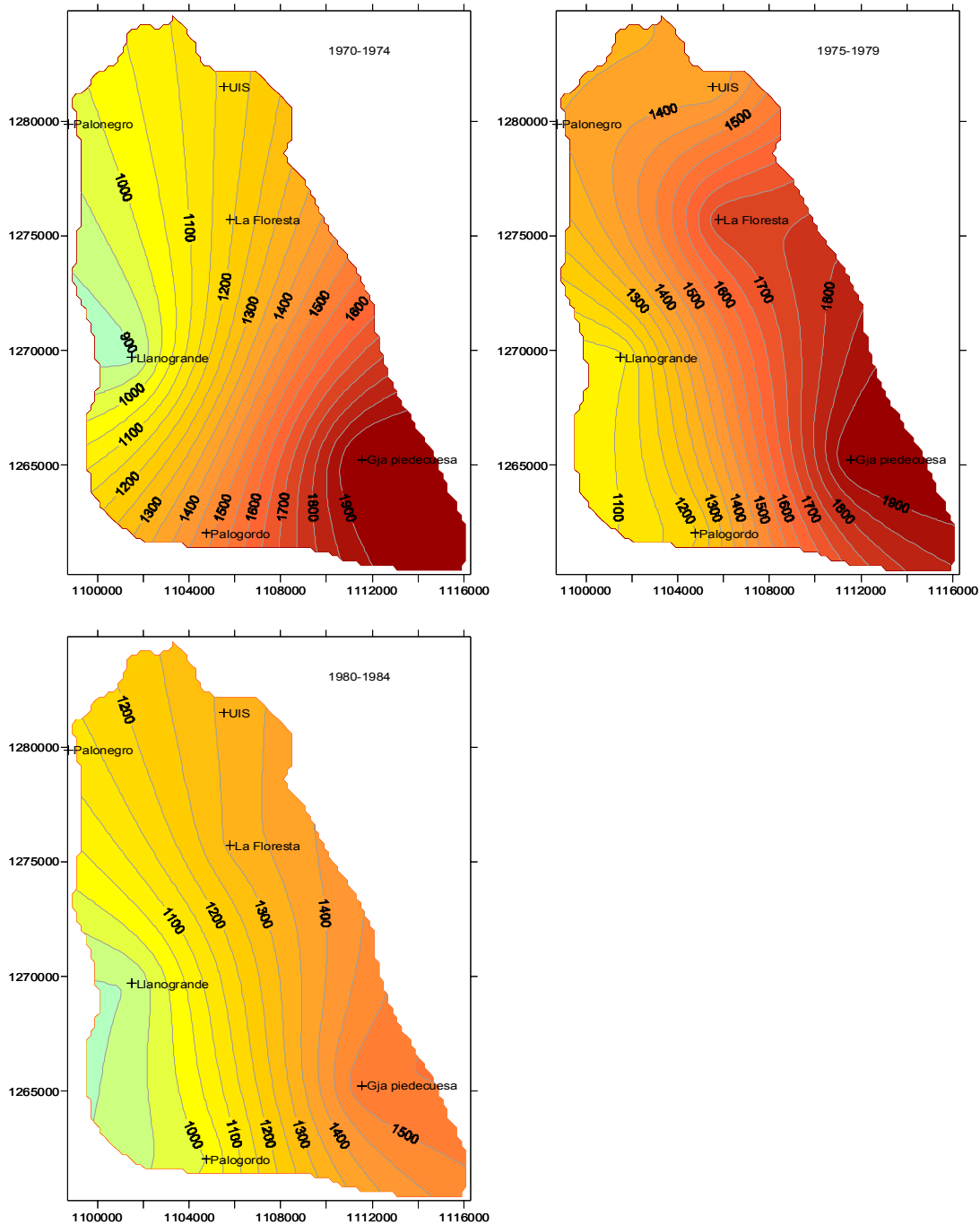


Figura 5.8 Espacialización de la precipitación Estaciones operador IDEAM
Fuente: investigación del Autor

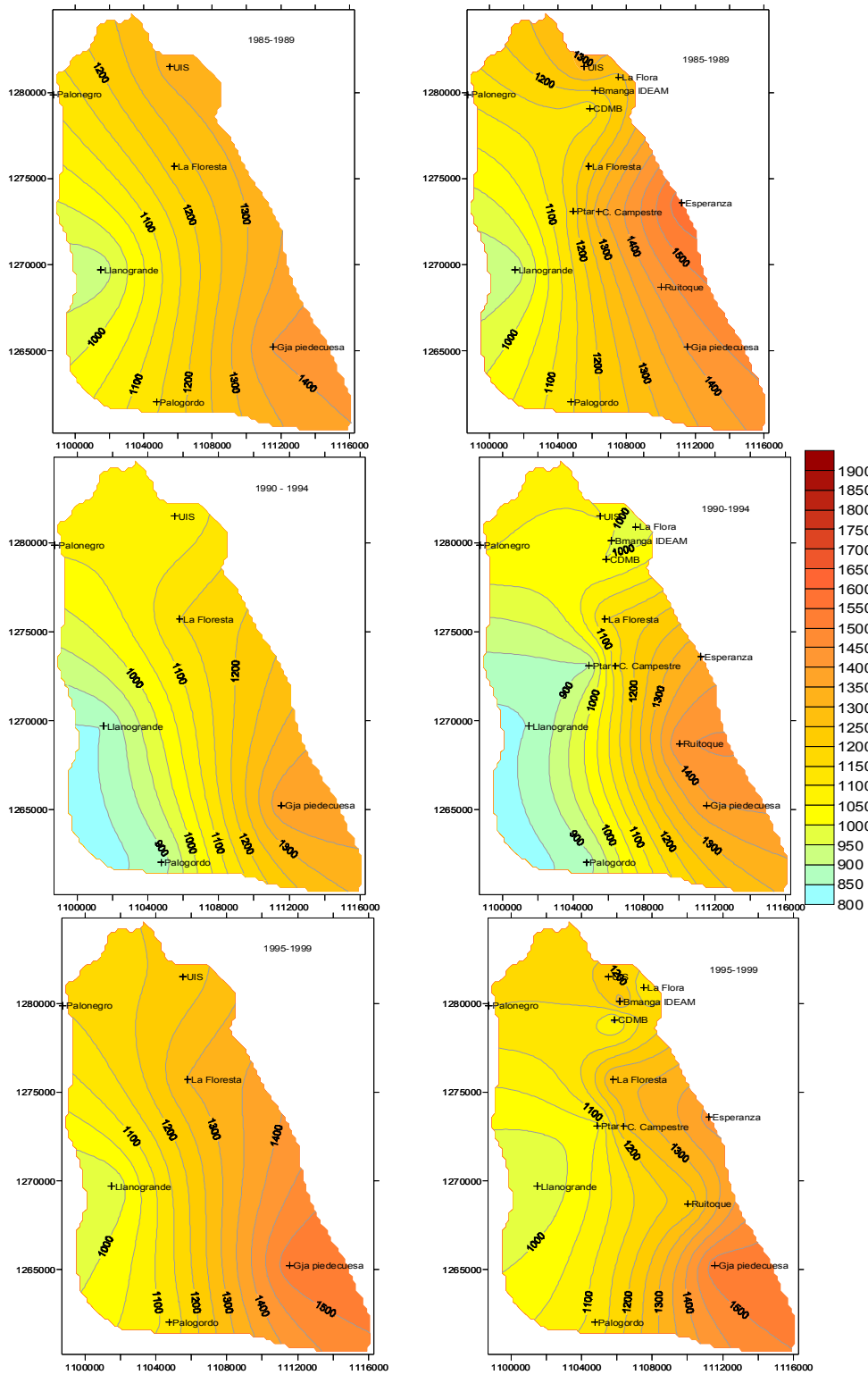


Figura 5.9: Espacialización de la precipitación Estaciones objeto de estudio
Fuente: investigación del Autor

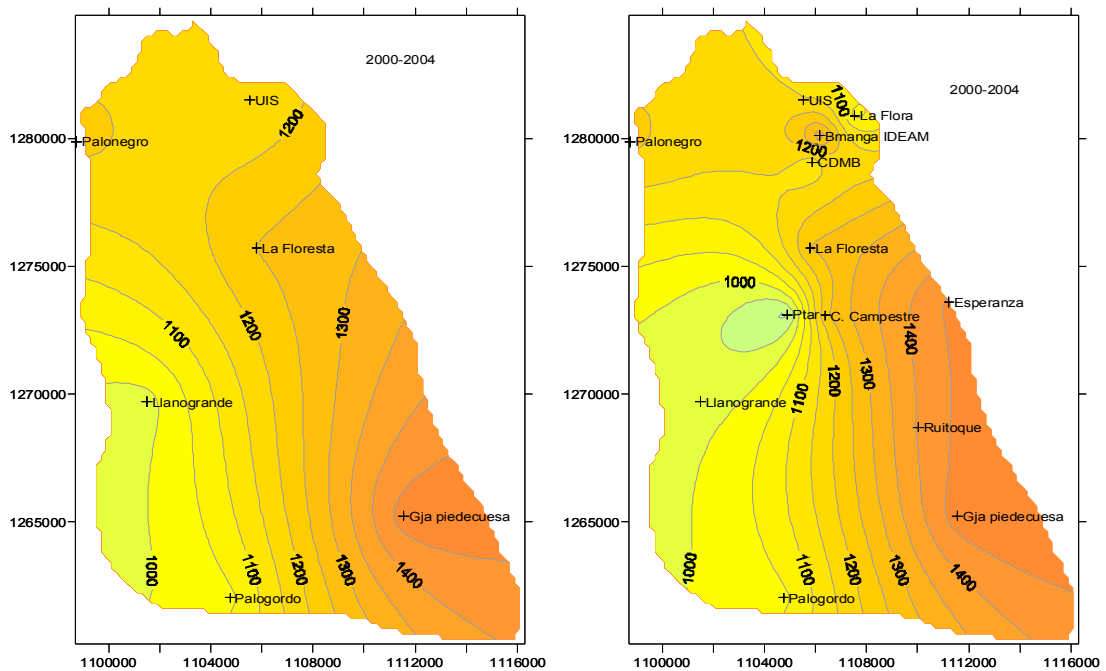


Figura 5.10: Espacialización de la precipitación Estaciones objeto de estudio
Fuente: investigación del Autor

Una explicación teórica de los fenómenos que se vienen presentando a escala mundial como son las posibles causas del calentamiento global, sus efectos y consecuencias según estudios adelantados por científicos reconocidos en el ámbito mundial, pueden ser aplicados para describir brevemente el fenómeno presentado en el AMB, en particular en el municipio de Bucaramanga.

Existe un calentamiento global dado por dos circunstancias, una de ellas es la actividad solar con la aparición de manchas en el sol que implican que las partículas de rayos cósmicos han venido disminuyendo, esos rayos cósmicos favorecen la formación de iones que actúan como núcleos de condensación necesarios para la formación de nubes, ante la falta de las partículas de estos rayos cósmicos, los núcleos de condensación disponibles en la atmósfera disminuyen, haciendo que la formación de precipitaciones sea más difícil de lograrse, por otra parte debido también al incremento de esas manchas solares, el campo magnético del sol ha estado incrementándose así también el brillo del mismo; es decir, la radiación solar ha venido aumentando, tal es el caso de la radiación UV, unas de las principales causas del cáncer de piel, esta radiación incidente ha venido incrementándose solo por efectos solares, entonces el calor presente en la tierra durante el día se está incrementando, por las noches la temperatura ha estado disminuyendo debido al decaimiento en la formación de nubes, que no atrapan la re-radiación debida y las noches se tornan entonces mas

frías con la presencia de los fenómenos solares. Que se han venido presentando hace mas de 80 años, pero que en los últimos ciclos solares se ha mantenido estable.

Nada de esto ocurriría con tal magnitud(aun desconocida pero si incrementada en comparación con otros periodos anteriores), si la tierra no estuviera viviendo los efectos de la emisión descontrolada de gases nocivos a la atmósfera, debilitándose la capa de ozono quien absorbe gran parte de la radiación incidente y no la deja pasar a la litosfera, biosfera e hidrosfera, calentándose un todo, que aunque favorezca la evaporación y la evapotranspiración, la altura atmosférica a la cual se genera la condensación cada vez es mas alta.

Ante el decrecimiento de la presencia de núcleos de condensación como se dijo anteriormente y las masas de aire más excitadas por el calentamiento general, es visible que la precipitación se mueva de sitio, llegando donde antes no llegaba, disminuyendo en los lugares donde generalmente se presentaba.(ocurrencia presente en el AMB).

A pesar de la ausencia de formación de nubes, en las ciudades la temperatura en la noche tiende a mantenerse pues tras la emisión de gases tan cerca, siendo las ciudades generadoras principales de esos gases, se genera además de un revés en el gradiente de temperatura respecto a la altura, o el llamado efecto de inversión térmica, se genera un foco de almacenamiento de radiación que calienta el aire, manteniéndolo así durante la mayor parte de las 24 horas del día; también se descubrió que la pavimentación, el concreto, etc, son absorbentes de grandes ondas de radiación, más de lo que absorben las plantas en el área rural, por tal motivo, se auto alimenta por las horas sin sol de radiación el sistema urbano.

CONCLUSIONES

Se seleccionaron 15 estaciones para el análisis de homogeneidad y consistencia de un total de 29 estaciones que tienen influencia espacial y/o temporal sobre el AMB.

Las estaciones operadas por la CDMB presentan un desfase de 1,2 y/o 3 días en sus registros diarios con respecto a los reportados por el IDEAM y los procesados por la tesis de la UIS(Duarte, 2002).

Al no existir un mismo patrón de tomado de datos entre los operadores IDEAM y CDMB en la escala diaria, se optó por omitir los datos diarios para los análisis de homogeneidad y consistencia.

Se buscaron los metadatos de las estaciones objeto del análisis, pero se logró solo disponer los metadatos de 5 de las 8 estaciones del operador IDEAM, y con ninguna del operador CDMB, los metadatos de la estación Ruitoque no existen.

Las estaciones con mayor a 0.8 de coeficiente de correlación en la precipitación mensual, fueron las ubicadas sobre la meseta de Bucaramanga en la zona centro y norte-este de la misma.

A partir de las series de tiempo diarias se generaron series de tiempo mensuales, anuales, promedios diarios mensuales, promedios por evento diario mensual, días de lluvia en el mes y en el año, días de lluvia altas, normales y extremas en el mes y en el año, para los periodos correspondientes al registro de cada estación, algunas de estas series son series multianuales por décadas y para el periodo de 1987 – 2001.

Los valores de correlación a escala diaria calculados entre las estaciones de la CDMB y las estaciones del IDEAM no son ciertos ni validos para cualquier análisis mas allá de una simple inspección visual, pues como se mencionó atrás se presenta un desfase de 1,2 y/o 3 días entre un operador y otro.

En general la precipitación en el AMB a largo plazo, 14 años(operador CDMB) a 25 años (operador IDEAM), tiende a ser decreciente, pero en el lapso de los últimos años, en un periodo menor a 10 años se considera que la precipitación en el AMB se ha incrementado.

En un análisis a largo plazo los meses de periodos secos tienen tendencia a presentar precipitaciones cada vez mas altas, los meses de periodos húmedos tienen tendencia a presentar precipitaciones cada vez mas bajas, septiembre mes

húmedo tiene tendencia a crecer, agosto y diciembre meses secos tienen tendencia a decrecer.

La multimodalidad actual del régimen anual de precipitación se explica al existir lluvias normales (menores al 75% de la DFAR) con mayor repetición en el segundo periodo seco. Dos curvas del ciclo anual se deben a valores altos y extremos de precipitación en periodos húmedos más que todo, pero una curva intermedia en el segundo periodo seco es debida a las lluvias del orden normal predominantes en este periodo.

La varianza de los datos mensuales de los meses de periodo húmedo en el régimen anual son los que presentan los mayores valores de varianza multianual en contraste con los meses de periodo seco.

El fenómeno del niño para el año 1998, El fenómeno de la niña 1999, no tienen una marcada incidencia en las estaciones del AMB.

Llueve con más frecuencia en la actualidad en comparación de años anteriores pero con menor intensidad medida en un día.

La estación Llanogrande considerada como una estación poco pluviosa tiene tendencia a aumentar el valor de la precipitación por cada evento de lluvia y a disminuir el número de eventos de precipitación.

La estación Palogordo presenta lluvias extremas según la distribución de frecuencias acumuladas relativas mayores a 71 mm. quiere decir que a pesar de ser considerada una estación con poco volumen de precipitación anual, cada vez que se presenta una precipitación, se puede esperar que esta tenga volúmenes altos.

La estación Gja Piedecuesta y Esperanza, son consideradas las más pluviosas en el AMB, con altos volúmenes de precipitación y altos números de días de lluvia.

Para toda el AMB, el periodo donde en la mayoría de estaciones se identificó que se presentan lluvias extremas con mayor frecuencia respecto a los otros periodos, es el primer periodo húmedo del año, no descartando algunos eventos altos y extremos en los periodos secos.

La polución generada por la emisión de gases nocivos hacia la parte central del casco urbano en Bucaramanga es la culpable de que se generen mayores cantidades de días de lluvia en esa misma zona con el pasar de los años, no quiere decir eso que el volumen de precipitación aumentó, si no que cada vez se presentan más días de lluvia pero de menor intensidad. Cabe decir que se debe ahondar más en las razones.

El AMB al igual que todas las regiones del planeta esta influenciada por fenómenos climatológicos diferentes al niño, la niña, zona de convergencia intertropical etc, se recomienda que teniendo como base este estudio se analicen esas componentes climatologicas globales, para lograr cuantificar el efecto de esos fenómenos en la precipitación a lo largo del área metropolitana de Bucaramanga.

Basándose en los resultados de este documento se recomienda adelantar otros estudios complementarios como son la evapotranspiración, evaporación, esorrentía, brillo solar, vientos, etc; para poder entender de una manera mas amplia el comportamiento del ciclo hidrológico en el AMB.

Es necesario para trabajar correctamente a una escala diaria entre operadores estandarizar la manera en la cual se realiza el tomado de datos diarios para todas las estaciones.

BIBLIOGRAFÍA

BERNAL DUFFO, E., 1978. Red meteorológica de Colombia, Ministerio de Agricultura, Bogotá – Colombia.

CASTRO SÁENZ, H. J., Leal Torres, F. A., 1998. Marco Climático Global, el niño en Santander, Tesis para optar por el título de Ingeniero Civil, UIS, Bucaramanga – Colombia.

CHOW, Ven T., MAIDMENT, D., MAYS, L. Hidrología Aplicada. Bogotá: McGraw-Hill, 1993.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA – CDMB, 2000. Plan de Manejo Ambiental 2001-2003, Bucaramanga – Colombia.

CORPORACIÓN METROPOLITANA DE PLANEACIÓN Y DESARROLLO DE BUCARAMANGA – CORPLAN, 2000. Situación Actual y Futuro Inmediato del Área Metropolitana de Bucaramanga: Subsistema Biofísico – Ambiental, Bucaramanga – Colombia.

DUARTE REYES, D. R., 2002. Estudio de valores extremos de precipitación en la cuenca del río de oro, Tesis para optar por el título de Ingeniero Civil, UIS, Bucaramanga – Colombia.

GOLDEN SOFTWARE, INC. Surfer 8.0 users guide. Colorado, USA: Golden Software Inc. 2002.

GUZMAN, Jorge y CHU, Maria. SPELL-Stat. Time series análisis. Software 2002-2005.

GUZMAN, Jorge y CHU, Maria. Introducción to hydrological time series. Bucaramanga: UIS - Escuela de Ingeniería Civil, 2004. Sin Publicar.

LAZAR, REINHOLD, Estudio sobre el clima urbano en Bucaramanga, 2001

MENDOZA RONDÓN, C. A., Sandoval Silva, R., 2002. Estudio de oferta hídrica en la cuenca superior del río Lebrija, Tesis para optar por el título de Ingeniero Civil, UIS, Bucaramanga – Colombia.

MONSALVE SÁENZ, G., 1999. Hidrología en la ingeniería, segunda edición, Editorial escuela colombiana de ingeniería, Bogotá – Colombia.

MONTGOMERY, Douglas. Probabilidad y Estadística Aplicadas a la Ingeniería. Bogotá: McGraw-Hill, 1996.

REMENIERAS, G., 1974. Tratado de hidrología aplicada, Editores Técnicos Asociados SA, segunda edición, España.

RODRÍGUEZ TORIZ, F., 1974. Elementos de escurrimiento superficial, memorando técnico No. 330, México.

TORRES PULECIO, H., 1987. Climatología, Pág. 44 – 45, UIS, Bucaramanga – Colombia.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, 1970. Fundamentos de hidrología, Pág. 1 – 36, Facultad de Minas, Medellín – Colombia.

ANEXO 2 COMPARACIÓN DE VALORES DE PRECIPITACIÓN CDMB – DANIEL DUARTE

ANEXO 2 - COMPARACIÓN ENTRE VALORES DE PRECIPITACIÓN
CDMB Vs.TESIS DE GRADO "ESTUDIO DE VALORES EXTREMOS DE PRECIPITACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO DE ORO"

La Flora			El Rasgon			Club Campestre			La Esperanza		
Fecha	P (mm)CDMB	P (mm)D.D.	Fecha	P (mm)CDMB	P (mm)D.D.	Fecha	P (mm)CDMB	P (mm)D.D.	Fecha	P (mm)CDMB	P (mm)D.D.
01/01/87	7.3	0	01/01/87	0	0	01/01/87	0	0	01/01/87	0	0
02/01/87	0	7.3	02/01/87	0	1.7	02/01/87	0	1.8	02/01/87	0	0
03/01/87	2.3	0	03/01/87	0	0	03/01/87	0	0	03/01/87	3.3	0
04/01/87	1.4	2.3	04/01/87	0	1.1	04/01/87	0	1.2	04/01/87	3	3.3
05/01/87	1.9	1.4	05/01/87	0	2.5	05/01/87	0	2.3	05/01/87	0.6	3
06/01/87	0	1.9	06/01/87	0	0.8	06/01/87	0	0.8	06/01/87	0	0.6
07/01/87	0	0	07/01/87	0	0	07/01/87	0	0	07/01/87	0	0
08/01/87	0	0	08/01/87	0	0	08/01/87	0	0	08/01/87	0	0
09/01/87	0	0	09/01/87	0	0	09/01/87	0	0	09/01/87	0	0
10/01/87	0	0	10/01/87	0	0	10/01/87	0	0	10/01/87	0	0
11/01/87	0	0	11/01/87	0	0	11/01/87	0	0	11/01/87	0	0
12/01/87	0	0	12/01/87	0	0	12/01/87	0	0	12/01/87	0	0
13/01/87	0	0	13/01/87	0	0	13/01/87	0	0	13/01/87	0	0
14/01/87	0	0	14/01/87	0	0	14/01/87	0	0	14/01/87	0	0
15/01/87	0	0	15/01/87	0	0	15/01/87	0	0	15/01/87	0	0
16/01/87	0	0	16/01/87	0	0	16/01/87	0	0	16/01/87	0	0
17/01/87	0.4	0	17/01/87	0	0	17/01/87	0	0	17/01/87	0	0
18/01/87	0	0.4	18/01/87	0	1.2	18/01/87	0	0.9	18/01/87	0	0
19/01/87	0.1	0	19/01/87	0	0	19/01/87	0	0	19/01/87	0	0
20/01/87	4.8	0.1	20/01/87	0	0	20/01/87	0	0	20/01/87	18.3	0
21/01/87	11.9	4.8	21/01/87	0	5.4	21/01/87	0	5.4	21/01/87	0.5	18.3
22/01/87	0.5	11.9	22/01/87	0	4.4	22/01/87	0	6.2	22/01/87	0.6	0.5
23/01/87	0	0.5	23/01/87	0	0.4	23/01/87	0	0.8	23/01/87	0	0.6
24/01/87	0	0	24/01/87	0	0	24/01/87	0	0.1	24/01/87	0	0
25/01/87	6.2	0	25/01/87	0	0	25/01/87	0	0	25/01/87	7.8	0
26/01/87	1.4	6.2	26/01/87	0	4.7	26/01/87	0	0.9	26/01/87	20.2	7.8
27/01/87	2	1.4	27/01/87	0	8	27/01/87	0	9.6	27/01/87	0	20.2
28/01/87	0	2	28/01/87	0	6	28/01/87	0	11.8	28/01/87	0	0
29/01/87	0	0	29/01/87	0	0	29/01/87	0	0	29/01/87	0	0
30/01/87	0.6	0	30/01/87	0	0	30/01/87	0	0	30/01/87	0	0
31/01/87	0	0.6	31/01/87	0	5.6	31/01/87	0	8.7	31/01/87	0	0
01/02/87	0	0	01/02/87	df	0	01/02/87	0	0	01/02/87	0	0
02/02/87	0	0	02/02/87	df	0	02/02/87	0	0	02/02/87	0	0
03/02/87	0	0	03/02/87	df	0	03/02/87	0	0	03/02/87	0	0
04/02/87	0	0	04/02/87	df	0	04/02/87	0	0	04/02/87	0	0
05/02/87	0	0	05/02/87	df	0.6	05/02/87	0	0.6	05/02/87	0	0
06/02/87	38.7	0	06/02/87	df	0	06/02/87	0	0	06/02/87	14	0
07/02/87	2.2	38.7	07/02/87	df	16.6	07/02/87	0	DF	07/02/87	0	0
08/02/87	0	2.2	08/02/87	df	3.7	08/02/87	0	3.2	08/02/87	0	14
09/02/87	0	0	09/02/87	df	0.3	09/02/87	0	0.4	09/02/87	0	0.6
10/02/87	0.1	0	10/02/87	df	0	10/02/87	0	0	10/02/87	0	0
11/02/87	0	0.1	11/02/87	df	0	11/02/87	0	0	11/02/87	0	0
12/02/87	10.5	0	12/02/87	df	0	12/02/87	0	0	12/02/87	46.5	0
13/02/87	0	10.5	13/02/87	df	13.5	13/02/87	13	13	13/02/87	0	46.5
14/02/87	0	0	14/02/87	df	0.1	14/02/87	1	1	14/02/87	0	0
15/02/87	0	0	15/02/87	df	0	15/02/87	0	0	15/02/87	0	0
16/02/87	0	0	16/02/87	df	0	16/02/87	0	0	16/02/87	0	0
17/02/87	0	0	17/02/87	df	0	17/02/87	0	0	17/02/87	0	0
18/02/87	0	0	18/02/87	df	0	18/02/87	0	0	18/02/87	0	0
19/02/87	0	0	19/02/87	df	0	19/02/87	0	0	19/02/87	0	0
20/02/87	0	0	20/02/87	df	0	20/02/87	0	0	20/02/87	0	0
21/02/87	0	0	21/02/87	df	0	21/02/87	0	0	21/02/87	0	0
22/02/87	0	0	22/02/87	df	0	22/02/87	0	0	22/02/87	0	0
23/02/87	0	0	23/02/87	df	0	23/02/87	0	0	23/02/87	0	0
24/02/87	0	0	24/02/87	df	0	24/02/87	0	0	24/02/87	0	0
25/02/87	0	0	25/02/87	df	0	25/02/87	0	0	25/02/87	0	0
26/02/87	0	0	26/02/87	df	0	26/02/87	0	0	26/02/87	0	0
27/02/87	0	0	27/02/87	df	0	27/02/87	0	0	27/02/87	0	0
28/02/87	0	0	28/02/87	df	0	28/02/87	0	0	28/02/87	0	0
01/03/87	0	0	01/03/87	0	0	01/03/87	0	0	01/03/87	0	0
02/03/87	0.4	0	02/03/87	0	0	02/03/87	0.2	0	02/03/87	45.5	0
03/03/87	27.2	0.4	03/03/87	0	0	03/03/87	7	0.2	03/03/87	50	45.5
04/03/87	0.6	27.2	04/03/87	0	0	04/03/87	0.2	7	04/03/87	0	50
05/03/87	0.4	0.6	05/03/87	0	0	05/03/87	0.5	0.2	05/03/87	0	0
06/03/87	0	0.4	06/03/87	0	0	06/03/87	0	0.5	06/03/87	0	0
07/03/87	0	0	07/03/87	0	0	07/03/87	0	0	07/03/87	0	0
08/03/87	0	0	08/03/87	0	0	08/03/87	0	0	08/03/87	0	0

09/03/87	0	0	09/03/87	0	0	09/03/87	1	0	09/03/87	0	0
10/03/87	0.4	0	10/03/87	0	0	10/03/87	0	1	10/03/87	10	0
11/03/87	0.1	0.4	11/03/87	0	0	11/03/87	0	0	11/03/87	8.5	10
12/03/87	46.4	0.1	12/03/87	0	0	12/03/87	2	0	12/03/87	10.3	8.5
13/03/87	1.2	46.4	13/03/87	11.2	0	13/03/87	0	2	13/03/87	0	10.3
14/03/87	0	1.2	14/03/87	0	11.2	14/03/87	0	0	14/03/87	0	3.7
15/03/87	1.8	0	15/03/87	0	0	15/03/87	5	0	15/03/87	3	0
16/03/87	0.2	1.8	16/03/87	0.6	0	16/03/87	2	5	16/03/87	0.3	3
17/03/87	0	0.2	17/03/87	0	0.6	17/03/87	0	2	17/03/87	0	0.3
18/03/87	0.8	0	18/03/87	0	0	18/03/87	0	0	18/03/87	3	0
19/03/87	0	0.8	19/03/87	0	0	19/03/87	1	0	19/03/87	0	3
20/03/87	0.3	0	20/03/87	0	0	20/03/87	0	1	20/03/87	1.6	0
21/03/87	0	0.3	21/03/87	0.6	0	21/03/87	0	0	21/03/87	0.7	1.6
22/03/87	0	0	22/03/87	0	0.6	22/03/87	0.5	0	22/03/87	0	0.7
23/03/87	0	0	23/03/87	1.6	0	23/03/87	0	0.5	23/03/87	2.4	0
24/03/87	0.3	0	24/03/87	0	1.6	24/03/87	0	0	24/03/87	0	2.4
25/03/87	3.3	0.3	25/03/87	0	0	25/03/87	2.4	0	25/03/87	4	0
26/03/87	0	3.3	26/03/87	0	0	26/03/87	17	2.4	26/03/87	0	4
27/03/87	0	0	27/03/87	0.5	0	27/03/87	0	17	27/03/87	1	0
28/03/87	0.6	0	28/03/87	0	0.5	28/03/87	0	0	28/03/87	0	1
29/03/87	28.2	0.6	29/03/87	2.1	0	29/03/87	21.5	0	29/03/87	14.1	12
30/03/87	5.6	28.2	30/03/87	3	2.1	30/03/87	7.6	21.5	30/03/87	20.5	13.5
31/03/87	26.9	5.6	31/03/87	3.3	3	31/03/87	0	7.6	31/03/87	0	20.5
01/04/87	0.7	26.6	01/04/87	3.3	3.3	01/04/87	16	14.1	01/04/87	3.4	6
02/04/87	34	0.7	02/04/87	0.3	0.3	02/04/87	5.1	16.4	02/04/87	89.7	3.4
03/04/87	0	34	03/04/87	2.2	2.2	03/04/87	15	50.6	03/04/87	0.6	83.7
04/04/87	0.4	0	04/04/87	0.4	0.4	04/04/87	0	0	04/04/87	0	0.6
05/04/87	0.5	0.4	05/04/87	0.5	0.5	05/04/87	0.5	0.5	05/04/87	0	0
06/04/87	0.6	0.5	06/04/87	4.5	4.5	06/04/87	0	1.8	06/04/87	8	0
07/04/87	1.8	0.6	07/04/87	0.9	0.9	07/04/87	36.3	0.7	07/04/87	0.4	8
08/04/87	0	1.8	08/04/87	2.4	2.4	08/04/87	0	46.4	08/04/87	0.6	0.4
09/04/87	0	0	09/04/87	11	11	09/04/87	0	0	09/04/87	0	0.6
10/04/87	0	0	10/04/87	0	0	10/04/87	0	0	10/04/87	0	0
11/04/87	0	0	11/04/87	0	0	11/04/87	0	0	11/04/87	0	0
12/04/87	0	0	12/04/87	0	0	12/04/87	0	0	12/04/87	0	0
13/04/87	0	0	13/04/87	11.2	0	13/04/87	0	0	13/04/87	0	0
14/04/87	0	0	14/04/87	0	0	14/04/87	0	0	14/04/87	0	0
15/04/87	0	0	15/04/87	0	0	15/04/87	0	0	15/04/87	0	0
16/04/87	2.6	0	16/04/87	0.6	0	16/04/87	0	0	16/04/87	0	0
17/04/87	0	2.6	17/04/87	0.6	0	17/04/87	0	0	17/04/87	0	0
18/04/87	0.4	0	18/04/87	0	0.6	18/04/87	0	0	18/04/87	0.9	0
19/04/87	0.3	0.4	19/04/87	16.9	0	19/04/87	0	1.4	19/04/87	0.4	0.9
20/04/87	0	0.3	20/04/87	5	16.9	20/04/87	0	0.9	20/04/87	0	0.4
21/04/87	0	0	21/04/87	0	5	21/04/87	0	0	21/04/87	96.6	0
22/04/87	1.6	0	22/04/87	1.6	0	22/04/87	0	0	22/04/87	47.1	95.6
23/04/87	9.7	1.6	23/04/87	1.6	1.6	23/04/87	0	8.3	23/04/87	21.5	47.1
24/04/87	0.9	9.7	24/04/87	10.9	1.5	24/04/87	0	6.3	24/04/87	24.8	21.5
25/04/87	0	0.9	25/04/87	5.1	10.9	25/04/87	0	1.1	25/04/87	0	24.8
26/04/87	0	0	26/04/87	1.1	5.1	26/04/87	0	0	26/04/87	0	0
27/04/87	4.4	0	27/04/87	0	1.1	27/04/87	0	0	27/04/87	2.9	0
28/04/87	0	4.4	28/04/87	10.7	0	28/04/87	0	1.9	28/04/87	0	2.9
29/04/87	27.4	0	29/04/87	2.1	10.7	29/04/87	0	0	29/04/87	20.9	0
30/04/87	0	27.4	30/04/87	0.1	0.2	30/04/87	2	0.1	30/04/87	0.2	20.4
01/05/87	0	0	01/05/87	0	0.1	01/05/87	0	4.4	01/05/87	0	0.2
02/05/87	0	0	02/05/87	0	0	02/05/87	0	2	02/05/87	0	0
03/05/87	10.2	0	03/05/87	0.6	0	03/05/87	0	0	03/05/87	1.8	0
04/05/87	7.6	10.2	04/05/87	0	0.6	04/05/87	3	0	04/05/87	14.7	1.8
05/05/87	41.3	7.6	05/05/87	0.4	0	05/05/87	17	3	05/05/87	20.2	14.7
06/05/87	0	41.3	06/05/87	0	0.4	06/05/87	0	17	06/05/87	0	20.2
07/05/87	0.6	0	07/05/87	0	0	07/05/87	0	0	07/05/87	0	0
08/05/87	0.3	0.6	08/05/87	0.3	0	08/05/87	0	0	08/05/87	1.7	0
09/05/87	1	0.3	09/05/87	6.8	0.3	09/05/87	14	0	09/05/87	0	1.7
10/05/87	0	1	10/05/87	0.4	6.8	10/05/87	0	14	10/05/87	0	0
11/05/87	0	0	11/05/87	0	0.4	11/05/87	0	0	11/05/87	0	0
12/05/87	2.8	0	12/05/87	0.8	0	12/05/87	2.6	0	12/05/87	6.8	0
13/05/87	10	2.8	13/05/87	0.3	0.8	13/05/87	0	2.6	13/05/87	0	6.8
14/05/87	63.7	10	14/05/87	1.8	8.3	14/05/87	55	0	14/05/87	41.1	0.8
15/05/87	2	63.7	15/05/87	5.5	1.8	15/05/87	0	55	15/05/87	4.9	41.1
16/05/87	0.9	2	16/05/87	4.6	5.5	16/05/87	0	0	16/05/87	0.8	4.9
17/05/87	0.4	0.9	17/05/87	5.8	4.6	17/05/87	0	0	17/05/87	0	8
18/05/87	0.1	0.4	18/05/87	0	5.8	18/05/87	0	0	18/05/87	10.5	0
19/05/87	0.5	0.1	19/05/87	0	0	19/05/87	1	0	19/05/87	1	10.5
20/05/87	2.1	0.5	20/05/87	5.3	0	20/05/87	0	1	20/05/87	1.5	1
21/05/87	6.4	2.1	21/05/87	11.8	5.3	21/05/87	6.6	0	21/05/87	7	1.5

22/05/87	14.4	6.4	22/05/87	29.9	11.8	22/05/87	7	6.6	22/05/87	73	7
23/05/87	0	14.4	23/05/87	21.2	21.9	23/05/87	10.7	7	23/05/87	0.1	73
24/05/87	0.4	0	24/05/87	0	21.2	24/05/87	0	10.7	24/05/87	7.5	0.1
25/05/87	11.4	0.4	25/05/87	7.5	0	25/05/87	7	0	25/05/87	5	7.5
26/05/87	0.1	11.4	26/05/87	4	7.5	26/05/87	10	0	26/05/87	0	5
27/05/87	0	0.1	27/05/87	3	4	27/05/87	0	7	27/05/87	0.8	0
28/05/87	0	0	28/05/87	0	3	28/05/87	1	10	28/05/87	0	0.8
29/05/87	0	0	29/05/87	0.4	0	29/05/87	0	0	29/05/87	0	0
30/05/87	2.9	0	30/05/87	0	0.4	30/05/87	0	1	30/05/87	0.8	0
31/05/87	0	2.9	31/05/87	10.5	0	31/05/87	4	0	31/05/87	11	11.8
01/06/87	0.4	0	01/06/87	3.3	10.5	01/06/87	1.3	4	01/06/87	0.6	0.2
02/06/87	0	0.4	02/06/87	2.5	33	02/06/87	2.4	1.3	02/06/87	0	0.6
03/06/87	8.6	0	03/06/87	2	2.5	03/06/87	0	2.4	03/06/87	8.5	0
04/06/87	7.7	8.6	04/06/87	7.4	2	04/06/87	18	0	04/06/87	0.4	8.5
05/06/87	4.4	7.7	05/06/87	0.8	7.4	05/06/87	25	18	05/06/87	0.7	0.4
06/06/87	1.9	4.4	06/06/87	0.2	0.8	06/06/87	0	25	06/06/87	2.2	0.7
07/06/87	1.3	1.9	07/06/87	14.1	0.2	07/06/87	0	0	07/06/87	1	2.2
08/06/87	0	1.3	08/06/87	1.6	14.1	08/06/87	4.5	0	08/06/87	0	1
09/06/87	0.3	0	09/06/87	0	16	09/06/87	0	4.5	09/06/87	11.5	0
10/06/87	0	0.3	10/06/87	20.9	0	10/06/87	4	0	10/06/87	0	11.5
11/06/87	0	0	11/06/87	0.6	20.9	11/06/87	0	4	11/06/87	0.3	0
12/06/87	0	0	12/06/87	0	0.6	12/06/87	0	0	12/06/87	0	0.3
13/06/87	1.7	0	13/06/87	0	0	13/06/87	0	0	13/06/87	0.2	0
14/06/87	0	1.7	14/06/87	0	0	14/06/87	0	0	14/06/87	0.3	0.2
15/06/87	0	0	15/06/87	0	0	15/06/87	0	0	15/06/87	0	0
16/06/87	1.5	0	16/06/87	0	0	16/06/87	2	0	16/06/87	5.5	0
17/06/87	0	1.5	17/06/87	0	0	17/06/87	0	2	17/06/87	0	5.5
18/06/87	1.3	0	18/06/87	31.1	0	18/06/87	4	0	18/06/87	14.8	0
19/06/87	0.6	1.3	19/06/87	0.2	31.1	19/06/87	0	4	19/06/87	0.4	14.8
20/06/87	0.3	0.6	20/06/87	1.7	0.2	20/06/87	0	0	20/06/87	2.1	0.4
21/06/87	7	0.3	21/06/87	0.7	17	21/06/87	0	0	21/06/87	1.6	2.1
22/06/87	4.2	7	22/06/87	3.5	0.7	22/06/87	0	0	22/06/87	9	1.6
23/06/87	3.5	4.2	23/06/87	0	3.5	23/06/87	6.4	0	23/06/87	0.2	9
24/06/87	0.2	3.5	24/06/87	6.3	0	24/06/87	0.5	6.4	24/06/87	4.5	0.2
25/06/87	0	0.2	25/06/87	12.6	6.3	25/06/87	1.4	0.5	25/06/87	0	4.5
26/06/87	2.4	0	26/06/87	0.3	12.6	26/06/87	0	1.4	26/06/87	0.2	0
27/06/87	0	2.4	27/06/87	1.1	0.3	27/06/87	0	0	27/06/87	0	0.2
28/06/87	0	0	28/06/87	0.5	11	28/06/87	0	0	28/06/87	0	0
29/06/87	0	0	29/06/87	0	0.5	29/06/87	0	0	29/06/87	0	0
30/06/87	0	0	30/06/87	0	0	30/06/87	9	0	30/06/87	0	0
01/07/87	0	0	01/07/87	0	0	01/07/87	0	9	01/07/87	0	0
02/07/87	1	0	02/07/87	0	0	02/07/87	0	0	02/07/87	3	0
03/07/87	0.2	1	03/07/87	0.4	0	03/07/87	0.5	0	03/07/87	1.7	3
04/07/87	3.7	0.2	04/07/87	0.2	0.4	04/07/87	15	0.5	04/07/87	3.1	3.3
05/07/87	0.3	3.7	05/07/87	8.5	0.2	05/07/87	5	15	05/07/87	2	3.1
06/07/87	12.3	0.3	06/07/87	1.4	8.5	06/07/87	4	5	06/07/87	16.5	2
07/07/87	2	12.3	07/07/87	6.1	1.4	07/07/87	6	4	07/07/87	2.2	16.5
08/07/87	0	2	08/07/87	6.6	6.1	08/07/87	1	6	08/07/87	7.5	2.2
09/07/87	0.3	0	09/07/87	0.2	6.6	09/07/87	1.3	1	09/07/87	27	7.5
10/07/87	8.1	0.3	10/07/87	2.3	0.2	10/07/87	29	1.3	10/07/87	8.9	27
11/07/87	0	8.1	11/07/87	16	2.3	11/07/87	1	29	11/07/87	0	8.9
12/07/87	0	0	12/07/87	0	16	12/07/87	10	1	12/07/87	0	0
13/07/87	0	0	13/07/87	0	0	13/07/87	9	10	13/07/87	0.4	0
14/07/87	0.7	0	14/07/87	0.9	0	14/07/87	1.4	9	14/07/87	0	0.4
15/07/87	4.5	0.7	15/07/87	0	9	15/07/87	0	1.4	15/07/87	18	0
16/07/87	0.2	4.5	16/07/87	0	DF	16/07/87	52	0	16/07/87	1.8	18
17/07/87	1.3	0.2	17/07/87	0	DF	17/07/87	5	52	17/07/87	18.4	1.8
18/07/87	10.2	1.3	18/07/87	0	DF	18/07/87	12	5	18/07/87	1.5	63.4
19/07/87	0	10.2	19/07/87	0	8.9	19/07/87	0	12	19/07/87	1	1.5
20/07/87	8.7	0	20/07/87	0	0.2	20/07/87	2	0	20/07/87	3	1
21/07/87	0	8.7	21/07/87	10.4	2.8	21/07/87	0	2	21/07/87	0	3
22/07/87	8.7	0	22/07/87	0.5	10.4	22/07/87	2	0	22/07/87	5.4	0
23/07/87	0	8.7	23/07/87	8.1	0.5	23/07/87	32	2	23/07/87	0	5.4
24/07/87	0.1	0	24/07/87	0	8.1	24/07/87	0	32	24/07/87	0	0
25/07/87	25	0.1	25/07/87	0.3	0	25/07/87	0	0	25/07/87	0	0
26/07/87	3.7	25	26/07/87	0.8	0.3	26/07/87	0	0	26/07/87	0	0
27/07/87	0	3.7	27/07/87	0.4	0.8	27/07/87	1	0	27/07/87	0	0
28/07/87	0	0	28/07/87	8	0.4	28/07/87	0	1	28/07/87	4.7	0
29/07/87	2.8	0	29/07/87	9.5	8	29/07/87	2	0	29/07/87	1.3	4.7
30/07/87	8.8	2.8	30/07/87	4.9	9.5	30/07/87	0	2	30/07/87	4	1.3
31/07/87	0.4	8.8	31/07/87	15.2	4.9	31/07/87	4	0	31/07/87	6.2	4
01/08/87	0.8	0.4	01/08/87	4	15.2	01/08/87	2	4	01/08/87	2.2	6.2
02/08/87	6.3	0.8	02/08/87	10.3	4	02/08/87	0	2	02/08/87	5	2.2
03/08/87	0	6.3	03/08/87	11.8	10.3	03/08/87	5	0	03/08/87	0	5

04/08/87	0.1	0	04/08/87	0	11.8	04/08/87	0	5	04/08/87	0.2	0
05/08/87	0	0.1	05/08/87	2.2	0	05/08/87	0	0	05/08/87	1.8	0.2
06/08/87	0.1	0	06/08/87	2.4	2.2	06/08/87	0	0	06/08/87	2.5	1.8
07/08/87	0.7	0.1	07/08/87	4.1	2.4	07/08/87	0	0	07/08/87	0.2	2.5
08/08/87	0	0.7	08/08/87	1.4	4.1	08/08/87	2	0	08/08/87	0.2	0.2
09/08/87	0.1	0	09/08/87	6	1.4	09/08/87	0	2	09/08/87	0	0.2
10/08/87	6.6	0.1	10/08/87	0	6	10/08/87	12	0	10/08/87	7.5	0
11/08/87	1.5	6.6	11/08/87	7.2	0	11/08/87	3	12	11/08/87	1.4	7.5
12/08/87	0.6	1.5	12/08/87	2.5	7.2	12/08/87	1	3	12/08/87	0	1.4
13/08/87	1.2	0.6	13/08/87	1.4	2.5	13/08/87	0	1	13/08/87	6.2	0
14/08/87	0	1.2	14/08/87	0	1.4	14/08/87	0	0	14/08/87	0	6.2
15/08/87	0	0	15/08/87	0	0	15/08/87	0	0	15/08/87	0	0
16/08/87	6.9	0	16/08/87	0	0	16/08/87	2	0	16/08/87	0	0
17/08/87	2.7	6.9	17/08/87	5.5	0	17/08/87	0	2	17/08/87	1.9	0
18/08/87	0	2.7	18/08/87	10.5	5.5	18/08/87	0	0	18/08/87	0	1.9
19/08/87	0.4	0	19/08/87	0.3	10.5	19/08/87	0	0	19/08/87	2.2	0
20/08/87	0	0.4	20/08/87	11.4	0.3	20/08/87	13	0	20/08/87	0.3	2.2
21/08/87	2.3	0	21/08/87	4.7	11.4	21/08/87	0	13	21/08/87	0	0.3
22/08/87	0.2	2.3	22/08/87	1.4	4.7	22/08/87	0	0	22/08/87	0	0
23/08/87	0.8	0.2	23/08/87	10.7	1.4	23/08/87	0	0	23/08/87	1.2	0
24/08/87	1	0.8	24/08/87	12	10.4	24/08/87	2	0	24/08/87	5.5	1.2
25/08/87	1.8	1	25/08/87	14.8	12	25/08/87	2	2	25/08/87	0	5.5
26/08/87	1	1.8	26/08/87	0	14.8	26/08/87	0	2	26/08/87	7.5	0
27/08/87	0.4	1	27/08/87	10.3	0	27/08/87	10.5	0	27/08/87	0	7.5
28/08/87	0	0.4	28/08/87	9.1	10.3	28/08/87	0	10.5	28/08/87	1	0
29/08/87	8.2	0	29/08/87	0	9.1	29/08/87	0	0	29/08/87	1.5	1
30/08/87	0	8.2	30/08/87	4.3	0	30/08/87	2	0	30/08/87	7.5	1.5
31/08/87	0	0	31/08/87	4.4	4.3	31/08/87	3	2	31/08/87	0	7.5
01/09/87	14.1	0	01/09/87	0.6	4.4	01/09/87	0	3	01/09/87	8.6	0
02/09/87	4.3	14.1	02/09/87	10.9	0.6	02/09/87	13	0	02/09/87	2.8	8.6
03/09/87	0	4.3	03/09/87	2.3	10.9	03/09/87	5	13	03/09/87	1.9	2.8
04/09/87	1.4	0	04/09/87	2.1	2.3	04/09/87	3	5	04/09/87	5.2	1.9
05/09/87	2.9	1.4	05/09/87	4	2.1	05/09/87	0	3	05/09/87	3.6	1.6
06/09/87	0.5	2.9	06/09/87	10.7	4	06/09/87	2	0	06/09/87	0	3.6
07/09/87	85.9	0.5	07/09/87	0	10.7	07/09/87	1	2	07/09/87	11	0
08/09/87	0	85.9	08/09/87	1.4	0.3	08/09/87	7	1	08/09/87	2.5	11
09/09/87	0	0	09/09/87	1.7	1.4	09/09/87	1	7	09/09/87	0	2.5
10/09/87	0	0	10/09/87	1.5	1.7	10/09/87	0	1	10/09/87	0	0
11/09/87	2.3	0	11/09/87	0	1.5	11/09/87	0	0	11/09/87	1.4	0
12/09/87	3	2.3	12/09/87	4.5	0	12/09/87	0	0	12/09/87	2.3	1.4
13/09/87	0.4	3	13/09/87	11.3	4.5	13/09/87	2.6	0	13/09/87	2	2.3
14/09/87	15.7	0.4	14/09/87	5.1	11.3	14/09/87	0	2.6	14/09/87	9.5	2
15/09/87	0	15.7	15/09/87	11.7	5.1	15/09/87	14.3	0	15/09/87	0	9.5
16/09/87	1.1	0	16/09/87	3	11.7	16/09/87	5	14.3	16/09/87	13	0
17/09/87	0	1.1	17/09/87	0	3	17/09/87	0	5	17/09/87	0	13
18/09/87	0.2	0	18/09/87	0	0	18/09/87	0	0	18/09/87	4.6	0
19/09/87	0.1	0.2	19/09/87	2.4	0	19/09/87	2	0	19/09/87	22.5	4.6
20/09/87	7.3	0.1	20/09/87	14.6	2.4	20/09/87	4	2	20/09/87	4.5	22.5
21/09/87	2	7.3	21/09/87	8.5	14.6	21/09/87	9	4	21/09/87	10	4.5
22/09/87	0.3	2	22/09/87	4.7	8.5	22/09/87	3	9	22/09/87	4	10
23/09/87	6.9	0.3	23/09/87	4.3	4.7	23/09/87	1	3	23/09/87	11.2	4
24/09/87	1.4	6.9	24/09/87	8.5	4.3	24/09/87	0	1	24/09/87	3.2	8
25/09/87	0	1.4	25/09/87	9.9	8.5	25/09/87	2.5	0	25/09/87	0	3.2
26/09/87	0	0	26/09/87	0	9.9	26/09/87	0	2.5	26/09/87	0	0
27/09/87	4.8	0	27/09/87	0	0	27/09/87	0	0	27/09/87	10.5	0
28/09/87	43.7	4.8	28/09/87	16.2	0	28/09/87	5.4	0	28/09/87	40	10.5
29/09/87	1.1	43.7	29/09/87	0	16.2	29/09/87	15	5.4	29/09/87	0.5	40
30/09/87	0	1.1	30/09/87	0	0	30/09/87	0	15	30/09/87	0	0.5
01/10/87	0	0	01/10/87	0	0	01/10/87	0	0	01/10/87	0	0
02/10/87	54.6	0	02/10/87	0	0	02/10/87	0	0	02/10/87	48	0
03/10/87	3.1	54.6	03/10/87	0	0	03/10/87	62	0	03/10/87	3.3	48
04/10/87	5.5	3.1	04/10/87	0	0	04/10/87	0	62	04/10/87	8	3.3
05/10/87	6.6	5.5	05/10/87	0	0	05/10/87	8	0	05/10/87	7	8
06/10/87	0	6.6	06/10/87	0	0	06/10/87	20	8	06/10/87	0	7
07/10/87	7.8	0	07/10/87	0	0	07/10/87	0	20	07/10/87	5.9	0
08/10/87	2.2	7.8	08/10/87	0	0	08/10/87	10	0	08/10/87	6.3	5.9
09/10/87	0.2	2.2	09/10/87	0	0	09/10/87	7	10	09/10/87	0.8	6.3
10/10/87	4.5	0.2	10/10/87	0	0	10/10/87	7.3	7	10/10/87	5.3	0.8
11/10/87	0	4.5	11/10/87	0	0	11/10/87	6	7.3	11/10/87	0	5.3
12/10/87	1.2	0	12/10/87	0	0	12/10/87	0	6	12/10/87	4.5	0
13/10/87	3.7	1.2	13/10/87	0	0	13/10/87	0	0	13/10/87	0	4.5
14/10/87	0.1	3.7	14/10/87	0.3	0	14/10/87	0.3	0	14/10/87	1	0
15/10/87	0.1	0.1	15/10/87	0	0.3	15/10/87	7	0.3	15/10/87	0.4	1.6
16/10/87	0.4	0.1	16/10/87	0	0	16/10/87	2	7	16/10/87	0.6	0.4

17/10/87	1.7	0.4	17/10/87	0	0	17/10/87	0	2	17/10/87	1.1	0.6
18/10/87	0	1.7	18/10/87	0	0	18/10/87	0	0	18/10/87	22	1.1
19/10/87	0.9	0	19/10/87	0	0	19/10/87	2.3	0	19/10/87	1	22
20/10/87	0	0.9	20/10/87	0	0	20/10/87	4	2.3	20/10/87	0	1
21/10/87	1	0	21/10/87	0	0	21/10/87	0	4	21/10/87	2.5	0
22/10/87	0	1	22/10/87	0	0	22/10/87	0.5	0	22/10/87	0.2	2.5
23/10/87	0.4	0	23/10/87	0	0	23/10/87	0	0.5	23/10/87	0	0.2
24/10/87	0	0.4	24/10/87	0	0	24/10/87	0	0	24/10/87	0	0
25/10/87	0.3	0	25/10/87	0	0	25/10/87	0	0	25/10/87	29	0
26/10/87	4.4	0.3	26/10/87	0	0	26/10/87	9	0	26/10/87	20.2	29
27/10/87	15.3	4.4	27/10/87	0.8	0	27/10/87	4	9	27/10/87	9	20.2
28/10/87	0	15.3	28/10/87	0	0.8	28/10/87	14	4	28/10/87	17.5	9
29/10/87	3.6	0	29/10/87	1.7	0	29/10/87	4	14	29/10/87	4	17.5
30/10/87	2	3.6	30/10/87	0.4	1.7	30/10/87	0	4	30/10/87	1	4
31/10/87	16.1	2	31/10/87	0	0.4	31/10/87	7	0	31/10/87	18.2	1
01/11/87	1	16.1	01/11/87	0	0	01/11/87	14	7	01/11/87	3.5	18.2
02/11/87	0	1	02/11/87	0	0	02/11/87	0	14	02/11/87	4.8	3.5
03/11/87	0.5	0	03/11/87	0.2	0	03/11/87	0	0	03/11/87	6	4.8
04/11/87	5.8	0.5	04/11/87	16.8	0.2	04/11/87	4	0	04/11/87	1	6
05/11/87	12.4	5.8	05/11/87	1.8	16.8	05/11/87	6	0	05/11/87	16.5	1
06/11/87	0	12.4	06/11/87	8.4	1.8	06/11/87	0	0	06/11/87	0	16.5
07/11/87	0	0	07/11/87	0.2	8.4	07/11/87	0	0	07/11/87	0	0
08/11/87	0	0	08/11/87	0.2	0.2	08/11/87	0	0	08/11/87	0	0
09/11/87	0	0	09/11/87	0.1	0.2	09/11/87	0	0	09/11/87	0	0
10/11/87	0	0	10/11/87	0	0.1	10/11/87	0	0	10/11/87	0	0
11/11/87	0	0	11/11/87	0	0	11/11/87	0	0	11/11/87	0	0
12/11/87	0	0	12/11/87	0.2	0	12/11/87	0	0	12/11/87	0	0
13/11/87	0	0	13/11/87	0.1	0.2	13/11/87	0	0	13/11/87	0	0
14/11/87	0	0	14/11/87	0.1	0.1	14/11/87	0	0	14/11/87	0	0
15/11/87	0	0	15/11/87	0.1	0.1	15/11/87	0	0	15/11/87	0	0
16/11/87	0	0	16/11/87	1.7	0.1	16/11/87	0	0	16/11/87	0	0
17/11/87	0	0	17/11/87	2.8	1.7	17/11/87	0	0	17/11/87	0	0
18/11/87	6.3	6.3	18/11/87	0	2.8	18/11/87	0	0	18/11/87	7.7	0
19/11/87	3.5	3.5	19/11/87	0	6.8	19/11/87	19	0	19/11/87	8.9	7.7
20/11/87	0	0	20/11/87	0	4.5	20/11/87	7	19	20/11/87	0	8.9
21/11/87	0	0	21/11/87	0	1.5	21/11/87	0	7	21/11/87	0	0
22/11/87	0	0	22/11/87	0	0	22/11/87	0	0	22/11/87	0	0
23/11/87	0.6	0.6	23/11/87	0	0	23/11/87	0	0	23/11/87	0.6	0
24/11/87	5.6	5.6	24/11/87	11.7	0	24/11/87	2	0	24/11/87	0	0.6
25/11/87	0	0	25/11/87	1.4	1.7	25/11/87	1	2	25/11/87	23	1
26/11/87	1.2	1.2	26/11/87	1.5	1.4	26/11/87	0	1	26/11/87	0.2	23
27/11/87	0.1	0.1	27/11/87	0	1.5	27/11/87	0	0	27/11/87	0	0.2
28/11/87	7.5	7.5	28/11/87	0	0	28/11/87	0	0	28/11/87	1	0
29/11/87	0	0	29/11/87	0	0	29/11/87	13	0	29/11/87	6.5	1
30/11/87	13.3	10	30/11/87	7.3	0	30/11/87	0	13	30/11/87	3.1	6.5
01/12/87	0.7	13.3	01/12/87	6.8	7.3	01/12/87	1	0	01/12/87	0	3.1
02/12/87	0	0.7	02/12/87	0	6.8	02/12/87	0	1	02/12/87	0.9	0
03/12/87	32.5	0	03/12/87	10.9	0	03/12/87	14	0	03/12/87	51.7	0.9
04/12/87	4.3	32.5	04/12/87	11.2	10.9	04/12/87	0	14	04/12/87	7	51.7
05/12/87	0	4.3	05/12/87	13.8	11.2	05/12/87	4	0	05/12/87	0	7
06/12/87	2	0	06/12/87	0	13.8	06/12/87	2	4	06/12/87	0	0
07/12/87	0	2	07/12/87	12.2	0	07/12/87	0	2	07/12/87	0	0
08/12/87	0	0	08/12/87	0	12.2	08/12/87	0	0	08/12/87	0	0
09/12/87	0	0	09/12/87	0	0	09/12/87	0	0	09/12/87	0.7	0
10/12/87	0	0	10/12/87	0	0.1	10/12/87	0	0	10/12/87	0	0.7
11/12/87	0	0	11/12/87	0	0	11/12/87	0	0	11/12/87	0	0
12/12/87	0	0	12/12/87	0	0.4	12/12/87	0	0	12/12/87	0	0
13/12/87	0	0	13/12/87	0	0	13/12/87	0	0	13/12/87	0	0
14/12/87	0	0	14/12/87	0	0	14/12/87	0	0	14/12/87	0	0
15/12/87	0	0	15/12/87	0	0	15/12/87	0	0	15/12/87	0	0
16/12/87	0	0	16/12/87	0	0	16/12/87	0	0	16/12/87	0	0
17/12/87	0	0	17/12/87	0	0	17/12/87	0	0	17/12/87	0	0
18/12/87	0	0	18/12/87	0	0	18/12/87	0	0	18/12/87	0	0
19/12/87	0	0	19/12/87	12.1	0	19/12/87	0	0	19/12/87	0	0
20/12/87	0	0	20/12/87	0	0	20/12/87	0	0	20/12/87	0	0
21/12/87	0	0	21/12/87	0	12.1	21/12/87	0	0	21/12/87	0	0
22/12/87	0	0	22/12/87	0.8	0	22/12/87	0	0	22/12/87	0	0
23/12/87	0	0	23/12/87	0	0	23/12/87	0	0	23/12/87	0	0
24/12/87	0	0	24/12/87	0	0.8	24/12/87	0	0	24/12/87	0	0
25/12/87	0	0	25/12/87	0	0	25/12/87	0	0	25/12/87	0	0
26/12/87	0	0	26/12/87	0	0	26/12/87	0	0	26/12/87	0	0
27/12/87	0	0	27/12/87	0	0	27/12/87	0	0	27/12/87	0	0
28/12/87	0	0	28/12/87	0	0	28/12/87	0	0	28/12/87	0	0
29/12/87	0	0	29/12/87	0	0	29/12/87	0	0	29/12/87	0	0

30/12/87	0	0	30/12/87	0	0.4	30/12/87	0	0	30/12/87	0	2
31/12/87	0	0	31/12/87	0	0	31/12/87	0	0	31/12/87	0	0
01/01/88	0	0	01/01/88	0	0	01/01/88	0	0	01/01/88	0	0
02/01/88	0	0	02/01/88	0	0	02/01/88	0	0	02/01/88	0	0
03/01/88	0	0	03/01/88	0	0	03/01/88	0	0	03/01/88	0	0
04/01/88	0	0	04/01/88	0	0	04/01/88	0	0	04/01/88	0	0
05/01/88	0.8	0	05/01/88	0	0	05/01/88	0	0	05/01/88	0	0
06/01/88	0	0.8	06/01/88	0	0.1	06/01/88	0	0	06/01/88	0	0
07/01/88	0	0	07/01/88	0	0	07/01/88	0	0	07/01/88	0	0
08/01/88	0	0	08/01/88	0	0	08/01/88	1	0	08/01/88	0	0
09/01/88	0	0	09/01/88	0	0	09/01/88	0	0	09/01/88	0	0
10/01/88	0.5	0	10/01/88	0	0	10/01/88	0	1	10/01/88	0	0
11/01/88	0	0.5	11/01/88	0	0	11/01/88	0	0	11/01/88	0	0
12/01/88	0.1	0	12/01/88	0	0	12/01/88	0	0	12/01/88	0	0
13/01/88	0	0.1	13/01/88	0	0	13/01/88	0	0	13/01/88	0	0
14/01/88	39.8	0	14/01/88	0	0	14/01/88	9.5	0	14/01/88	36	0
15/01/88	28	39.8	15/01/88	1.3	1.3	15/01/88	0	9.5	15/01/88	33.6	36
16/01/88	5.1	28	16/01/88	0	0	16/01/88	0	0	16/01/88	0	33.6
17/01/88	0.1	5.1	17/01/88	0	0	17/01/88	3.5	0	17/01/88	0	0
18/01/88	0.7	0.1	18/01/88	0	0	18/01/88	0	3.5	18/01/88	3.1	0
19/01/88	0	0.7	19/01/88	1	1	19/01/88	0	0	19/01/88	0	3.1
20/01/88	0.9	0	20/01/88	0	0	20/01/88	0	0	20/01/88	0	0
21/01/88	0	0.9	21/01/88	0	0	21/01/88	0	0	21/01/88	0	0
22/01/88	0	0	22/01/88	0	0	22/01/88	0	0	22/01/88	0	0
23/01/88	0.1	0	23/01/88	0	0	23/01/88	0	0	23/01/88	0	0
24/01/88	0	0.1	24/01/88	0	0	24/01/88	0	0	24/01/88	0	0
25/01/88	1.7	0	25/01/88	0	0	25/01/88	0	0	25/01/88	0	0
26/01/88	0.3	1.7	26/01/88	0	0	26/01/88	0	0	26/01/88	0.4	0
27/01/88	0	0.3	27/01/88	0	0	27/01/88	0	0	27/01/88	0	0.4
28/01/88	0.8	0	28/01/88	0	0	28/01/88	0	0	28/01/88	2	0
29/01/88	0	0.8	29/01/88	0	0	29/01/88	0	0	29/01/88	0	2
30/01/88	0	0	30/01/88	0	0	30/01/88	0	0	30/01/88	0	0
31/01/88	0	0	31/01/88	0	0	31/01/88	0	0	31/01/88	0	0
01/02/88	0	0	01/02/88	0	0	01/02/88	0	0	01/02/88	0	0
02/02/88	13	0	02/02/88	0	0	02/02/88	48	0	02/02/88	24.5	0
03/02/88	6.8	13	03/02/88	28.3	0	03/02/88	2	48	03/02/88	19.2	24.5
04/02/88	9.3	6.8	04/02/88	7.6	28.3	04/02/88	6.5	2	04/02/88	7.3	19.2
05/02/88	19.3	9.3	05/02/88	4	7.6	05/02/88	18	6.5	05/02/88	11.8	7.3
06/02/88	0	19.3	06/02/88	21.5	4	06/02/88	0	18	06/02/88	0	11.8
07/02/88	0.3	0	07/02/88	0	21.5	07/02/88	2	0	07/02/88	0	0
08/02/88	5.3	0.3	08/02/88	0.1	0	08/02/88	0	2	08/02/88	0.7	0
09/02/88	7.2	5.3	09/02/88	1.7	0.1	09/02/88	76	0	09/02/88	10	0.7
10/02/88	0	7.2	10/02/88	1.3	1.7	10/02/88	0	76	10/02/88	0	10
11/02/88	6.1	0	11/02/88	0	1.3	11/02/88	0	0	11/02/88	0.7	0
12/02/88	0	6.1	12/02/88	0	0	12/02/88	4	0	12/02/88	0	0.7
13/02/88	0	0	13/02/88	0	0	13/02/88	0	4	13/02/88	0	0
14/02/88	0.2	0	14/02/88	4.8	0	14/02/88	0	0	14/02/88	0	0.2
15/02/88	0	0.2	15/02/88	0	4.8	15/02/88	0	0	15/02/88	7.8	7.8
16/02/88	0	0	16/02/88	0	0	16/02/88	0	0	16/02/88	0	0
17/02/88	0	0	17/02/88	0	0	17/02/88	0	0	17/02/88	0	0
18/02/88	0	0	18/02/88	0	0	18/02/88	0	0	18/02/88	0	0
19/02/88	0	0	19/02/88	0	0	19/02/88	7	0	19/02/88	0	0
20/02/88	6	0	20/02/88	0	1.2	20/02/88	28	7	20/02/88	17	0
21/02/88	27.7	6	21/02/88	30.9	0	21/02/88	0.5	28	21/02/88	40	17
22/02/88	6	27.7	22/02/88	6	30.9	22/02/88	10	0.5	22/02/88	15.5	40
23/02/88	14.2	6	23/02/88	1.6	6	23/02/88	17	10	23/02/88	1.3	15.5
24/02/88	21.2	14.2	24/02/88	12.6	1.6	24/02/88	0	17	24/02/88	23	1.3
25/02/88	3.5	21.2	25/02/88	36.3	12.6	25/02/88	0	0	25/02/88	7.7	23
26/02/88	4	3.5	26/02/88	0.9	36.3	26/02/88	0	0	26/02/88	5.9	9.3
27/02/88	9.1	4	27/02/88	14.4	0.9	27/02/88	0	0	27/02/88	2	5.9
28/02/88	0	9.1	28/02/88	0	14.4	28/02/88	0	0	28/02/88	3.6	2
29/02/88	2	0	29/02/88	0	0	29/02/88	10	0	29/02/88	2.8	3.6
01/03/88	0	2	01/03/88	0	0	01/03/88	0	10	01/03/88	0	2.8
02/03/88	0	0	02/03/88	0	0	02/03/88	0	0	02/03/88	0	0
03/03/88	0	0	03/03/88	0	0	03/03/88	0	0	03/03/88	0	0
04/03/88	0	0	04/03/88	0	0	04/03/88	0	0	04/03/88	0	0
05/03/88	0	0	05/03/88	0	0	05/03/88	0	0	05/03/88	0	0
06/03/88	0	0	06/03/88	0	0	06/03/88	0	0	06/03/88	0	0
07/03/88	0	0	07/03/88	0	0	07/03/88	0	0	07/03/88	0	0
08/03/88	0	0	08/03/88	1.9	0	08/03/88	0	0	08/03/88	0	0
09/03/88	0	0	09/03/88	0	19	09/03/88	0	0	09/03/88	0	0
10/03/88	0	0	10/03/88	0	0	10/03/88	0	0	10/03/88	0	0
11/03/88	0	0	11/03/88	0	0	11/03/88	13.5	0	11/03/88	21.5	0
12/03/88	32.7	0	12/03/88	0.2	0	12/03/88	0	0	12/03/88	0	21.5

13/03/88	0	32.7	13/03/88	5.3	0.2	13/03/88	44	13.5	13/03/88	8.5	0
14/03/88	38.2	0	14/03/88	0.7	5.3	14/03/88	1	0	14/03/88	2.2	8.5
15/03/88	0	38.2	15/03/88	0.2	0.7	15/03/88	0	44	15/03/88	0	2.2
16/03/88	0	0	16/03/88	0	0.2	16/03/88	0	1	16/03/88	0	0
17/03/88	0	0	17/03/88	0	0	17/03/88	0	0	17/03/88	0	0
18/03/88	0	0	18/03/88	0	0	18/03/88	0	0	18/03/88	0	0
19/03/88	0	0	19/03/88	0	0	19/03/88	0	0	19/03/88	0	0
20/03/88	0	0	20/03/88	0	0	20/03/88	0	0	20/03/88	0	0
21/03/88	0	0	21/03/88	0	0	21/03/88	0	0	21/03/88	0	0
22/03/88	0	0	22/03/88	0	0	22/03/88	0	0	22/03/88	0	0
23/03/88	0	0	23/03/88	0	0	23/03/88	0	0	23/03/88	0	0
24/03/88	0	0	24/03/88	0	0	24/03/88	1	0	24/03/88	0	0
25/03/88	0	0	25/03/88	0	0	25/03/88	0	1	25/03/88	0	0
26/03/88	0	0	26/03/88	0.1	0	26/03/88	0	0	26/03/88	0	0
27/03/88	0	0	27/03/88	0	0.1	27/03/88	0	0	27/03/88	0	0
28/03/88	15.7	0	28/03/88	0	0	28/03/88	26	0	28/03/88	26.8	0
29/03/88	0.5	15.7	29/03/88	1.3	0	29/03/88	0	26	29/03/88	0	26.8
30/03/88	0.3	0.5	30/03/88	14.7	13	30/03/88	26	0	30/03/88	19.2	0
31/03/88	2.9	0.3	31/03/88	4.8	14.7	31/03/88	26	26	31/03/88	19.2	19.2
01/04/88	0	2.9	01/04/88	0	4.8	01/04/88	0	26	01/04/88	3.2	3.2
02/04/88	0	0	02/04/88	0.7	0	02/04/88	2	0	02/04/88	0	0
03/04/88	0	0	03/04/88	0.1	0.7	03/04/88	0	2	03/04/88	0	0
04/04/88	0	0	04/04/88	1	0.1	04/04/88	0	0	04/04/88	0	0
05/04/88	1.3	0	05/04/88	1	1	05/04/88	0	0	05/04/88	10.3	0
06/04/88	0	1.3	06/04/88	0	1	06/04/88	5.5	0	06/04/88	2.5	11.2
07/04/88	0.8	0	07/04/88	0	1.5	07/04/88	0	5.5	07/04/88	0	0
08/04/88	2.4	0.8	08/04/88	0	0.9	08/04/88	0	0	08/04/88	2.7	2.7
09/04/88	5.9	2.4	09/04/88	0	1.8	09/04/88	0	0	09/04/88	4	4
10/04/88	16.6	5.9	10/04/88	0.8	2.2	10/04/88	0	0	10/04/88	3	3
11/04/88	1	16.6	11/04/88	19.5	0.8	11/04/88	20	0	11/04/88	13.5	13.5
12/04/88	9.2	1	12/04/88	7.1	19.5	12/04/88	16	20	12/04/88	3	3
13/04/88	0.1	9.2	13/04/88	0	7.1	13/04/88	2	16	13/04/88	5.2	5.2
14/04/88	0	0.1	14/04/88	3.2	0	14/04/88	0	2	14/04/88	0	0
15/04/88	0.1	0	15/04/88	0	3.2	15/04/88	0	0	15/04/88	0	0
16/04/88	0	0.1	16/04/88	0	0	16/04/88	0	0	16/04/88	0	0
17/04/88	0.5	0	17/04/88	0	0	17/04/88	0	0	17/04/88	0	0
18/04/88	0	0.5	18/04/88	0.2	0	18/04/88	10	0	18/04/88	18.5	18.5
19/04/88	0	0	19/04/88	0.1	2	19/04/88	9	10	19/04/88	0	0
20/04/88	0	0	20/04/88	0.1	0.1	20/04/88	0	9	20/04/88	0	0
21/04/88	5.9	0	21/04/88	0	0.1	21/04/88	0	0	21/04/88	7	7
22/04/88	0	5.9	22/04/88	12.2	0	22/04/88	2	0	22/04/88	3.5	3.5
23/04/88	0	0	23/04/88	2.4	12.2	23/04/88	0	2	23/04/88	0	0
24/04/88	0	0	24/04/88	0	2.4	24/04/88	0	0	24/04/88	0	0
25/04/88	0.1	0	25/04/88	0	0	25/04/88	0	0	25/04/88	0	0
26/04/88	0.2	0.1	26/04/88	1.3	0	26/04/88	10	0	26/04/88	2.1	2.1
27/04/88	0.1	0.2	27/04/88	0	1.3	27/04/88	5	10	27/04/88	17.2	17.2
28/04/88	1.2	0.1	28/04/88	0.2	0	28/04/88	1	5	28/04/88	9.5	9.5
29/04/88	1.1	1.2	29/04/88	5.6	0.2	29/04/88	0	1	29/04/88	3	3
30/04/88	0	1.1	30/04/88	0	5.6	30/04/88	0	0	30/04/88	0	4.4
01/05/88	5.1	0	01/05/88	0	0	01/05/88	5	0	01/05/88	0.1	0
02/05/88	0.1	5.1	02/05/88	20.6	0	02/05/88	4	5	02/05/88	7.4	7.4
03/05/88	0.3	0.1	03/05/88	4.7	20.6	03/05/88	1.3	4	03/05/88	2.6	2.6
04/05/88	1.9	0.3	04/05/88	6.7	4.7	04/05/88	0	1.3	04/05/88	0.6	0.6
05/05/88	0	1.9	05/05/88	0.2	6.7	05/05/88	0	0	05/05/88	0	0
06/05/88	0.2	0	06/05/88	6.2	0.2	06/05/88	1	0	06/05/88	0	0
07/05/88	1.9	0.2	07/05/88	0.6	6.2	07/05/88	0	1	07/05/88	4.2	4.2
08/05/88	0.1	1.9	08/05/88	0	0.6	08/05/88	0	0	08/05/88	1.8	1.8
09/05/88	0	0.1	09/05/88	0.8	0	09/05/88	0	0	09/05/88	5.3	5.3
10/05/88	18.9	0	10/05/88	0.1	0.8	10/05/88	0	0	10/05/88	0.1	0
11/05/88	0.9	18.9	11/05/88	2.7	0.1	11/05/88	56	0	11/05/88	35.5	35.5
12/05/88	22.8	0.9	12/05/88	6.1	2.7	12/05/88	3	56	12/05/88	5	5
13/05/88	0	22.8	13/05/88	0	6.1	13/05/88	18	3	13/05/88	19.6	19.6
14/05/88	0.6	0	14/05/88	0	0	14/05/88	0	18	14/05/88	0	0
15/05/88	0	0.6	15/05/88	0	0	15/05/88	5	0	15/05/88	5	5
16/05/88	4	0	16/05/88	0	0.3	16/05/88	0.5	5	16/05/88	0	0
17/05/88	0.2	4	17/05/88	0	2.6	17/05/88	0	0.5	17/05/88	4.7	4.7
18/05/88	0.4	0.2	18/05/88	0	0.4	18/05/88	0	0	18/05/88	2.4	2.4
19/05/88	0	0.4	19/05/88	0	0.1	19/05/88	0	0	19/05/88	0	0
20/05/88	0	0	20/05/88	0	0	20/05/88	0	0	20/05/88	0	0
21/05/88	0	0	21/05/88	0	0	21/05/88	0	0	21/05/88	0	0
22/05/88	2	0	22/05/88	0	0	22/05/88	0.5	0	22/05/88	0	0
23/05/88	0	2	23/05/88	0	0.3	23/05/88	0	0.5	23/05/88	0.2	0.2
24/05/88	0	0	24/05/88	0	0	24/05/88	0	0	24/05/88	0	0
25/05/88	0	0.2	25/05/88	0.5	0	25/05/88	0	0	25/05/88	0.8	0.8

26/05/88	0	3	26/05/88	0	0.5	26/05/88	21	0	26/05/88	0	0
27/05/88	0	27.3	27/05/88	1.3	0	27/05/88	7	21	27/05/88	31	31
28/05/88	0	4.6	28/05/88	10.6	13	28/05/88	0	7	28/05/88	0	0
29/05/88	0	1.3	29/05/88	3.6	10.6	29/05/88	0	0	29/05/88	0	0
30/05/88	0	0.8	30/05/88	5.8	3.6	30/05/88	7.5	0	30/05/88	0.2	0
31/05/88	2.9	10.2	31/05/88	6.6	5.8	31/05/88	14.4	7.5	31/05/88	20.3	20
01/06/88	1	2.9	01/06/88	0	6.6	01/06/88	3	14.4	01/06/88	5.7	0.5
02/06/88	0	1	02/06/88	0	4.9	02/06/88	9	3	02/06/88	8.5	8.5
03/06/88	6.8	0	03/06/88	0	6.4	03/06/88	0	9	03/06/88	0	0
04/06/88	0.3	6.8	04/06/88	0	5.8	04/06/88	0	0	04/06/88	6.4	6.4
05/06/88	0	0.3	05/06/88	0	2.5	05/06/88	0	0	05/06/88	4.3	4.3
06/06/88	0	0	06/06/88	0	0	06/06/88	0	0	06/06/88	0	0
07/06/88	0	0	07/06/88	0	0	07/06/88	0	0	07/06/88	0	0
08/06/88	0.4	0	08/06/88	0	0	08/06/88	0	0	08/06/88	0	0
09/06/88	4.9	0.4	09/06/88	3.6	0	09/06/88	20	0	09/06/88	0	0
10/06/88	40	4.9	10/06/88	31.1	3.6	10/06/88	34	30	10/06/88	12	12
11/06/88	6	40	11/06/88	3.8	31.1	11/06/88	2	34	11/06/88	43.8	43.8
12/06/88	20	6	12/06/88	0	3.8	12/06/88	0	2	12/06/88	4	4
13/06/88	2.8	20	13/06/88	0	0	13/06/88	2	2	13/06/88	0.2	0
14/06/88	0.4	2.8	14/06/88	7.9	0	14/06/88	3	3	14/06/88	3.7	3
15/06/88	10.6	0.4	15/06/88	9.9	7.9	15/06/88	2	2	15/06/88	3	3
16/06/88	4.3	10.6	16/06/88	1.6	9.9	16/06/88	18	18	16/06/88	16.2	16.2
17/06/88	6.2	4.3	17/06/88	0.4	1.6	17/06/88	0	0	17/06/88	0.7	0.7
18/06/88	8.6	6.2	18/06/88	0.3	0.4	18/06/88	0	0	18/06/88	4.3	4.3
19/06/88	4.3	8.6	19/06/88	0	0.3	19/06/88	0	0	19/06/88	5	5
20/06/88	0	4.3	20/06/88	9.2	0	20/06/88	8.5	0	20/06/88	10	10
21/06/88	0	0	21/06/88	1	9.2	21/06/88	0	8.5	21/06/88	0	0
22/06/88	0	0.2	22/06/88	0	1	22/06/88	0	0	22/06/88	0	0
23/06/88	0	0.4	23/06/88	1	0	23/06/88	0	0	23/06/88	2	2
24/06/88	0	2.7	24/06/88	1.8	1	24/06/88	4.5	0	24/06/88	8.2	8.2
25/06/88	0	1.9	25/06/88	0.9	1.8	25/06/88	2	4.5	25/06/88	7.2	7.2
26/06/88	0	2	26/06/88	1.9	0.9	26/06/88	1.6	2	26/06/88	3	3
27/06/88	0	0.9	27/06/88	0	1.9	27/06/88	1	1.6	27/06/88	0.3	0.3
28/06/88	2.3	0.2	28/06/88	0	0	28/06/88	0.5	1	28/06/88	0	0
29/06/88	2.4	2.3	29/06/88	8.4	0	29/06/88	3	0.5	29/06/88	4.3	4
30/06/88	1.8	2.4	30/06/88	11.1	8.4	30/06/88	0	3	30/06/88	2	2
01/07/88	0	1.8	01/07/88	3.1	11.1	01/07/88	0	0	01/07/88	0.4	1.4
02/07/88	1.2	0	02/07/88	7.2	3.1	02/07/88	0	0	02/07/88	0.2	0.2
03/07/88	2.7	1.2	03/07/88	0	7.2	03/07/88	0	0	03/07/88	0.3	0.3
04/07/88	0.1	2.7	04/07/88	0	0.4	04/07/88	0	0	04/07/88	2	2
05/07/88	4.8	0.1	05/07/88	0	0.8	05/07/88	4	0	05/07/88	4.5	4
06/07/88	0.9	4.8	06/07/88	6.7	3.9	06/07/88	1	4	06/07/88	3	3
07/07/88	0.2	0.9	07/07/88	2	6.7	07/07/88	0	1	07/07/88	1	1
08/07/88	2.4	0.2	08/07/88	1.1	2	08/07/88	0	0	08/07/88	0.3	0.3
09/07/88	4.2	2.4	09/07/88	11.4	1.1	09/07/88	6	0	09/07/88	8.3	8.3
10/07/88	0.3	4.2	10/07/88	2.8	11.4	10/07/88	8	6	10/07/88	23	23
11/07/88	6.7	0.3	11/07/88	3.1	2.8	11/07/88	0	8	11/07/88	1.7	1
12/07/88	4.6	6.7	12/07/88	5	3.1	12/07/88	6	0	12/07/88	3.9	3.9
13/07/88	0	4.6	13/07/88	5.3	5	13/07/88	1	6	13/07/88	0.8	1.4
14/07/88	0	5.6	14/07/88	4.7	5.3	14/07/88	6	1	14/07/88	7	7
15/07/88	0	2.4	15/07/88	2.6	4.7	15/07/88	0	6	15/07/88	0.1	0
16/07/88	0	0.4	16/07/88	0	2.6	16/07/88	0	0	16/07/88	0	0
17/07/88	0	0	17/07/88	0	0	17/07/88	0	0	17/07/88	0.1	0
18/07/88	29.6	3.2	18/07/88	0.4	0	18/07/88	26	0	18/07/88	2.3	2.3
19/07/88	0.2	29.6	19/07/88	2.6	0.4	19/07/88	5	26	19/07/88	10.4	10.4
20/07/88	0.1	0.2	20/07/88	0.2	2.6	20/07/88	7	5	20/07/88	11	11
21/07/88	0.1	0.1	21/07/88	2	0.2	21/07/88	0.5	7	21/07/88	0.3	0.3
22/07/88	16.7	0.1	22/07/88	0.2	2	22/07/88	0	0.5	22/07/88	0	0
23/07/88	0	16.7	23/07/88	0.4	0.2	23/07/88	46	0	23/07/88	1.8	1.8
24/07/88	2.3	0	24/07/88	5.8	0.4	24/07/88	0	46	24/07/88	0	0
25/07/88	0	2.3	25/07/88	3.3	5.8	25/07/88	10	0	25/07/88	5.8	5.2
26/07/88	9.2	0	26/07/88	0	3.3	26/07/88	0	10	26/07/88	0	0
27/07/88	0	9.2	27/07/88	5.3	0	27/07/88	25	0	27/07/88	38	38
28/07/88	1.8	0	28/07/88	0.2	5.3	28/07/88	0	25	28/07/88	0	0
29/07/88	0.2	1.8	29/07/88	4.1	0.2	29/07/88	29	0	29/07/88	42.8	42.8
30/07/88	0.9	0.2	30/07/88	0	4.1	30/07/88	0	29	30/07/88	0.3	0.3
31/07/88	0	0.9	31/07/88	0	0	31/07/88	0	0	31/07/88	0	0
01/08/88	10.3	0	01/08/88	0	0	01/08/88	0	0	01/08/88	0	0
02/08/88	0.4	19.6	02/08/88	0.7	0	02/08/88	17	0	02/08/88	7.4	7.4
03/08/88	0	10.3	03/08/88	9	0.7	03/08/88	8	17	03/08/88	15.3	15.3
04/08/88	0	0.4	04/08/88	3.8	9	04/08/88	21	8	04/08/88	26.3	26.3
05/08/88	0	5.9	05/08/88	2.9	3.8	05/08/88	0	21	05/08/88	1.2	1.2
06/08/88	0	1.3	06/08/88	3.4	2.9	06/08/88	0	0	06/08/88	1.4	1.4
07/08/88	0	4.5	07/08/88	13.4	3.4	07/08/88	4	0	07/08/88	5.7	5.7

08/08/88	0	3.7	08/08/88	3.4	13.4	08/08/88	2	4	08/08/88	1.5	1.5
09/08/88	2.6	4	09/08/88	2.7	3.4	09/08/88	5	2	09/08/88	11	11
10/08/88	0.6	2.6	10/08/88	14.4	2.7	10/08/88	3	5	10/08/88	7.2	4.8
11/08/88	1.9	0.6	11/08/88	7.2	14.4	11/08/88	0	3	11/08/88	1.2	1.2
12/08/88	0	1.9	12/08/88	3.9	7.2	12/08/88	1	0	12/08/88	1.8	1.8
13/08/88	0.9	0	13/08/88	7.2	3.9	13/08/88	1	1	13/08/88	1.1	1.1
14/08/88	0	0.9	14/08/88	1.5	7.2	14/08/88	0	1	14/08/88	1.9	1.9
15/08/88	6.9	0	15/08/88	7.1	1.5	15/08/88	7	0	15/08/88	5.7	5.2
16/08/88	16.6	6.9	16/08/88	10.4	7.1	16/08/88	3	7	16/08/88	7.5	7.5
17/08/88	0	16.6	17/08/88	8.1	10.4	17/08/88	2.8	3	17/08/88	2	2
18/08/88	3.7	0	18/08/88	12.1	8.1	18/08/88	1.3	2.8	18/08/88	0.4	0.4
19/08/88	2.2	3.7	19/08/88	6.4	12.1	19/08/88	5	1.3	19/08/88	10.2	10.2
20/08/88	12.2	2.2	20/08/88	14.3	6.4	20/08/88	0.5	5	20/08/88	18	18
21/08/88	3	12.2	21/08/88	4.8	14.3	21/08/88	13	0.5	21/08/88	4.2	4.2
22/08/88	0.4	3	22/08/88	1.4	4.8	22/08/88	3	13	22/08/88	5.6	5.6
23/08/88	0	0.4	23/08/88	4.6	1.4	23/08/88	0	3	23/08/88	0.6	0.6
24/08/88	2.2	0	24/08/88	0.6	4.6	24/08/88	0	0	24/08/88	0.1	0
25/08/88	1.5	2.2	25/08/88	0	0.6	25/08/88	2.7	0	25/08/88	5	5
26/08/88	4.3	1.5	26/08/88	0	0	26/08/88	0	2.7	26/08/88	1.7	1.7
27/08/88	1.1	4.3	27/08/88	0	2.5	27/08/88	2	0	27/08/88	1.7	1.7
28/08/88	3.4	1.1	28/08/88	0	7.6	28/08/88	12.2	2	28/08/88	13	13
29/08/88	49.7	3.4	29/08/88	0	6.5	29/08/88	0	12.2	29/08/88	0.7	0.5
30/08/88	0.1	49.7	30/08/88	0	DF	30/08/88	26	0	30/08/88	42.6	42.6
31/08/88	1.9	0.1	31/08/88	0	11.4	31/08/88	1	26	31/08/88	0	0
01/09/88	19.7	1.9	01/09/88	0	1.2	01/09/88	1	0	01/09/88	0	0.6
02/09/88	6.6	19.7	02/09/88	0	4.8	02/09/88	25.4	1	02/09/88	0.8	5
03/09/88	0.2	6.6	03/09/88	0	9.6	03/09/88	5	25.4	03/09/88	51	8.2
04/09/88	1.8	0.2	04/09/88	0	4.2	04/09/88	0	5	04/09/88	8.2	3.3
05/09/88	1.2	1.8	05/09/88	0	0.8	05/09/88	2.6	0	05/09/88	8.3	0
06/09/88	0.5	1.2	06/09/88	0	3.4	06/09/88	3	2.6	06/09/88	4.1	4.3
07/09/88	12.4	0.5	07/09/88	17.7	2.8	07/09/88	0	3	07/09/88	4.3	0
08/09/88	46.5	12.4	08/09/88	21.8	17.7	08/09/88	7.5	0	08/09/88	0.1	7.7
09/09/88	8.4	46.5	09/09/88	0.5	21.8	09/09/88	24	7.5	09/09/88	7.7	26.8
10/09/88	0	8.4	10/09/88	0.1	0.5	10/09/88	0	24	10/09/88	26.8	0.8
11/09/88	1	0	11/09/88	21.3	0.1	11/09/88	0	0	11/09/88	0.8	0
12/09/88	3.3	1	12/09/88	13.2	21.3	12/09/88	3.5	0	12/09/88	0	6
13/09/88	0	3.3	13/09/88	0	13.2	13/09/88	2.4	3.5	13/09/88	7.4	6.8
14/09/88	0	0	14/09/88	0	0	14/09/88	0	2.4	14/09/88	6.8	0
15/09/88	3	0	15/09/88	0	0	15/09/88	0	0	15/09/88	0	0
16/09/88	0	3	16/09/88	0	0.1	16/09/88	0	0	16/09/88	0	0.2
17/09/88	8.7	0	17/09/88	0	0	17/09/88	0	0	17/09/88	0.2	1
18/09/88	2.3	8.7	18/09/88	0	2.6	18/09/88	0	0	18/09/88	1	5
19/09/88	0.3	2.3	19/09/88	0	1.8	19/09/88	8	0	19/09/88	5	5.7
20/09/88	0	0.3	20/09/88	0	3.1	20/09/88	0.5	8	20/09/88	5.7	1.5
21/09/88	0	0	21/09/88	2.3	0	21/09/88	0	0.5	21/09/88	1.5	0
22/09/88	0.1	0	22/09/88	5.1	2.3	22/09/88	1	0	22/09/88	0	0.3
23/09/88	0	0.1	23/09/88	1.4	5.1	23/09/88	0	1	23/09/88	0.3	1.3
24/09/88	13	0	24/09/88	6.5	1.4	24/09/88	0	0	24/09/88	1.3	0
25/09/88	0.2	13	25/09/88	0.3	6.5	25/09/88	2	0	25/09/88	0	3.6
26/09/88	0.6	0.2	26/09/88	0.8	0.3	26/09/88	0	2	26/09/88	3.6	0.5
27/09/88	0	0.6	27/09/88	0.4	0.8	27/09/88	0	0	27/09/88	0.5	0.8
28/09/88	0	0	28/09/88	0	0.4	28/09/88	0	0	28/09/88	0.8	0
29/09/88	0.2	0	29/09/88	6.1	0	29/09/88	1.9	0	29/09/88	0	0
30/09/88	6.4	0.2	30/09/88	20.1	6.1	30/09/88	0	1.4	30/09/88	1.7	1.7
01/10/88	0	6.4	01/10/88	0	20.1	01/10/88	10	0	01/10/88	22.3	22.3
02/10/88	0.6	0	02/10/88	4.6	0	02/10/88	0	10	02/10/88	0	0
03/10/88	0.9	0.6	03/10/88	0	4.6	03/10/88	1	0	03/10/88	2.2	2.2
04/10/88	0.2	0.9	04/10/88	4	0	04/10/88	1.5	1	04/10/88	1	1
05/10/88	1.5	0.2	05/10/88	2.5	4	05/10/88	1.6	1.5	05/10/88	4.5	4.5
06/10/88	1.9	1.5	06/10/88	16.2	2.5	06/10/88	2.5	1.6	06/10/88	3.4	3.4
07/10/88	0.2	1.9	07/10/88	12.9	16.2	07/10/88	2	2.5	07/10/88	5.8	5.8
08/10/88	0	0.2	08/10/88	4.2	12.9	08/10/88	2	2	08/10/88	0	0
09/10/88	0	0	09/10/88	4.5	4.2	09/10/88	0	2	09/10/88	0	0
10/10/88	0.1	0	10/10/88	0	4.5	10/10/88	0	0	10/10/88	4.5	4.5
11/10/88	0	0.1	11/10/88	4.8	0	11/10/88	9.3	0	11/10/88	1.6	1.6
12/10/88	9.6	0	12/10/88	4.1	4.8	12/10/88	0	9.3	12/10/88	2.5	2.5
13/10/88	23	9.6	13/10/88	0	4.1	13/10/88	10.3	0	13/10/88	15.5	15.5
14/10/88	10.5	23	14/10/88	0	0	14/10/88	31.6	10.3	14/10/88	12.6	12.6
15/10/88	0	10.5	15/10/88	0	0	15/10/88	13	31.6	15/10/88	19.7	19.7
16/10/88	9	0	16/10/88	0	0	16/10/88	0	13	16/10/88	4.8	4.8
17/10/88	7.5	9	17/10/88	0	0	17/10/88	0	0	17/10/88	2.6	2.6
18/10/88	0	7.5	18/10/88	13.5	9.6	18/10/88	12	0	18/10/88	10.4	10.4
19/10/88	23	0	19/10/88	0	13.5	19/10/88	0	12	19/10/88	0	0
20/10/88	3	23	20/10/88	0	0	20/10/88	7.3	0	20/10/88	12.6	17

21/10/88	10.4	3	21/10/88	13.9	0	21/10/88	3.3	7.3	21/10/88	9.3	9.3
22/10/88	0	10.4	22/10/88	1.2	13.9	22/10/88	8	3.3	22/10/88	5.8	5.8
23/10/88	0.4	0	23/10/88	1.1	1.2	23/10/88	0	8	23/10/88	0	0
24/10/88	5	0.4	24/10/88	6.8	1	24/10/88	1	0	24/10/88	2.5	2.5
25/10/88	4.6	5	25/10/88	26.8	6.8	25/10/88	4	1	25/10/88	5	5
26/10/88	0	4.6	26/10/88	11.6	26.8	26/10/88	4.3	4	26/10/88	34	34
27/10/88	0	0	27/10/88	2.5	11.6	27/10/88	0	4.3	27/10/88	0	0
28/10/88	0	0	28/10/88	0	2.5	28/10/88	0	0	28/10/88	0	0
29/10/88	3.1	0	29/10/88	0	0	29/10/88	12	0	29/10/88	0	0
30/10/88	0.2	3.1	30/10/88	12.6	0	30/10/88	0	12	30/10/88	12.4	12.8
31/10/88	1.6	0.2	31/10/88	1.1	12.6	31/10/88	0	0	31/10/88	1.2	1
01/11/88	1.2	1.6	01/11/88	2	11	01/11/88	4.4	0	01/11/88	3	3
02/11/88	3.4	1.2	02/11/88	0.3	2	02/11/88	1.7	4.4	02/11/88	4	4
03/11/88	0	3.4	03/11/88	0	0.3	03/11/88	0	1.7	03/11/88	0	0
04/11/88	18.9	0	04/11/88	1	0	04/11/88	4.4	0	04/11/88	2.2	2.2
05/11/88	0	18.9	05/11/88	0.7	1	05/11/88	13	4.4	05/11/88	1.4	1.4
06/11/88	24.9	0	06/11/88	61.8	0.7	06/11/88	4	13	06/11/88	1	1
07/11/88	0	24.9	07/11/88	6.5	61.8	07/11/88	0	4	07/11/88	1.7	1
08/11/88	16.3	0	08/11/88	4.2	6.5	08/11/88	0	0	08/11/88	0	0
09/11/88	3.7	16.3	09/11/88	21.9	4.2	09/11/88	30.5	0	09/11/88	64.5	64.5
10/11/88	4.7	3.7	10/11/88	5.9	21.9	10/11/88	2	30.5	10/11/88	2	2
11/11/88	1.1	4.7	11/11/88	23.2	5.9	11/11/88	7	2	11/11/88	13.5	13.5
12/11/88	0.4	1.1	12/11/88	2.6	23.2	12/11/88	0	4	12/11/88	3.8	3.8
13/11/88	25.8	0.4	13/11/88	5.9	2.6	13/11/88	0	0	13/11/88	2	2
14/11/88	0	25.8	14/11/88	11.5	5.9	14/11/88	3.7	0	14/11/88	5	5
15/11/88	0	3	15/11/88	3.9	11.5	15/11/88	0	3.7	15/11/88	0	0
16/11/88	0	0	16/11/88	29.6	3.9	16/11/88	19	0	16/11/88	27.2	27.2
17/11/88	1.6	0	17/11/88	0	29.6	17/11/88	0	19	17/11/88	0	0
18/11/88	8.4	1.6	18/11/88	26.2	0	18/11/88	0	0	18/11/88	9	9
19/11/88	3.5	8.4	19/11/88	0	26.2	19/11/88	6	0	19/11/88	8.9	8.9
20/11/88	0.6	3.5	20/11/88	0	0	20/11/88	20	6	20/11/88	6	6
21/11/88	0	0.6	21/11/88	0	12.8	21/11/88	1	20	21/11/88	2	2
22/11/88	0	0	22/11/88	6.6	2	22/11/88	0	1	22/11/88	1	1
23/11/88	52.4	0	23/11/88	0.3	6.6	23/11/88	0	0	23/11/88	0	0
24/11/88	11	52.4	24/11/88	1	0	24/11/88	53	0	24/11/88	67.7	67.7
25/11/88	0	11	25/11/88	0	6.5	25/11/88	4	53	25/11/88	8.2	8.2
26/11/88	0	0	26/11/88	0	0.3	26/11/88	0	4	26/11/88	0	0
27/11/88	0	0	27/11/88	0	1	27/11/88	0	0	27/11/88	0	0
28/11/88	0	0	28/11/88	0	0	28/11/88	0	0	28/11/88	0	0
29/11/88	0	0	29/11/88	0	0	29/11/88	0	0	29/11/88	0	0
30/11/88	1.5	0	30/11/88	0	0	30/11/88	0	0	30/11/88	1.7	1.7
01/12/88	11.9	1.5	01/12/88	0.3	0	01/12/88	7	0	01/12/88	1	1
02/12/88	3.1	11.9	02/12/88	0	0.3	02/12/88	6.8	7	02/12/88	14.5	14.5
03/12/88	0.5	3.1	03/12/88	0	0	03/12/88	3.5	6.8	03/12/88	1	1
04/12/88	0.3	0.5	04/12/88	3	0	04/12/88	0	3.5	04/12/88	4.8	4.8
05/12/88	0	0.3	05/12/88	0	3	05/12/88	0	0	05/12/88	0	0
06/12/88	0	0	06/12/88	0	0.8	06/12/88	0	0	06/12/88	1.7	1.7
07/12/88	0	0	07/12/88	0	0	07/12/88	19	0	07/12/88	0	0
08/12/88	0	0	08/12/88	6	DF	08/12/88	0	19	08/12/88	6.5	6.5
09/12/88	0	0	09/12/88	0.3	6.3	09/12/88	0	0	09/12/88	0	0
10/12/88	0	0	10/12/88	0	0.3	10/12/88	0	0	10/12/88	0	0
11/12/88	0	0	11/12/88	0	0	11/12/88	0	0	11/12/88	0	0
12/12/88	0	0	12/12/88	0	0	12/12/88	0	0	12/12/88	0	0
13/12/88	0	0	13/12/88	0	0	13/12/88	0	0	13/12/88	0	0
14/12/88	1.3	0	14/12/88	1.8	0	14/12/88	1	0	14/12/88	0.4	0.4
15/12/88	0	1.3	15/12/88	0.8	1.8	15/12/88	0	1	15/12/88	0	0
16/12/88	17.8	0	16/12/88	0	0.8	16/12/88	0	0	16/12/88	0	0
17/12/88	43.9	17.8	17/12/88	0	0	17/12/88	5.8	0	17/12/88	14.5	14.5
18/12/88	0	43.9	18/12/88	0	0	18/12/88	0.5	5.8	18/12/88	48.5	48.5
19/12/88	0	0	19/12/88	0	0	19/12/88	0	0.5	19/12/88	0	0
20/12/88	0	0	20/12/88	0	0	20/12/88	0	0	20/12/88	0	0
21/12/88	6.3	0	21/12/88	0	0	21/12/88	0	0	21/12/88	0	0
22/12/88	7.5	6.3	22/12/88	1.8	0	22/12/88	6	0	22/12/88	64	64
23/12/88	0.1	7.5	23/12/88	0	1.8	23/12/88	0	6	23/12/88	0	0
24/12/88	1.4	0.1	24/12/88	0	0	24/12/88	0	0	24/12/88	0	0
25/12/88	0	1.4	25/12/88	0.9	0	25/12/88	0	0	25/12/88	0.5	0
26/12/88	0	0	26/12/88	0	0.9	26/12/88	0	0	26/12/88	0	0
27/12/88	15.5	0	27/12/88	0.6	0	27/12/88	0	0	27/12/88	0	0
28/12/88	0	15.5	28/12/88	5	0.6	28/12/88	12	0	28/12/88	19.5	19.5
29/12/88	4.4	0	29/12/88	0	5	29/12/88	0.5	12	29/12/88	10	10
30/12/88	0	4.4	30/12/88	0	0	30/12/88	0	0.5	30/12/88	3.2	3.2
31/12/88	1	0	31/12/88	0	0	31/12/88	0	0	31/12/88	0	0

Fuente: Duarte, 2002, datos análogos de la estación finca la Esperanza, CDMB, 2005

ANEXO 3 METADATOS ESTACIONES AMB

GRANJA PIEDECUESTA

Marzo de 70	Se descalibra con facilidad el pluviógrafo por que el sifón es móvil
Julio de 70	Se instaló pluviómetro
Marzo de 72	Se destapó el sifón
Febrero de 73	Se arreglo la cuerda al reloj
Abril de 73	Se quitó el sifón del pluviógrafo para arreglarlo
Junio de 73	Se recitalo la estación, operador no colocaba la fecha de puesta ni retirada de las graficas
Junio de 74	Se trasladó la pluviógrafo ya que se encontraba en una base antigua
Abril de 80	Se trasladó la estructura
Agosto de 83	Se cambió las plumillas
Octubre de 85	El reloj del pluviógrafo se daño
Noviembre de 85	el pluviógrafo no tiene reloj
Junio de 86	Se instaló el reloj al pluviógrafo
Septiembre de 88	Se instaló el reloj al pluviógrafo
Enero de 94	Se cambió las plumillas
Septiembre de 96	Cambio de sifón
Octubre de 99	Reubicación a 150m del sitio anterior(NE) con diferencia de altura de aprox. 10m
Agosto de 00	Se cambió reloj y plumillas del pluviógrafo

UIS

Abril de 74	Se cambia plumillas y sifón
Junio de 75	Se cambia sifón
Noviembre de 78	Se construye un muro de ladrillo que interfiere con las tomas de datos
Mayo de 78	Cambio de observador
Junio de 83	Brazo de la plumilla y colector del pluviómetro defectuoso
Junio de 83	Cambio de observador
Mayo de 84	Reloj del pluviógrafo fallando
Mayo de 88	Pluviógrafo deteriorado
Mayo de 91	Obstáculos influyen sobre los instrumentos, árboles cercanos
Junio de 93	Se suspende la estación por que se encerró el predio con muros de ladrillo
Junio de 94	Reubicación de la estación
Septiembre de 94	Cambio de sifón
Julio de 01	Reemplazo de plumillas
Abril e 02	Retardo reloj del pluviógrafo
Marzo de 03	Se robaron los instrumentos
Marzo de 03	Se robaron los instrumentos que quedaban
Junio de 03	Destruyeron el pluviógrafo
Octubre de 04	Instalan pluviómetro
Diciembre de 04	Suspendida por falta de seguridad

Fecha considerada como cambio en la CDM.

Fuente : Ideam Bucaramanga

Nota : Las estaciones aquí no contempladas y que pertenecen al análisis del presente estudio(tabla 2.8), no fue disponible la consecucion de los metadatos.

LLANO GRANDE

Septiembre de 73	Se arregló brazo y plumillas al pluviógrafo
Marzo de 75	Los datos de precipitación no fueron tomados por falta de instrucciones en el cambio de operador
Noviembre de 78	Datos de este mes no son confiables, observador enfermo y encargado dudoso
Junio de 79	Se reemplazo la plumilla del pluviógrafo
Agosto de 83	Datos aceptables
Abril de 84	Datos aceptables
Agosto de 88	Cambio de operador
Septiembre de 93	Plumilla dañada del pluviógrafo
Mayo de 97	Se suspende la estación temporalmente mientras se reubica, la información tomada es mala, el observador se inventa los datos
Noviembre de 97	Se instaló la estación entre el 3 y 5 de noviembre de 97 y se cambió el observador la reubicación se hizo a 1 Km. de la anterior de elevación mas o menos 5 m
Abril de 02	Se instaló el colector-flotador sifón y reloj al pluviógrafo, no funcionaba desde su reubicación
Marzo de 02	Se atrasó el pluviógrafo
Julio de 03	La plumilla del pluviógrafo no registra bien

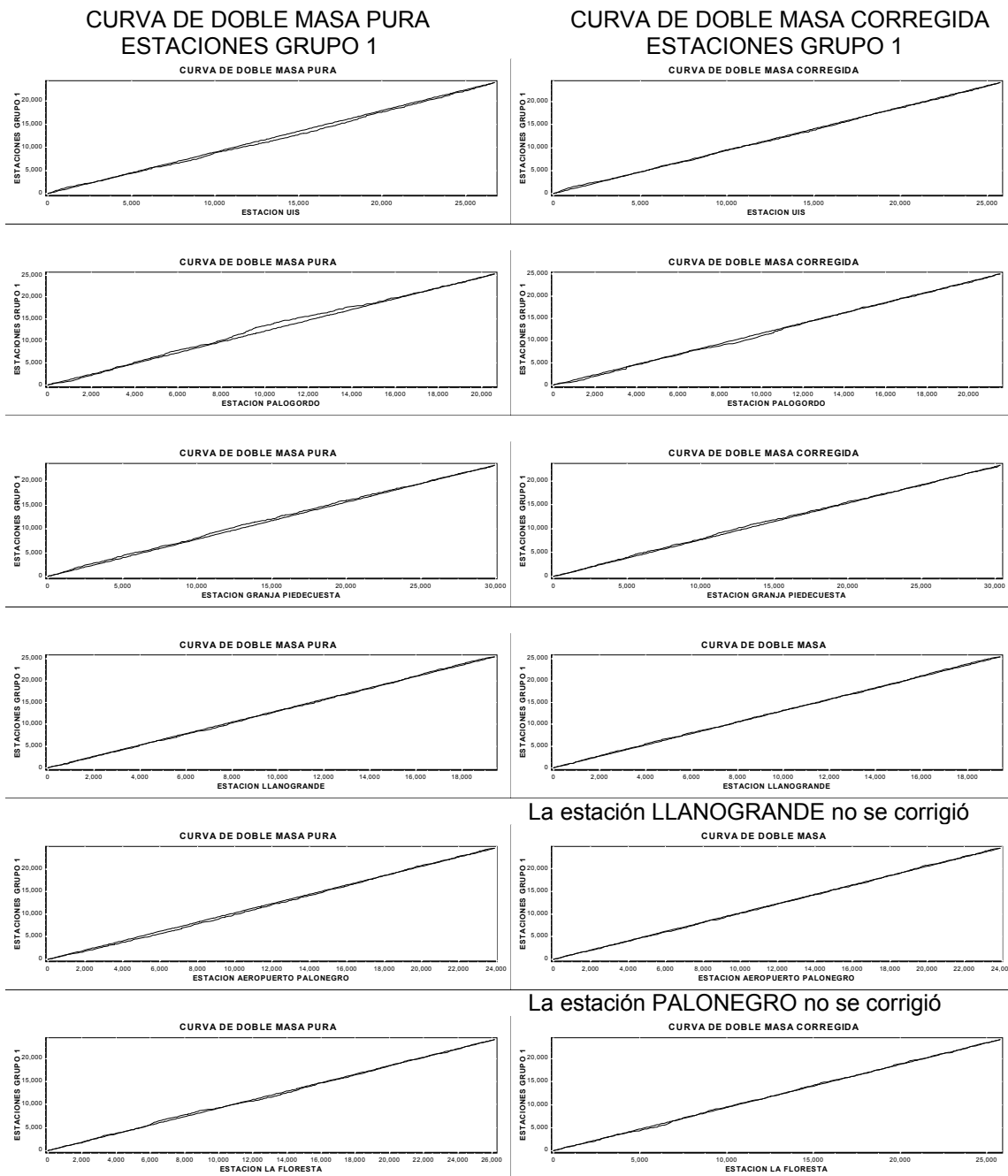
PALONEGRO

Julio de 76	Se colocó rejilla al pluviógrafo y se calibró
Octubre de 77	traslado de la estación de 7° 6' latitud 73° 12' longitud a 7° 7' latitud 73° 11' longitud de acuerdo a instrucciones de la división
Abril de 79	Sifón PVG roto
Mayo de 79	Cambio del sifón difícil de calibrar
Julio de 79	Se reemplaza colector defectuoso y reloj
Febrero de 81	Se bajo el colector de agua y se le hizo mantenimiento al sistema de flotación
Octubre de 82	Se reemplazo el PVG, se cambio el sifón (sistema de colector diferente)
Agosto del 83	Se coloco tornillo para el anclaje del PVG(nivelación)
Septiembre de 83	Se instalo sifón al pluviógrafo
Octubre de 87	Limpeza del PVG
Septiembre de 90	Suspendido PVG por falla en reloj
Septiembre de 94	P.V.G descargaba mal, se calibro
Julio de 97	Arreglo del reloj del PVG

PALOGORDO

Noviembre de 70	Cambio de observador
Marzo de 71	Cambio de observador
Diciembre de 80	Cambio de observador
Abril de 86	Cambio de observador
Junio de 91	Se trasladó el pluviómetro 2Km al sur
Diciembre de 97	Cambio de operador
Febrero de 03	Se le coloco tapón de caucho al pluviómetro
Agosto de 04	Sin registro desde julio del 04
Diciembre de 04	se encontró libreta sin anotaciones desde el 24 de noviembre, el observador anota solo lluvia fuertes.

ANEXO 4 CDM ESTACIONES GRUPO 1



IZQUIERDA: Curvas de doble masa sin corregir estaciones grupo 1

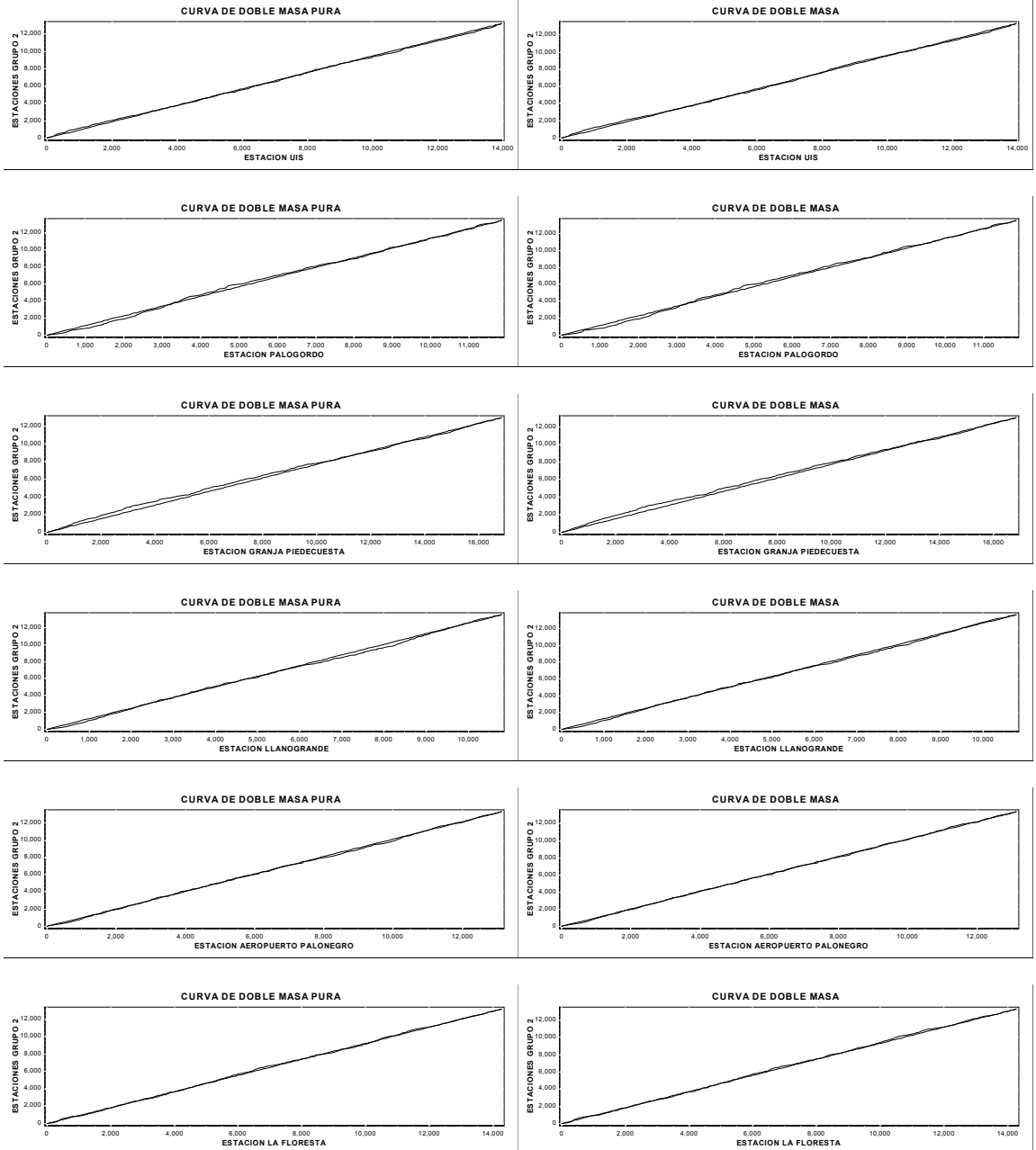
DERECHA: Curvas de doble masa corregidas estaciones grupo 1

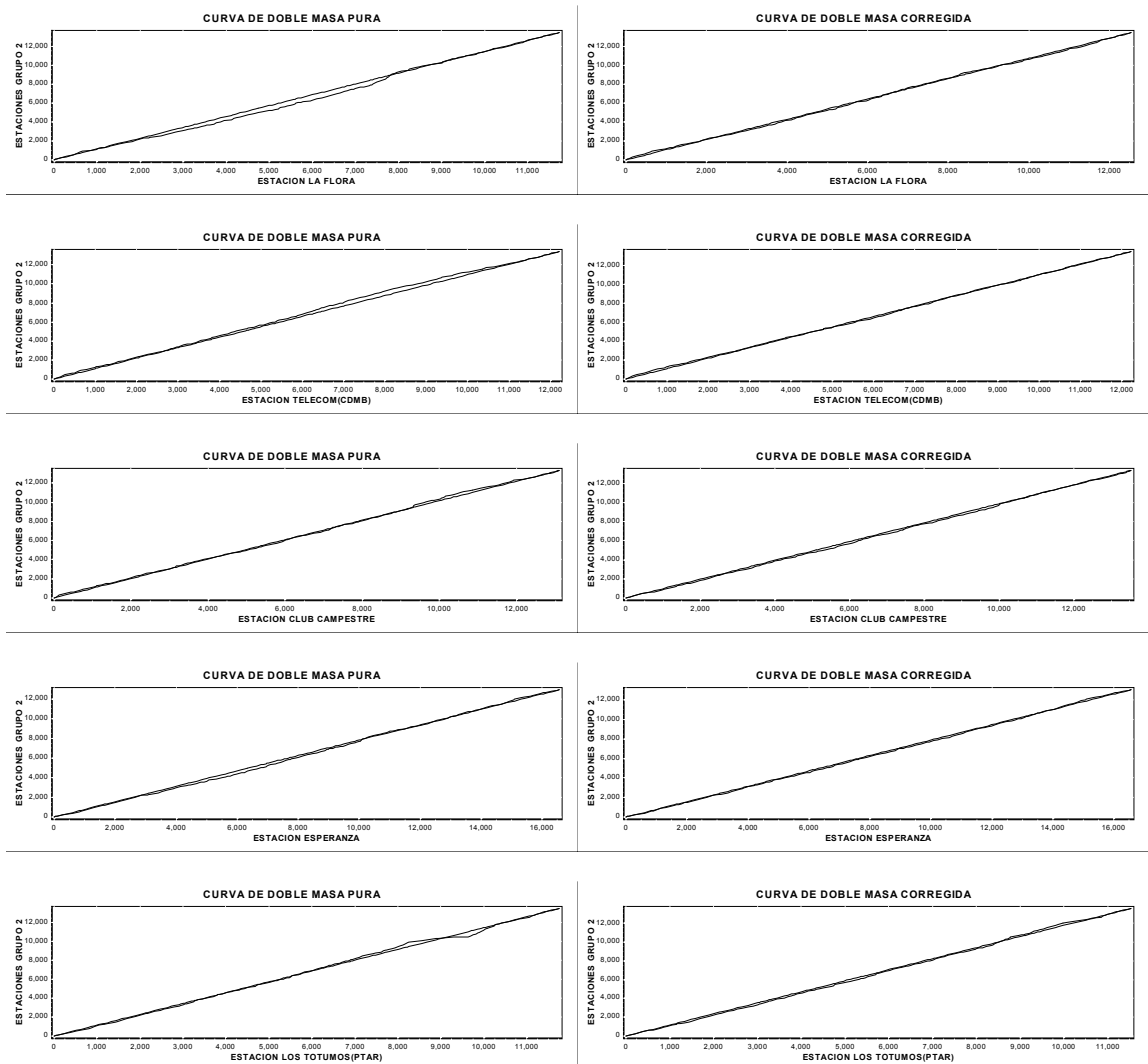
Fuente: Investigación del Autor, datos (Duarte, 2002, IDEAM – Bogotá, 2004)

ANEXO 5 CDM ESTACIONES GRUPO 2

**CDM DE CORRECCIÓN ESTACIONES OPERADOR CDMB
CURVA DE DOBLE MASA PURA
ESTACIONES GRUPO 2**

**CDM DE CORRECCIÓN ESTACIONES OPERADOR CDMB
CURVA DE DOBLE MASA CORREGIDA
ESTACIONES GRUPO 2**



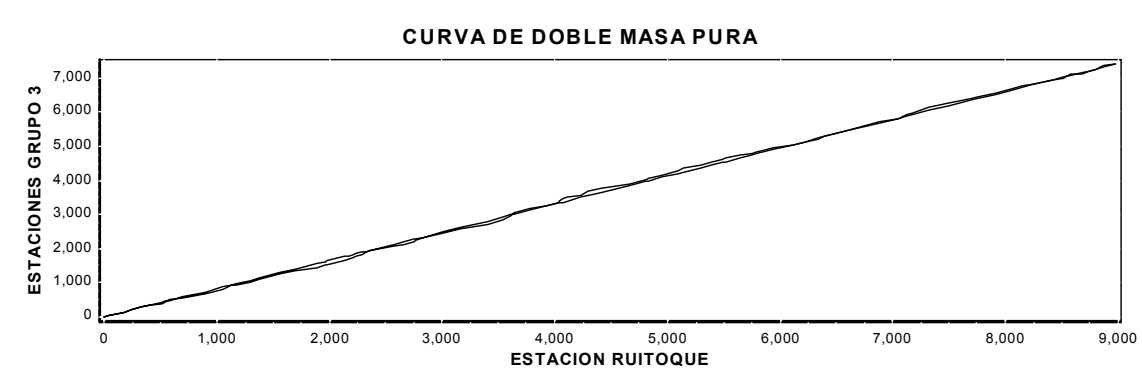


IZQUIERDA: Curvas de doble masa sin corregir estaciones grupo 2
 DERECHA: Curvas de doble masa corregidas estaciones grupo 2

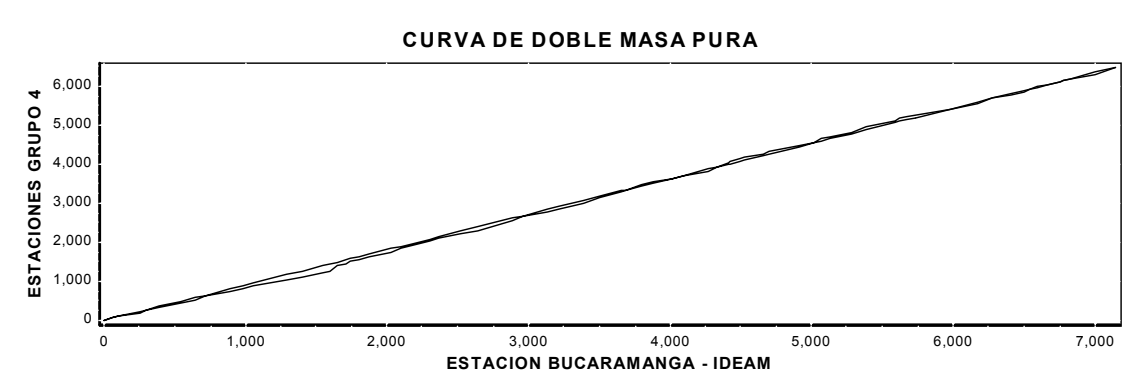
Fuente: Investigación del Autor, datos (Duarte, 2002, IDEAM – Bogotá, 2004)

NOTA: las estaciones del operador IDEAM no se corrigieron en estas CDM del grupo 2, pues ellas ya se habían corregido en las CDM del grupo 1

ANEXO 6 CDM ESTACIONES GRUPOS 3 Y 4



CDM ESTACIONES GRUPO 3



CDM ESTACIONES GRUPO 4

Fuente: Investigación del Autor, datos (Duarte, 2002, IDEAM – Bogotá, 2004, Urbanas, 2004)

ANEXO 7 CORRELACIÓN DIARIA ESTACIONES AMB

Correlacion grupo 2 diarias puras 1987-2001

	UIS	Palogordo	Granja piedec	Llanogrande	A palonegro	La floresta	La Flora	CDMB	Club Camp	Esperanza	Ptar	Rasgon
UIS	1.000											
Palogordo	0.212	1.000										
Granja piedec	0.420	0.308	1.000									
Llanogrande	0.386	0.365	0.444	1.000								
A palonegro	0.497	0.256	0.372	0.512	1.000							
La floresta	0.490	0.229	0.378	0.420	0.479	1.000						
La Flora	0.639	0.147	0.294	0.278	0.365	0.348	1.000					
CDMB	0.693	0.189	0.370	0.421	0.525	0.528	0.580	1.000				
Club Camp	0.211	0.139	0.190	0.200	0.205	0.180	0.251	0.236	1.000			
La Esperanza	0.314	0.094	0.284	0.210	0.275	0.210	0.388	0.312	0.207	1.000		
Ptar	0.307	0.150	0.252	0.348	0.342	0.298	0.354	0.375	0.335	0.311	1.000	
Rasgon	0.136	0.058	0.113	0.096	0.115	0.101	0.214	0.179	0.214	0.263	0.221	1.000

Correlación grupo 1 diarias puras 1979-2004

	UIS	Palogordo	Granja piedec	Llanogrande	A palonegro	La floresta
UIS	1.000					
Palogordo	0.242	1.000				
Granja piedec	0.441	0.303	1.000			
Llanogrande	0.390	0.399	0.464	1.000		
A palonegro	0.525	0.279	0.401	0.529	1.000	
La floresta	0.494	0.229	0.408	0.423	0.479	1.000

Correlación diarias puras Ruitoque 1992-2001 Bmanga-IDEAM 1996-2001

	UIS	Palogordo	Granja piedec	Llanogrande	A palonegro	La floresta	La Flora	CDMB	Club Camp	Esperanza	Ptar	Rasgon
Ruitoque	0.067	0.078	0.044	0.066	0.080	0.057	0.201	0.118	0.303	0.384	0.197	0.233
Bmanga-ideam	0.865	0.256	0.451	0.445	0.538	0.618	0.448	0.732	0.122	0.069	0.219	0.028

Correlacion grupo 2 diarias correg x CDM 1987-2001

	UIS	Palogordo	Granja piedec	Llanogrande	A palonegro	La floresta	La Flora	CDMB	Club Camp	Esperanza	Ptar	Rasgon
UIS	1.000											
Palogordo	0.218	1.000										
Granja piedec	0.421	0.306	1.000									
Llanogrande	0.387	0.364	0.444	1.000								
A palonegro	0.498	0.256	0.371	0.512	1.000							
La floresta	0.501	0.234	0.386	0.427	0.489	1.000						
La Flora	0.617	0.158	0.286	0.281	0.360	0.340	1.000					
CDMB	0.692	0.198	0.375	0.426	0.534	0.528	0.577	1.000				
Club Camp	0.222	0.143	0.201	0.214	0.216	0.190	0.270	0.265	1.000			
La Esperanza	0.308	0.100	0.292	0.211	0.286	0.214	0.398	0.340	0.227	1.000		
Ptar	0.338	0.177	0.295	0.396	0.396	0.330	0.369	0.425	0.358	0.344	1.000	
Rasgon	0.135	0.061	0.113	0.096	0.115	0.103	0.224	0.187	0.212	0.271	0.213	1.000

Correlación grupo 1 diarias correg x CDM 1979-2004

	UIS	Palogordo	Granja piedec	Llanogrande	A palonegro	La floresta
UIS	1.000					
Palogordo	0.247	1.000				
Granja piedec	0.446	0.304	1.000			
Llanogrande	0.392	0.400	0.466	1.000		
A palonegro	0.527	0.278	0.407	0.529	1.000	
La floresta	0.504	0.229	0.420	0.428	0.487	1.000

Correlación diarias corr x CDM Ruitoque 1992-2001 Bmanga-IDEAM 1996-2001

	UIS	Palogordo	Granja piedec	Llanogrande	A palonegro	La floresta	La Flora	CDMB	Club Camp	Esperanza	Ptar	Rasgon
Ruitoque	0.213	0.201	0.332	0.310	0.227	0.286	0.231	0.273	0.283	0.297	0.339	0.158
Bmanga-ideam	0.865	0.253	0.451	0.445	0.538	0.618	0.447	0.742	0.134	0.068	0.293	0.028

Fuente: Investigación del Autor, datos (Duarte, 2002, IDEAM – Bogotá, 2004, Urbanas, 2004)

ANEXO 8 CORRELACIÓN MENSUAL ESTACIONES AMB

Correlacion grupo 2 mensuales corr x CDM 1987-2001

	UIS	Palogordo	Granja piedec	Llanogrande	A palonegro	La floresta	La Flora	CDMB	Club Camp	La Esperanz	Ptar	Rasgon
UIS	1.000											
Palogordo	0.375	1.000										
Granja piedec	0.564	0.470	1.000									
Llanogrande	0.507	0.696	0.490	1.000								
A palonegro	0.627	0.475	0.440	0.666	1.000							
La floresta	0.657	0.552	0.446	0.573	0.548	1.000						
La Flora	0.857	0.331	0.464	0.442	0.526	0.570	1.000					
CDMB	0.812	0.387	0.518	0.576	0.656	0.665	0.793	1.000				
Club Camp	0.579	0.562	0.507	0.619	0.610	0.698	0.553	0.639	1.000			
La Esperanza	0.644	0.432	0.560	0.578	0.606	0.570	0.647	0.632	0.725	1.000		
Ptar	0.606	0.554	0.484	0.674	0.705	0.638	0.536	0.622	0.767	0.645	1.000	
Rasgon	0.350	0.263	0.205	0.324	0.289	0.419	0.315	0.360	0.416	0.302	0.301	1.000

Correlación grupo 1 mensuales corr x CDM 1979-2004

	UIS	Palogordo	Granja piedec	Llanogrande	A palonegro	La floresta
UIS	1.000					
Palogordo	0.351	1.000				
Granja piedec	0.538	0.507	1.000			
Llanogrande	0.473	0.669	0.606	1.000		
A palonegro	0.646	0.478	0.551	0.679	1.000	
La floresta	0.626	0.441	0.526	0.560	0.596	1.000

Correlación mensuales corr x CDM Ruitoque 1992-2001 Bmanga-IDEAM 1996-2001

	UIS	Palogordo	Granja piedec	Llanogrande	A palonegro	La floresta	La Flora	CDMB	Club Camp	Esperanza	Ptar	Rasgon
Ruitoque	0.544	0.495	0.777	0.618	0.467	0.541	0.392	0.623	0.650	0.615	0.486	0.251
Bmanga-ideam	0.948	0.168	0.520	0.473	0.557	0.685	0.826	0.841	0.471	0.606	0.513	0.534

Fuente: Investigación del Autor, datos (Duarte, 2002, IDEAM – Bogotá, 2004, Urbanas, 2004)

ANEXO 9 CORRELACIÓN PROMEDIO DIARIO MENSUAL ESTACIONES AMB

Correlacion grupo 2 promedio diario mensual puro 1987-2001

	UIS	Palogordo	Granja piedec	Llanogrande	A palonegro	La floresta	La Flora	CDMB	Club Camp	Esperanza	Ptar	Rasgon
UIS	1.000											
Palogordo	0.321	1.000										
Granja piedec	0.539	0.463	1.000									
Llanogrande	0.495	0.625	0.530	1.000								
A palonegro	0.644	0.432	0.529	0.664	1.000							
La floresta	0.675	0.479	0.506	0.569	0.612	1.000						
La Flora	0.807	0.212	0.416	0.423	0.492	0.534	1.000					
CDMB	0.757	0.345	0.501	0.513	0.572	0.628	0.746	1.000				
Club Camp	0.600	0.511	0.615	0.581	0.602	0.734	0.508	0.620	1.000			
La Esperanza	0.646	0.353	0.553	0.572	0.568	0.546	0.666	0.615	0.645	1.000		
Ptar	0.494	0.464	0.391	0.573	0.497	0.540	0.430	0.510	0.649	0.512	1.000	
Rasgon	0.299	0.275	0.282	0.339	0.278	0.380	0.241	0.401	0.432	0.303	0.368	1.000

Correlación grupo 1 promedio diario mensual puro 1979-2004

	UIS	Palogordo	Granja piedec	Llanogrande	A palonegro	La floresta
UIS	1.000					
Palogordo	0.320	1.000				
Granja piedec	0.526	0.478	1.000			
Llanogrande	0.476	0.646	0.582	1.000		
A palonegro	0.639	0.451	0.538	0.672	1.000	
La floresta	0.615	0.425	0.517	0.561	0.592	1.000

Correlación promedio diario mensual puro Ruitoque 1992-2001 Bmanga-IDEAM 1996-2001

	UIS	Palogordo	Granja piedec	Llanogrande	A palonegro	La floresta	La Flora	CDMB	Club Camp	Esperanza	Ptar	Rasgon
Ruitoque	0.495	0.378	0.798	0.491	0.516	0.560	0.393	0.534	0.691	0.544	0.298	0.275
Bmanga-ideam	0.945	0.179	0.503	0.530	0.600	0.726	0.805	0.822	0.514	0.649	0.402	0.418

Correlacion grupo 2 promedio diario mensual correg x CDM 1987-2001

	UIS	Palogordo	Granja piedec	Llanogrande	A palonegro	La floresta	La Flora	CDMB	Club Camp	Esperanza	Ptar	Rasgon
UIS	1.000											
Palogordo	0.360	1.000										
Granja piedec	0.549	0.467	1.000									
Llanogrande	0.495	0.655	0.529	1.000								
A palonegro	0.647	0.460	0.528	0.664	1.000							
La floresta	0.685	0.520	0.529	0.563	0.616	1.000						
La Flora	0.831	0.324	0.484	0.447	0.513	0.559	1.000					
CDMB	0.765	0.380	0.508	0.530	0.601	0.634	0.754	1.000				
Club Camp	0.591	0.529	0.628	0.604	0.641	0.739	0.572	0.616	1.000			
La Esperanza	0.652	0.385	0.598	0.540	0.605	0.599	0.663	0.586	0.725	1.000		
Ptar	0.617	0.551	0.545	0.665	0.700	0.665	0.532	0.592	0.750	0.645	1.000	
Rasgon	0.324	0.273	0.280	0.339	0.278	0.399	0.318	0.378	0.427	0.286	0.333	1.000

Correlación grupo 1 promedio diario mensual correg x CDM 1979-2004

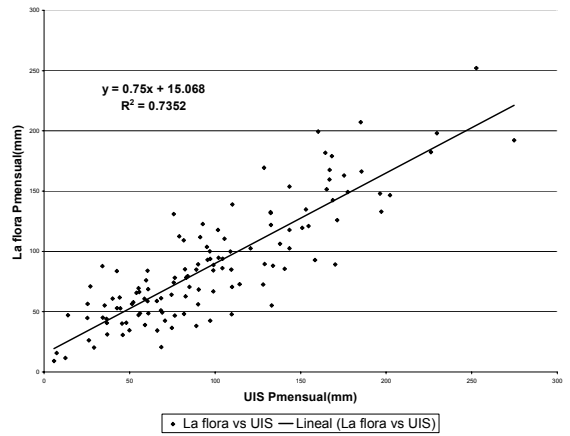
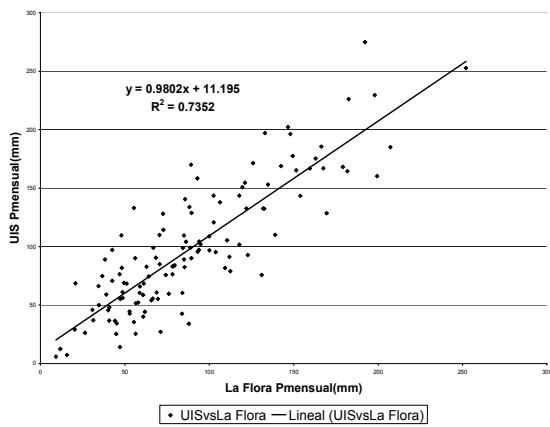
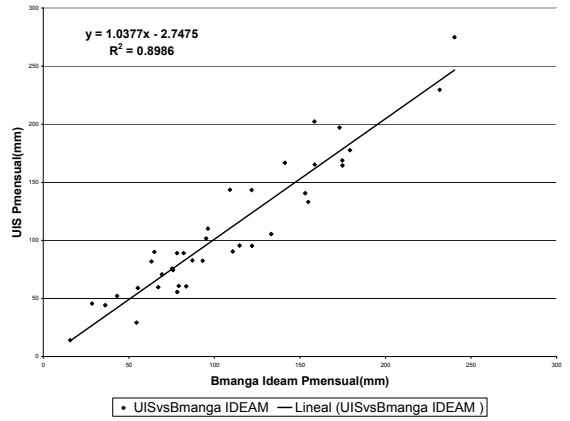
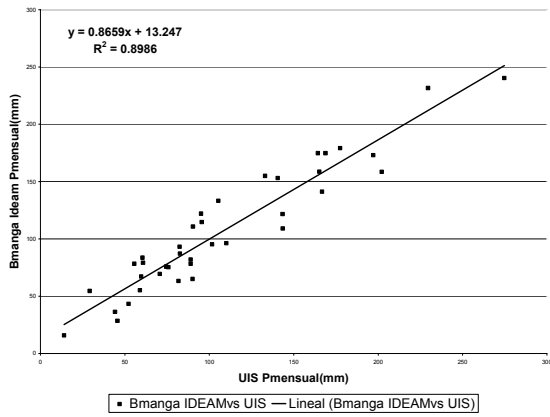
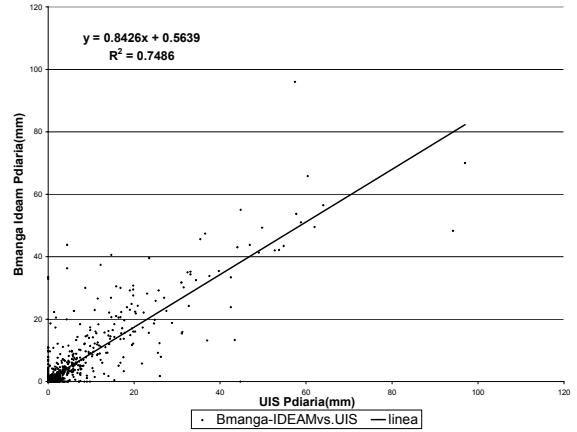
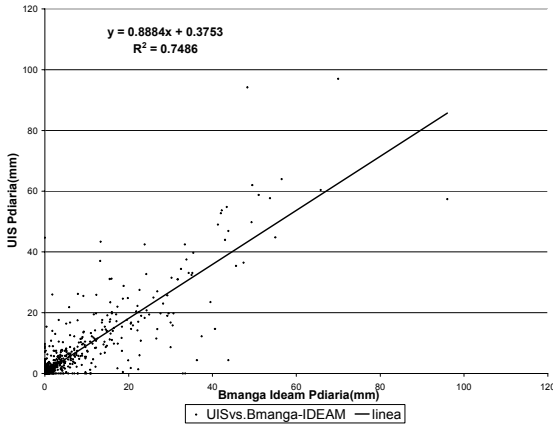
	UIS	Palogordo	Granja piedec	Llanogrande	A palonegro	La floresta
UIS	1.000					
Palogordo	0.352	1.000				
Granja piedec	0.533	0.508	1.000			
Llanogrande	0.480	0.659	0.590	1.000		
A palonegro	0.644	0.468	0.554	0.672	1.000	
La floresta	0.624	0.437	0.536	0.559	0.602	1.000

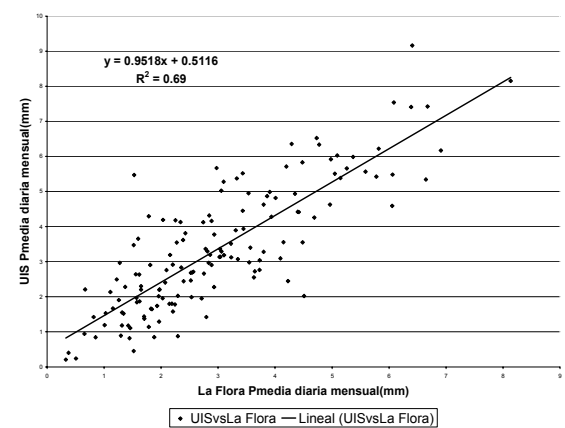
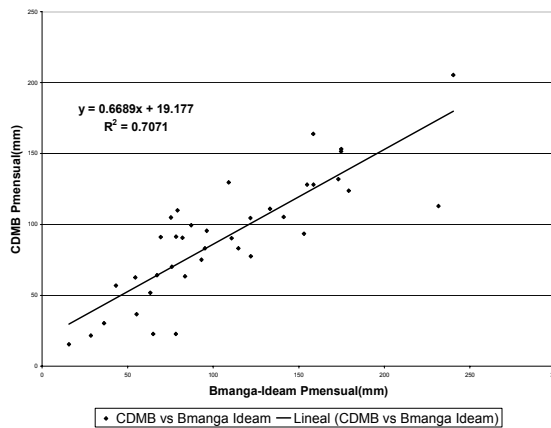
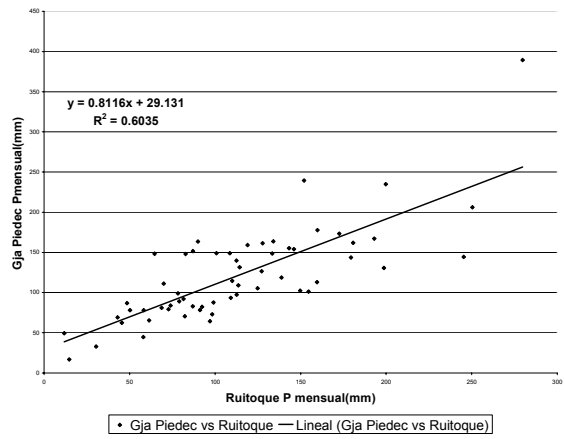
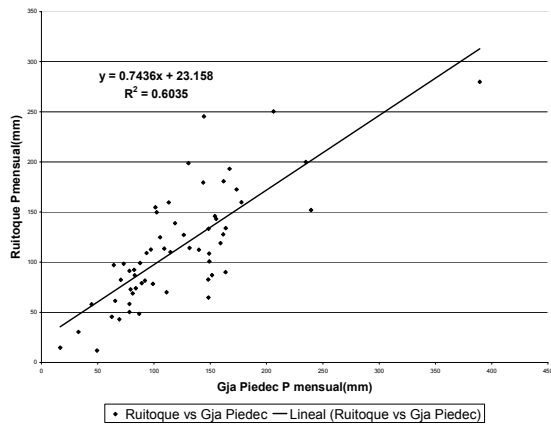
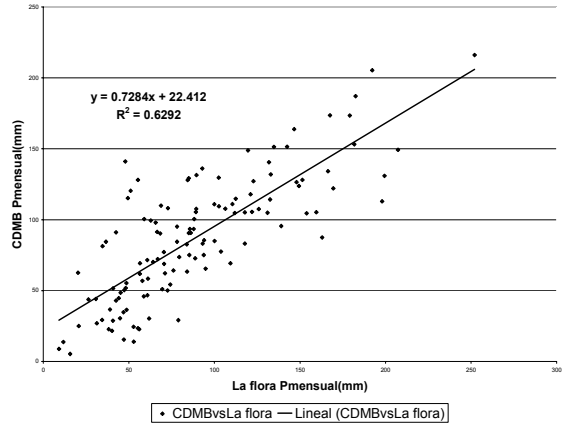
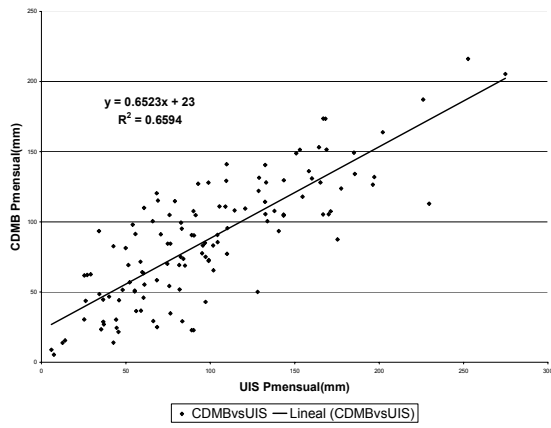
Correlación promedio diario mensual corr x CDM Ruitoque 1992-2001 Bmanga-IDEAM 1996-2001

	UIS	Palogordo	Granja piedec	Llanogrande	A palonegro	La floresta	La Flora	CDMB	Club Camp	Esperanza	Ptar	Rasgon
Ruitoque	0.495	0.393	0.796	0.491	0.516	0.560	0.418	0.576	0.697	0.596	0.535	0.275
Bmanga-ideam	0.945	0.187	0.501	0.530	0.600	0.726	0.837	0.857	0.524	0.637	0.550	0.418

Fuente: Investigación del Autor, datos (Duarte, 2002, IDEAM – Bogotá, 2004, Urbanas, 2004)

ANEXO 10 REGRESIÓN LINEAL SIMPLE UNIVARIADA





Fuente: Investigación del Autor, datos (Duarte, 2002, IDEAM – Bogotá, 2004)

ANEXO 11 PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS REGISTRO COMPLETO ESTACIONES AMB

ESTACIÓN AEROPUERTO GÓMEZ NIÑO DATOS MENSUALES													
TIPO DE TEST	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Serie Completa
Petit	Ene-80	Feb-47	n.s.s.	n.s.s.	n.s.s.	n.s.s.	n.s.s.	n.s.s.	n.s.s.	n.s.s.	n.s.s.	n.s.s.	Abr-47
Spearman	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.
Test Varianza	s.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	s.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	s.s.
Test media	n.s.	s.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	s.s.
Media Aritmética	33.1793	67.5179	65.7926	89.737	87.8357	88.475	72.0379	90.5256	75.3885	115	105.7714	42.475	78.1595
Varianza	1477.3231	2136.3674	2178.8676	3092.2578	1634.7031	2415.1931	1574.7396	2616.6606	2573.6419	4041.8785	4335.3947	1277.5842	2842.1648
Tendencia lineal	10.064:2.07966	37.698:2.20889	46.741:1.46551	96.166:-0.49451	90.279:-0.18101	111.764:-1.7251	66.551:0.46335	67.341:1.78376	62.421:1.03737	115.428:-0.03169	97.124:0.64056	27.116:1.13774	68.271:0.05957

ESTACIÓN AEROPUERTO PALONEGRO DATOS MENSUALES													
TIPO DE TEST	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Serie Completa
Petit	n.s.s.	n.s.s.	Mar-96	Abr-95	n.s.s.	Jun-92	n.s.s.	Agg-98	n.s.s.	Oct-88	n.s.s.	n.s.s.	Nov-88
Spearman	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.
Test Varianza	n.s.	s.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Test media	n.s.	n.s.	n.s.	s.s.	n.s.	n.s.	n.s.	s.s.	n.s.	s.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Media Aritmética	57.7	79.5828	123.1643	133.46	114.44	80.36	87.11	78.8	99.88	145.85	120.8	55.59	98.0689
Varianza	2961.3157	4046.7393	4982.7513	3688.31	1637.4	1399.58	1149.94	1277.58	827.41	3142.13	3808.93	2021.36	3285.9428
Tendencia lineal	45.925:0.84108	67.57:0.85	135.46:-0.911	132.37:-1.99	135.632:-1.5131	97.85:-1.249	83.655:0.2468	109.735:-2.062	87.2:0.8727	170.8:-1.72	108.91:0.81	54249:0.092	105.314:-0.04105

ESTACIÓN BMANGA - IDEAM DATOS MENSUALES													
TIPO DE TEST	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Serie Completa
Petit	n.s.s.	n.s.s.	Mar-99	n.s.s.	n.s.s.	n.s.s.	n.s.s.	n.s.s.	n.s.s.	n.s.s.	Nov-99	n.s.s.	n.s.s.
Spearman	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.
Test Varianza	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.
Test media	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	n.s.
Media Aritmética	93.36	95.74	136.037	106.79	147.19	99.1625	105.2125	72.1375	158.771	95.842	109.27	59.2826	105.685
Varianza	2082.6	2750.017	2741.02	3185.75	2900.99	2854.8855	1328.4841	837.985	5512.67	2998.65	3422.6	1003.87	3026.6354
Tendencia lineal	115.992:-6.46	109.1:-3.814	90.542:12.99	94.264:3.579	150.395:-1.06638	78.083:6.0226	121:-4.51	69.767:3.534	145.775:4.331	69.786:8.68571	69.135:11.468	76.9:-5.033	97.679:0.17405

ESTACION CDMB DATOS MENSUALES													
TIPO DE TEST	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Serie Completa
Petit	n.s.s.	n.s.s.	n.s.s.	Abr-91	n.s.s.	n.s.s.	Jul-94	n.s.s.	n.s.s.	n.s.s.	n.s.s.	n.s.s.	n.s.s.
Spearman	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.
Test Varianza	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Test media	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Media Aritmética	61.7806	73.84	115.6	88.9292	121.041	87.035	97.4495	70.7463	109.8704	95.7357	108.8561	51.94	90.276
Varianza	3288.129	2479.7589	2140.038	1228.07	1380.4186	1021.75	584.3571	353.4204	1904.3177	2402.7027	3295.5973	1412.359	2129.545
Tendencia lineal	32.376:4.2006	60.517:1.9043	110.839:0.68109	120.433:-4.50056	124.163:-0.44604	87.522:-0.0694	79.688:2.7325	66.259:0.69028	89.887:3.07433	106.485:-1.65375	126.394:-2.69814	59.44:-1.1521	88.389:0.02181

ESTACIÓN CLUB CAMPESTRE DATOS MENSUALES													
TIPO DE TEST	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Serie Completa
Petit	n.s.s.	n.s.s.	n.s.s.	Abr-94	n.s.s.	n.s.s.	Jul-92	n.s.s.	Sep-95	n.s.s.	n.s.s.	n.s.s.	n.s.s.
Spearman	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.
Test Varianza	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	s.s.	n.s.	n.s.	s.s.	n.s.
Test media	n.s.	n.s.	n.s.	s.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	s.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Media Aritmética	66.5011	65.995	117.2058	108.8935	148.6221	98.1176	116.618	80.32	125.3092	133.508	110.4317	51.5866	102.1688
Varianza	2021.168	3533.4245	4670.3889	3646.646	1881.063	1464.67	2310.67	1446.527	1994.1789	5641.9093	2774.97	1671.1052	3406.4235
Tendencia lineal	43.374:3.30385	72.893:-1.1496	133.55:-2.3362	170.937:-8.8634	137.213:1.62981	88.309:1.201	156.617:-6.1537	83.964:-0.559	75.13:7.7198	124.945:1.31739	123.577:-2.022	54.05:-0.3789	107.35:-0.0609

ESTACIÓN ESPERANZA DATOS MENSUALES													
TIPO DE TEST	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Serie Completa
Petit	n.s.	Feb-92	n.s.	Abr-96	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	Sep-96	n.s.	Nov-94	n.s.	n.s.
Spearman	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.s.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.
Test Varianza	n.s.	s.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	s.s.	n.s.
Test media	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	s.s.	n.s.	n.s.
Media Aritmética	88.6536	96.819	156.666	126.9054	179.1303	101.7634	114.953	98.064	125.4927	145.77	120.1291	90.947	119.9832
Varianza	2625.8	1925.1199	3469.253	4999.1873	4693.9772	978.9516	1382.004	1663.3009	2288.66	4040.083	3637.2206	1839.93	3340.973
Tendencia lineal	54.463: 4.884	83.882: 1.84808	159.206: -0.36279	176.273: -7.59503	168.66: 1.745	88.613: 2.02314	119.707: -0.7313	93.981: 0.6282	94.675: 4.74113	169.312: -3.62179	160.83: -6.26231	107.481: -2.5436	123.288: -0.03911

ESTACIÓN FLORA DATOS MENSUALES													
TIPO DE TEST	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Serie Completa
Petit	n.s.	n.s.	n.s.	Abr-97	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Spearman	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.
Test Varianza	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	s.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Test media	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Media Aritmética	68.4792	73.2602	113.863	80.679	132.0668	80.0186	86.1522	70.69	103.7318	85.5951	104.8447	73.404	89.3422
Varianza	2456.79	2476.1136	3235.98	1437.28	2157.1568	2072.0732	713.409	1393.4185	2641.8415	1825.6346	2526.2612	2124.79	2322.0396
Tendencia lineal	45.519: 3.28	70.855: 0.34356	118748: -0.69789	99.8: -2.73157	116.479: 2.2268	70.89: 1.30378	88.723: -0.36726	90.778: -2.8694	101.77: 0.30071	102.869: -2.6574	112.747: -1.2158	92.728: -2.97296	92.522: -0.03634

ESTACIÓN GRANJA PIEDECUSTA DATOS MENSUALES													
TIPO DE TEST	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Serie Completa
Petit	n.s.	Feb-79	n.s.	Abr-81	May-83	n.s.	n.s.	Ago-89	n.s.	Oct-86	Nov-79	n.s.	Jul-79
Spearman	t.n.s.	t.s.s.	t.n.s.	t.s.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.s.s.	t.n.s.	t.s.s.	t.s.s.	t.n.s.	t.s.s.
Test Varianza	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	s.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	s.s.	n.s.	s.s.
Test media	n.s.	s.s.	n.s.	s.s.	s.s.	n.s.	n.s.	s.s.	n.s.	s.s.	s.s.	s.s.	s.s.
Media Aritmética	91.2	126.62	184.94	169.2	172.76	95.008	98.1216	97.8247	139.6807	193.2387	153.9257	83.64	133.7525
Varianza	2842.9	7897.5	7895.08	6126.15	4869.35	2489.04	2050.12	1620.4845	3832.0593	7796.28	5934.6844	2418.41	5998.02
Tendencia lineal	95.11: -0.24525	183.436: -3.55093	202.316: -1.085	211.283: -2.633	208.693: -2.2454	101.375: -0.39793	100.131: -0.1218	126.047: -1.7323	127.192: 0.75691	264: -4.29612	210.487: -3.428	91.647: -0.485	160.667: -0.1342

ESTACIÓN LA FLORESTA DATOS MENSUALES													
TIPO DE TEST	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Serie Completa
Petit	n.s.	n.s.	n.s.	Abr-90	n.s.	Jun-94	n.s.	Ago-88	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Spearman	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.s.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.s.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.
Test Varianza	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	s.s.	n.s.
Test media	n.s.	n.s.	n.s.	s.s.	n.s.	s.s.	n.s.	s.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Media Aritmética	68.9025	83.7234	122.46	123.4575	136.4541	101.2009	114.074	117.46	117.5075	122.7403	105.79	52.39	105.7249
Varianza	1821.6906	4501.7	1874.97	2626.18	2591.9	1347.14	2134.9	2231.94	3050.63	3606.3542	4112.75	1434.37	3253.1445
Tendencia lineal	59.381: 0.7935	75.342: 0.6705	129.427: -0.5573	161.422: -3.037	140.581: -0.33018	80.074: 1.7606	93.081: 1.679	168.71: -4.0998	87.968: 2.46166	137.748: -1.25064	110.307: -0.376	61.537: -0.7621	109.789: -0.02665

ESTACIÓN LLANOGRANDE DATOS MENSUALES													
TIPO DE TEST	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Serie Completa
Petit	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	Ago-88	n.s.	Oct-87	n.s.	n.s.	n.s.
Spearman	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.
Test Varianza	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Test media	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	s.s.	n.s.	n.s.	s.s.
Media Aritmética	41.9484	58.8531	103.1871	102.85	99.79	73.2241	78.2355	73.8312	87.99	126.1387	87.01	34.5781	80.5067
Varianza	1339.09	1593.2039	2972.49	2243.0458	2060.61	1397.53	1329.84	971.1564	1322.64	1997.5051	2033.75	1101.234	2302.78
Tendencia lineal	48.945: -0.46645	54.107: 0.30618	81.809: 1.37868	116.031: -0.8504	101.751: -0.135	79.149: -0.4232	78.075: 0.01069	83.56: -0.6276	76.142: 0.81691	144.834: -1.246	79.665: 0.50654	48.341: -0.88796	83.166: -0.0143

ESTACIÓN PALOGORDO DATOS MENSUALES													
TIPO DE TEST	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Serie Completa
Petit	n.s.s.	Feb-97	n.s.s.	Abr-83	n.s.s.	Jun-80	n.s.s.	n.s.s.	n.s.s.	Oct-81	Nov-75	n.s.s.	Jun-76
Spearman	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.s.s.	t.n.s.	t.s.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.s.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.s.s.
Test Varianza	n.s.	n.s.	n.s.	s.s.	n.s.	s.s.	n.s.	n.s.	n.s.	s.s.	n.s.	n.s.	s.s.
Test media	n.s.	s.s.	n.s.	s.s.	n.s.	s.s.	n.s.	n.s.	n.s.	s.s.	s.s.	n.s.	s.s.
Media Aritmética	47.3949	65.9196	108.58	123.214	123.9	90.7621	89.006	87.0877	112.6682	141.544	100.582	40.6956	94.1977
Varianza	1450.415	1987.2431	4116.1551	7578.977	2968.38	3528.853	3782.2353	2947.3296	4824.042	3914.5336	4046.2714	1543.022	4332.3082
Tendencia lineal	48.648;-0.0716	55.646;0.58705	111.323;-0.1567	167.587;-2.6102	141.713;-1.0178	136.793;-2.6304	91.314;-0.13576	100.213;-0.7721	104.421;0.48516	197.028;-3.26375	131.791;-1.8358	50.23;-0.56086	111.631;-0.0822

ESTACIÓN PTAR DATOS MENSUALES													
TIPO DE TEST	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Serie Completa
Petit	n.s.s.	Feb-94	Mar-90	Abr-96	n.s.s.	n.s.s.	n.s.s.	n.s.s.	Sep-95	Oct-96	Nov-94	n.s.s.	10/1989, 5/97
Spearman	t.n.s.	t.s.s.	t.n.s.	t.s.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.s.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.
Test Varianza	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s. - n.s.
Test media	n.s.	n.s.	n.s.	s.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	s.s.	n.s.	s.s.	n.s.	s.s. - n.s.
Media Aritmética	63.95	72.7475	101.6001	102.8361	104.4453	61.561	89.7964	62.7571	99.7032	100.9647	91.6541	46.3433	83.4024
Varianza	2987	5072.2202	2139.1664	1728.9162	2053.3815	1722.7723	2232.289	1064.4826	1775.6324	3162.4419	2325.3373	624.5229	2491.5004
Tendencia lineal	30.209;4.82	43.705;4.14891	123.366;-3.1094	146.87;-6.29048	82.98;3.06678	82.096;-2.9335	136.32;-6.6462	78.321;-2.22235	70.936;4.10959	132.87;-4.558	130.737;-5.58325	41.171;0.79579	92.086;-0.09757

ESTACIÓN RUITOQUE DATOS MENSUALES													
TIPO DE TEST	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Serie Completa
Petit	n.s.s.	n.s.s.	n.s.s.	n.s.s.	n.s.s.	n.s.s.	n.s.s.	n.s.s.	n.s.s.	n.s.s.	Nov-94	Dic-96	n.s.s.
Spearman	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.
Test Varianza	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	n.s.
Test media	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	datos insufic.	n.s.
Media Aritmética	82.711	106.6756	155.215	116.0844	143.133	88.6835	102.8665	76.1843	147.6803	147.575	133.5753	72.1316	114.0986
Varianza	5977.7605	2382.4669	2758.1688	3940.1494	2184.1256	1237.9436	1693.7761	430.7085	4256.6713	6245.6546	3106.7173	761.5654	3471.2662
Tendencia lineal	56.994; 6.42917	96.47; 2.5515	175.242; -5.0066	169.424; -13.335	132.837; 2.57417	66.077; 5.02376	100.266; 0.57791	69.473; 1.49143	120.472; 6.04624	110.499; 8.23909	168.227; -7.7039	46.381; 5.72237	106.757; -0.12881

ESTACIÓN UIS DATOS MENSUALES													
TIPO DE TEST	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Serie Completa
Petit	n.s.s.	n.s.s.	n.s.s.	Abr-86	n.s.s.	Jun-76	n.s.s.	Aggo-91	n.s.s.	Oct-88	n.s.s.	n.s.s.	Dic-90
Spearman	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.s.s.	t.n.s.	t.s.s.	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.
Test Varianza	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Test media	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	s.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Media Aritmética	84.2429	95.2325	122.6148	128.5924	131.6614	82.7286	100.4118	78.471	107.7087	124.489	116.8134	67.6512	103.3569
Varianza	3912.4331	2817.537	3781.5189	3780.54	3299.0013	1671.8757	1330.9861	1080.9256	2630.37	2710.637	3933.6505	2655.5722	3148.6244
Tendencia lineal	80.227; 0.25909	101.74; -0.39438	117.963; 0.28196	156.586; -1.74958	107.695; 1.45248	73.98; 0.53019	91.333; 0.55024	94.166; -0.95119	92.81; 0.93118	162.159; -2.43032	133.602; -1.04927	81.611; -0.87248	107.64; -0.02147

Fuente: Investigación del autor

n.s. = no es significativo
s.s. = si es significativo
t.s.s. = Tendencia significativa
t.n.s. = Tendencia no significativa
n.s.s. = Salto no significativo

ANEXO 12 TEST DE PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS ESTACIONES AMB

ESTACIÓN AEROPUERTO GOMEZ NIÑO	Promren	Días de lluvia	Promediox Evento
Spearmn	t.s.s.	tns.	t.s.s.
Media Aritmética	26628	-	89569
Varianza	43442	-	355572
Tendencia lineal	2.1250.00315	10.436-0.00516	6.8970.01252

ESTACIÓN GRANJA PEDECLESTA	Promren	Días de lluvia	Promediox Evento
Spearmn	t.s.s.	t.s.s.	t.s.s.
Media Aritmética	44111	-	94068
Varianza	66026	-	275326
Tendencia lineal	5.341-0.00464	13.6390.00665	12.169-0.01378

ESTACIÓN AEROPUERTO PALONEGRO	Promren	Días de lluvia	Promediox Evento
Spearmn	tns.	tns.	tns.
Media Aritmética	32293	-	67115
Varianza	35665	-	14.432
Tendencia lineal	3.466-0.00134	15.461-0.00292	6.776-0.00037

ESTACIÓN LA FLORESTA	Promren	Días de lluvia	Promediox Evento
Spearmn	tns.	t.s.s.	t.s.s.
Media Aritmética	34723	-	102805
Varianza	35068	-	292449
Tendencia lineal	3.602-0.00065	8.7750.01572	12.716-0.01997

ESTACIÓN MANGA-IDEAM	Promren	Días de lluvia	Promediox Evento
Spearmn	tns.	tns.	tns.
Media Aritmética	356	-	8.159
Varianza	3.765	-	15.4962
Tendencia lineal	3.1440.00894	12.750.1902	8.1360.00063

ESTACIÓN LLANO GRANDE	Promren	Días de lluvia	Promediox Evento
Spearmn	tns.	t.s.s.	t.s.s.
Media Aritmética	26476	-	67367
Varianza	24519	-	202772
Tendencia lineal	2.746-0.00063	15.463-0.01496	4.960.00947

ESTACIÓN QUMB	Promren	Días de lluvia	Promediox Evento
Spearmn	tns.	tns.	tns.
Media Aritmética	28854	-	56974
Varianza	22753	-	96322
Tendencia lineal	2.9410.00051	15.4160.00699	5.899-0.00263

ESTACIÓN PALOGORDO	Promren	Días de lluvia	Promediox Evento
Spearmn	t.s.s.	t.s.s.	t.s.s.
Media Aritmética	30983	-	169401
Varianza	47137	-	96981
Tendencia lineal	3.674-0.00272	5.3440.00166	21.365-0.02067

ESTACIÓN CLUB CAMPESTRE	Promren	Días de lluvia	Promediox Evento
Spearmn	tns.	tns.	tns.
Media Aritmética	33202	-	8.297
Varianza	3.6611	-	16.8669
Tendencia lineal	3.413-0.00108	12.636-0.00246	8.534-0.00279

ESTACIÓN PTAR	Promren	Días de lluvia	Promediox Evento
Spearmn	tns.	t.s.s.	t.s.s.
Media Aritmética	27403	-	70111
Varianza	27049	-	193266
Tendencia lineal	3.019-0.00313	9.7770.03773	8.88-0.021

ESTACIÓN ESPERANZA	Promren	Días de lluvia	Promediox Evento
Spearmn	tns.	tns.	tns.
Media Aritmética	39188	-	7.3016
Varianza	3.6639	-	11.7335
Tendencia lineal	4.071-0.00178	16.9560.00156	7.809-0.006

ESTACIÓN RUITOQUE	Promren	Días de lluvia	Promediox Evento
Spearmn	tns.	t.s.s.	t.s.s.
Media Aritmética	37762	-	69968
Varianza	4.3669	-	14.4066
Tendencia lineal	3.6740.0018	18.524-0.03178	5.651-0.02617

ESTACIÓN FLORA	Promren	Días de lluvia	Promediox Evento
Spearmn	tns.	tns.	tns.
Media Aritmética	293	-	5.8063
Varianza	2.5028	-	14.1169
Tendencia lineal	3.03-0.00115	16.834-0.00213	5.7750.00036

ESTACIÓN UIS	Promren	Días de lluvia	Promediox Evento
Spearmn	tns.	t.s.s.	tns.
Media Aritmética	34163	-	68121
Varianza	3.3662	-	12.662
Tendencia lineal	3.539-0.00062	17.166-0.0084	6.3140.00269

Fuente: Investigación del autor

ANEXO 13 PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS ESTACIONES AMB POR DÉCADAS

ESTACIÓN PTAR	1985 - 1994	1995 - 2004
Spearman	t.n.s.	t.s.s.
Media Aritmética	83.2197	83.6136
Varianza	2288.8179	2756.6154
Tendencia lineal	99.906-0.35129	102.808-0.4682

ESTACIÓN LA FLORESTA	1975 - 1984	1985 - 1994	1995 - 2004
Spearman	t.n.s.	t.n.s.	t.s.s.
Media Aritmética	114.3694	99.6336	106.4788
Varianza	3773.3826	3173.146	2967.07
Tendencia lineal	133.081-0.5126	94.511-0.0668	109.587-0.0555

ESTACIÓN BMANGA - IDEAM	1985 - 1994	1995 - 2004
Spearman	-	t.n.s.
Media Aritmética	-	105.686
Varianza	-	3026.6354
Tendencia lineal	-	976790.17405

ESTACIÓN LLANOGRANDE	1975 - 1984	1985 - 1994	1995 - 2004
Spearman	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.
Media Aritmética	83.8087	74.4385	82.7183
Varianza	2067.1064	2381.1524	2504.3633
Tendencia lineal	90.881-0.09557	79.42-0.08442	73.388-0.18117

ESTACIÓN CDMB	1985 - 1994	1995 - 2004
Spearman	t.n.s.	t.n.s.
Media Aritmética	88.822	92.0656
Varianza	2125.843	2155.8892
Tendencia lineal	90.311-0.03135	92.316-0.00651

ESTACIÓN PALOGORDO	1975 - 1984	1985 - 1994	1995 - 2004
Spearman	t.s.s.	t.n.s.	t.n.s.
Media Aritmética	103.2486	84.697	88.872
Varianza	5535.7924	3095.3547	3403.5969
Tendencia lineal	128.918-0.2698	91.873-0.12163	93.214-0.07686

ESTACIÓN CLUB CAMPESTRE	1985 - 1994	1995 - 2004
Spearman	t.n.s.	t.n.s.
Media Aritmética	102.1688	101.9454
Varianza	3406.4239	3928.739
Tendencia lineal	107.35-0.061	107.872-0.15596

ESTACIÓN GRANJA PIEDECUENTA	1975 - 1984	1985 - 1994	1995 - 2004
Spearman	t.s.s.	t.n.s.	t.n.s.
Media Aritmética	152.59	116.359	124.5496
Varianza	8012.0872	3910.036	4426.4294
Tendencia lineal	185.381-0.3951	114.099-0.038	125.943-0.0244

ESTACIÓN ESPERANZA	1985 - 1994	1995 - 2004
Spearman	t.n.s.	t.n.s.
Media Aritmética	119.946	120.03
Varianza	3893.1427	2668.16
Tendencia lineal	128.724-0.1848	122.941-0.0797

ESTACIÓN UIS	1975 - 1984	1985 - 1994	1995 - 2004
Spearman	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.
Media Aritmética	107.0827	100.2388	99.4385
Varianza	3375.0887	2578.7063	3371.2878
Tendencia lineal	95.69-0.12659	114.717-0.2413	101.123-0.0347

ESTACIÓN FLORA	1985 - 1994	1995 - 2004
Spearman	t.n.s.	t.n.s.
Media Aritmética	88.6196	90.2092
Varianza	2215.9538	2477.6084
Tendencia lineal	102.789-0.2983	90.784-0.0146

ESTACIÓN AEROPUERTO PALONEGRO	1975 - 1984	1985 - 1994	1995 - 2004
Spearman	t.n.s.	t.n.s.	t.n.s.
Media Aritmética	105.7058	91.9331	96.4103
Varianza	3546.1406	3070.3313	3190.9388
Tendencia lineal	108.525-0.0474	96.06-0.0706	98.045-0.02843

ESTACIÓN RUITOQUE	1985 - 1994	1995 - 2004
Spearman	-	t.s.s.
Media Aritmética	-	114.0986
Varianza	-	3471.2662
Tendencia lineal	-	106.757-0.12881

Fuente: Investigación del autor

ANEXO 14 CONTEO DE EVENTOS DE PRECIPITACIÓN DE LA DFAR ESTACIONES AMB

Cantidad de lluvias por año entre el 0% y el 75% de la distribución de frecuencia acumulada relativa													
Años	Palonegro	Gja piedecuesa	La Floresta	Llanogrande	UIS	Palogordo	Ptar	La Flora	Esperanza	C. Campestre	CDMB	Bmanga IDEAN	Ruitoque
1969					84	40							
1970					147	68							
1971		97			140	77							
1972		81		136	141	59							
1973		124		98	150	40							
1974		144		130	152	43							
1975	146	155		146	157	38							
1976	129	136		117	141	25							
1977	113	112		121	133	18							
1978	110	128		92	98	10							
1979	138	146	108	136	138	23							
1980	98	132	118	56	118	26							
1981	123	148	73	128	141	45							
1982	129	59	85	137	152	45							
1983	123	115	95	108	122	70							
1984	103	124	91	121	143	62							
1985	123	91	98	105	136	47							
1986	138	103	81	115	141	17							
1987	126	126	49	106	147	31	69	135	119	81	133		
1988	120	99	81	122	157	62	98	150	134	77	133		
1989	126	142	64	107	135	29	88	133	134	104	131		
1990	130	126	61	127	152	22	86	151	168	83	138		
1991	104	151	70	99	126	40	131	127	147	105	135		
1992	102	134	54	110	114	60	90	122	128	83	128		
1993	121	144	51	107	51	57	89	145	174	57	113		180
1994	143	160	77	120	63	60	106	153	168	52	149		166
1995	134	161	72	113	129	53	125	198	156	64	202		134
1996	128	142	144	117	137	57	85	98	151	108	145		118
1997	103	103	108	22	107	64	33	144	109	55	114	94	115
1998	131	140	141	58	113	70	183	138	143	110	138	112	130
1999	148	169	137	69	145	85	240	168	164	128	164	145	136
2000	126	145	152	62	97	71	170	145	137	91	139	123	119
2001	111	149	126	37	101	69	113	74			53	109	135
2002	130	145	152	89	119	54						116	
2003	134	90	143	106		53						128	
media anual multianual 87-01	123.5	139.4	92.5	91.7	118.3	55.3	113.7	138.7	145.1	85.6	134.3		
media anual multianual Total	123.8	127.9	97.2	103.7	127.3	48.3	113.7	138.7	145.1	85.6	134.3	118.1	137.0

Cantidad de lluvias por año entre el 75% y el 99% de la distribución de frecuencia acumulada relativa													
Años	Palonegro	Gja piedecuesa	La Floresta	Llanogrande	UIS	Palogordo	Ptar	La Flora	Esperanza	C. Campestre	CDMB	Bmanga IDEAN	Ruitoque
1969					27	24							
1970					51	24							
1971		50			61	31							
1972		43		38	46	19							
1973		42		32	43	27							
1974		41		34	41	23							
1975	58	50		46	56	30							
1976	55	55		47	54	22							
1977	52	41		35	52	20							
1978	75	48		33	37	25							
1979	66	59	37	46	58	31							
1980	48	50	37	18	54	19							
1981	56	53	38	45	60	21							
1982	58	18	29	37	46	12							
1983	44	36	35	48	51	16							
1984	49	48	33	38	43	16							
1985	48	40	9	35	48	13							
1986	53	44	29	43	57	30							
1987	47	41	38	48	34	27	48	52	64	68	53		
1988	43	61	49	49	61	23	58	75	74	80	63		
1989	40	39	35	29	46	24	41	56	60	59	43		
1990	49	43	34	33	47	11	36	53	50	63	49		
1991	49	25	27	42	40	18	37	58	53	62	49		
1992	43	29	27	31	40	8	37	45	50	49	48		
1993	49	45	46	37	29	15	35	58	49	60	58		42
1994	46	41	44	38	34	14	47	54	71	65	55		67
1995	53	39	42	35	43	12	41	71	61	63	69		45
1996	56	54	35	51	57	18	63	63	71	77	70		55
1997	43	39	34	12	40	11	45	54	56	56	50	46	46
1998	45	47	29	34	50	16	31	53	48	59	56	46	54
1999	62	51	49	49	60	13	33	53	62	60	55	51	60
2000	54	49	34	39	45	15	41	50	60	56	57	47	61
2001	47	45	27	40	45	11	27	25			19	33	45
2002	33	42	24	32	39	9						34	
2003	61	46	52	45		19						55	
media anual multianual 87-01	48.4	43.2	36.7	37.8	44.7	15.7	41.3	54.7	59.2	62.6	52.9		
media anual multianual Total	51.1	44.1	34.9	38.1	46.9	19.1	41.3	54.7	59.2	62.6	52.9	44.6	52.8

Cantidad de lluvias por año entre el 99% y el 100% de la distribución de frecuencia acumulada relativa													
Años	Palonegro	Gja piedecuesa	La Floresta	Llanogrande	UIS	Palogordo	Ptar	La Flora	Esperanza	C. Campestre	CDMB	Bmanga IDEAN	Ruitoque
1969					0	1							
1970					0	2							
1971		7			0	0							
1972		5		1	1	1							
1973		3		3	1	5							
1974		7		2	5	2							
1975	1	5		1	1	1							
1976	1	4		2	3	1							
1977	1	6		1	2	0							
1978	1	1		1	2	0							
1979	3	3	6	3	1	5							
1980	0	5	1	0	1	2							
1981	3	0	2	1	5	0							
1982	1	1	3	1	2	0							
1983	1	0	1	0	2	0							
1984	0	0	0	0	3	0							
1985	2	0	0	0	3	0							
1986	1	3	2	0	1	0							
1987	5	1	1	3	2	3	4	3	4	4	3		
1988	1	1	1	0	1	0	0	1	3	1	3		
1989	1	0	1	1	3	0	1	3	2	0	3		
1990	2	1	1	3	2	0	3	1	1	1	1		
1991	0	1	1	0	0	0	3	0	2	0	1		
1992	2	2	1	2	1	1	1	0	1	1	2		
1993	1	0	0	0	0	0	2	1	1	1	3		2
1994	1	2	0	1	0	0	2	0	3	4	2		1
1995	1	0	1	2	2	0	3	0	2	1	0		0
1996	4	1	3	0	2	1	2	3	1	4	1		4
1997	2	1	0	1	3	0	1	3	1	0	1	0	0
1998	2	1	2	4	4	1	0	3	3	1	1	2	3
1999	0	3	1	0	1	0	0	2	1	0	1	0	3
2000	2	0	2	1	4	1	3	4	2	3	3	1	3
2001	2	1	1	0	4	0	0	3		4		5	1
2002	0	0	2	3	1	3						3	
2003	2	1	0	5		2						4	
media anual multianual 87-01	1.7	1.0	1.1	1.2	1.9	0.5	1.7	1.8	1.9	1.5	1.9		
media anual multianual Total	1.5	2.0	1.3	1.3	1.9	0.9	1.7	1.8	1.9	1.5	1.9	2.1	1.9

Fuente: Investigación del Autor

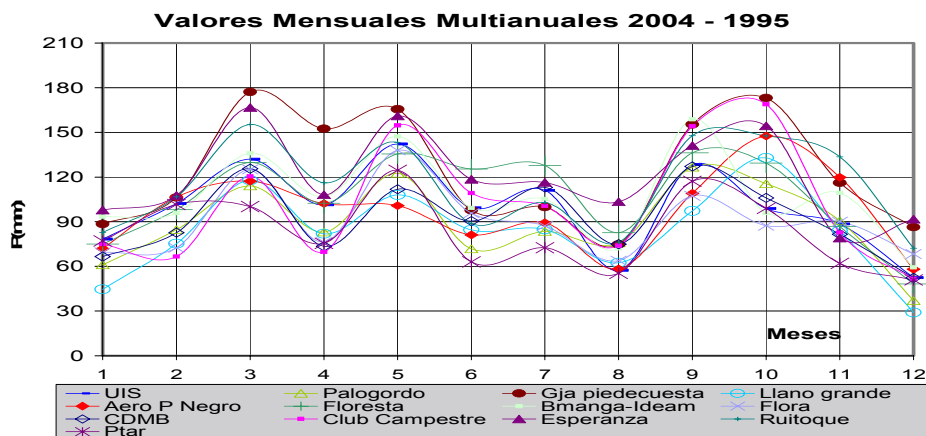
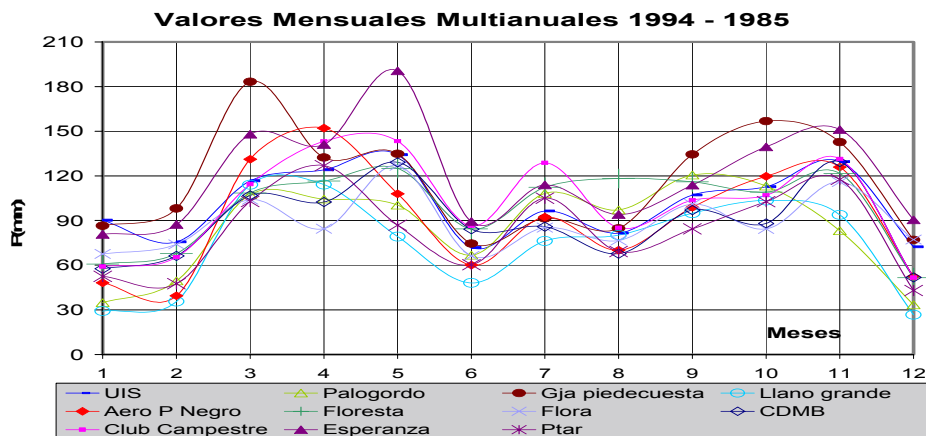
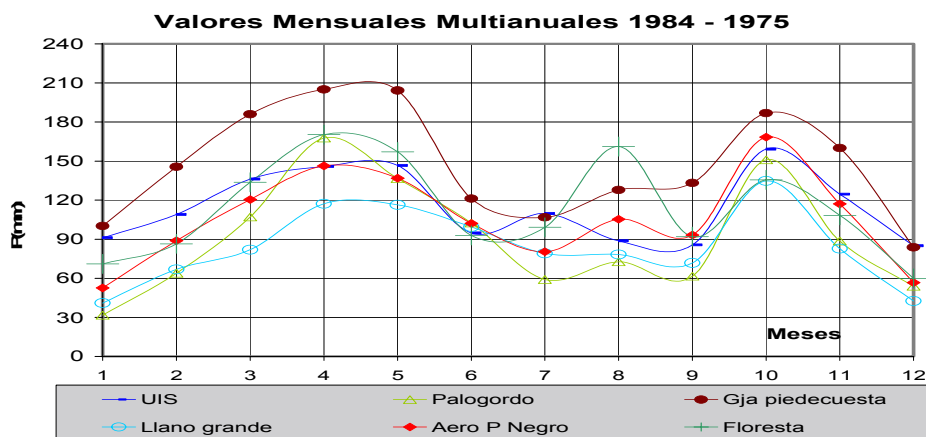
ANEXO 15 CONTEO DE EVENTOS Y VALORES DE PRECIPITACIÓN ANUALES AMB

Valores anuales de días de lluvia													
Años	Palonegro	Gja piedecuesa	La Floresta	Llanogrande	UIS	Palogordo	Ptar	La Flora	Esperanza	C. Campestre	CDMB	Bmanga IDEAM	Ruitoque
1969													
1970					198	94							
1971		154			201	108							
1972		129		175	188	79							
1973		169		133	194	72							
1974		192		166	198	68							
1975	193	210		193	214	69							
1976	185	195		166	198	48							
1977	166	159		157	187	38							
1978	186	177				35							
1979	207	208	151	185	197	59							
1980	146	187	156		173	47							
1981	182	201	113	174	206	66							
1982	188		117	175	200	57							
1983	168	151	131	156	175	86							
1984	152	172	124	159	189	78							
1985	173	131	107	140	187	60							
1986	192	150	112	158	199	47							
1987	178	168	88	157	183	61	121	190	187	148	189		
1988	164	161	131	171	219	85	156	226	211	158	180		
1989	167	181	100	137	184	53	130	192	196	156	177		
1990	181	170	96	163	201	33	125	205	219	147	173		
1991	153	177	98	141	166	58	171	185	202	167	185		
1992	147	165	82	143	155	69	128	157	179	133	164		
1993	171	189	97	144		72	126	204	224	118	174		201
1994	190	203	121	159		74	155	207	242	121	184		227
1995	188	200	115	134	164	65	169	269	219	128			
1996	188	197	182	168	183	76	150	164	197	189			
1997	148	143	142		150	75	79	180	166	111	147	137	161
1998	178	188	172	96	152	87	214	194	194	170	195	157	181
1999	210	223	187	118	206	98	273	223	227	188	220	196	189
2000	182	194	188	102	146	87	214	199	188	150	199	155	179
2001	160	195	154	77	150	80	140					147	182
2002	163	187	178	124	159	66						120	
2003	197	219	195	156		74							
media anual mulianual 87-01	173.7	183.6	130.2	136.4	173.8	71.5	156.7	199.6	203.6	148.9	182.3		
media anual mulianual Total	176.0	179.5	133.5	149.2	184.1	68.4	156.7	199.6	203.6	148.9	182.3	152.0	188.6

Valores anuales de precipitación(mm)													
Años	Palonegro	Gja piedecuesa	La Floresta	Llanogrande	UIS	Palogordo	Ptar	La Flora	Esperanza	C. Campestre	CDMB	Bmanga IDEAM	Ruitoque
1969						1262.5							
1970					1133.8	1477.7							
1971		2389.3			1277.8	1707.0							
1972		1776.2		1003.7	1189.5	1299.8							
1973		1635.3		880.8	1033.8	1739.7							
1974		2145.1		770.5	1171.3	1383.8							
1975	1251.2	2146.6		1102.2	1440.7	1404.8							
1976	1230.0	2148.9		1146.1	1265.9	1120.1							
1977	1142.0	1915.4		880.7	1367.6	830.8							
1978	1562.3	1521.8				904.3							
1979	1569.4	2058.9	1735.5	1203.1	1370.9	1689.5							
1980	990.7	1910.9	1415.0		1333.6	1128.3							
1981	1263.9	1622.1	1254.9	995.8	1656.2	1217.0							
1982	1349.9		1457.5	986.7	1229.2	691.9							
1983	965.1	1154.0	1299.0	825.0	1183.2	971.9							
1984	1018.0	1469.8	1135.1	810.1	1149.2	994.7							
1985	1055.8	1142.9	779.2	888.2	1346.6	781.0							
1986	1095.8	1620.3	1138.6	839.8	1286.1	1151.6							
1987	1349.8	1274.3	1427.6	1234.9	1150.3	1522.7	1182.9	1137.5	1675.5	1381.9	1057.9		
1988	1042.3	1742.6	1534.3	967.0	1539.9	1322.0	1372.2	1432.8	1825.6	1509.1	1249.4		
1989	1011.9	1243.3	1230.3	668.1	1283.4	936.9	962.6	1148.1	1267.9	1106.8	1056.9		
1990	1136.8	1497.1	1169.5	896.5	1241.2	547.2	943.2	1015.7	1278.2	1133.5	960.6		
1991	990.6	1219.1	947.0	790.0	992.4	862.8	900.6	933.0	1326.1	1112.9	959.9		
1992	951.5	1222.1	930.0	865.6	925.4	782.5	808.5	710.9	1070.1	883.8	825.7		
1993	1058.7	1442.5	1250.0	790.4		1188.5	803.2	1069.5	1257.5	1089.1	1168.6		1218.6
1994	1154.9	1558.9	1450.0	917.8		983.8	1015.9	1032.7	1813.9	1448.9	1080.9		1669.9
1995	1133.5	1348.2	1297.0	912.3	1108.5	892.2	1170.1	1014.5	1467.3	1078.9			
1996	1289.1	1798.7	1467.2	1004.4	1252.2	1368.1	1287.8	1155.0	1588.1	1620.7			
1997	1045.5	1221.4	1096.2		1085.4	1005.0	958.8	1020.1	1266.7	1150.9	989.6	1120.9	944.2
1998	1180.6	1532.0	1206.4	1025.5	1232.5	1158.0	772.9	1095.3	1360.4	1102.8	1090.2	1298.3	1422.5
1999	1111.5	1769.8	1443.5	882.3	1401.1	1143.0	973.3	1222.1	1411.5	1286.7	1110.0	1411.6	1525.5
2000	1297.4	1419.6	1356.9	971.2	1259.0	1076.0	1196.5	1035.3	1457.0	1241.7	1116.5	1236.1	1536.2
2001	1180.1	1421.5	1106.7	826.9	1212.0	911.0	580.4					1197.8	1276.8
2002	826.3	1316.4	1087.2	846.4	990.1	867.0						1205.5	
2003	1543.8	1740.2	1455.9	1282.1		1300.0						1696.1	
media anual multianual 87-01	1128.9	1447.4	1260.8	910.9	1206.4	1046.6	995.3	1073.0	1433.3	1224.8	1055.5		
media anual multianual 1975-1984	1234.3	1838.0	1382.8	964.1	1271.6	1239.0							
media anual multianual 1985-1994	1084.8	1396.3	1185.6	885.8	1220.7	1007.9	998.6	1060.0	1439.4	1208.3	1045.0		
media anual multianual 1995-2004	1178.6	1507.5	1279.7	968.9	1192.6	1080.0	991.4	1090.4	1425.2	1247.0	1076.6	1309.5	1341.0
media anual multianual Total	1165.5	1607.0	1266.8	938.4	1237.0	1132.1	995.3	1073.0	1433.3	1224.8	1055.5	1309.5	1370.5

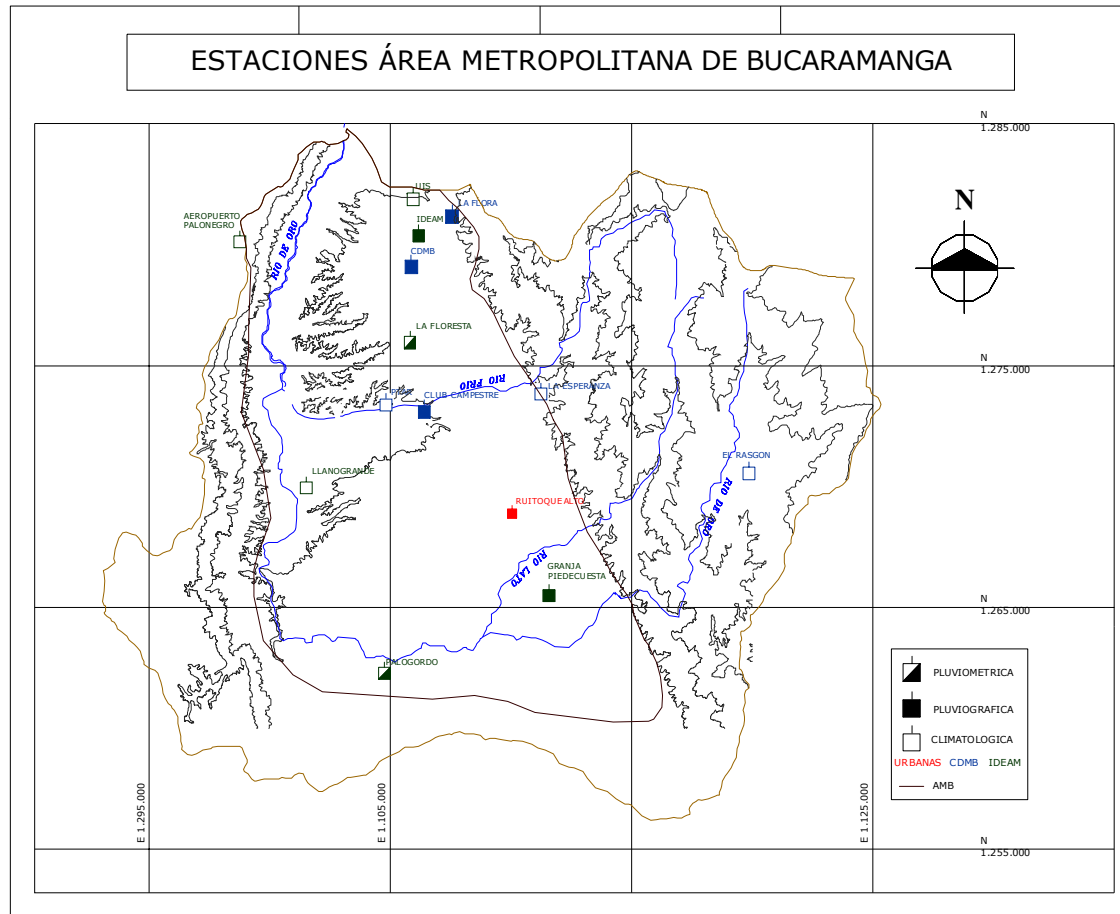
Fuente: Investigacion del Autor

ANEXO 16 RÉGIMEN ANUAL MULTIANUAL ESTACIONES AMB



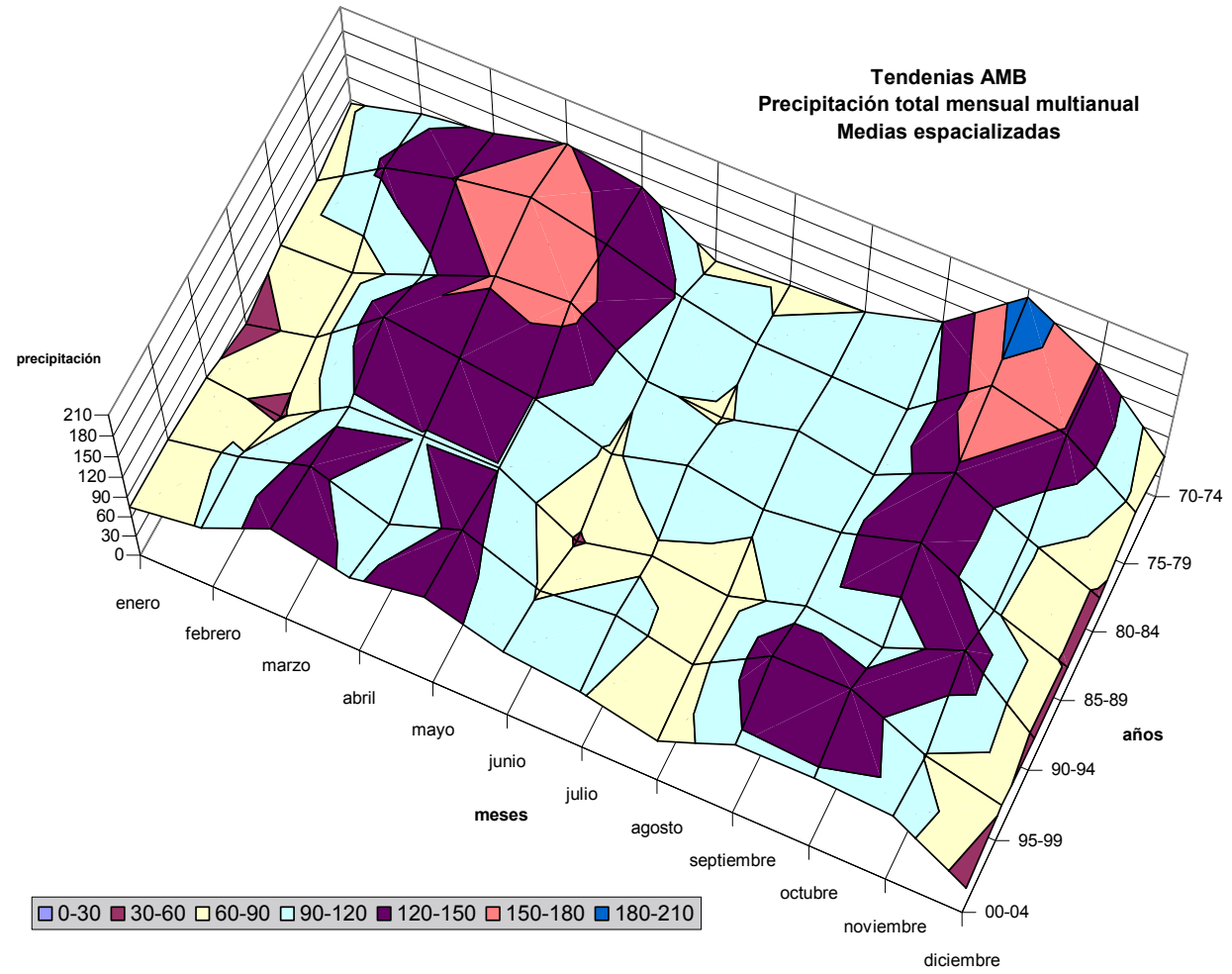
Fuente: Investigación del Autor

ANEXO 17 MAPA ESTACIONES AMB



Fuente: GPH – UIS

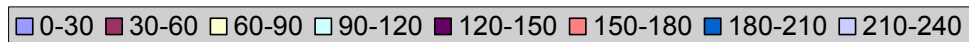
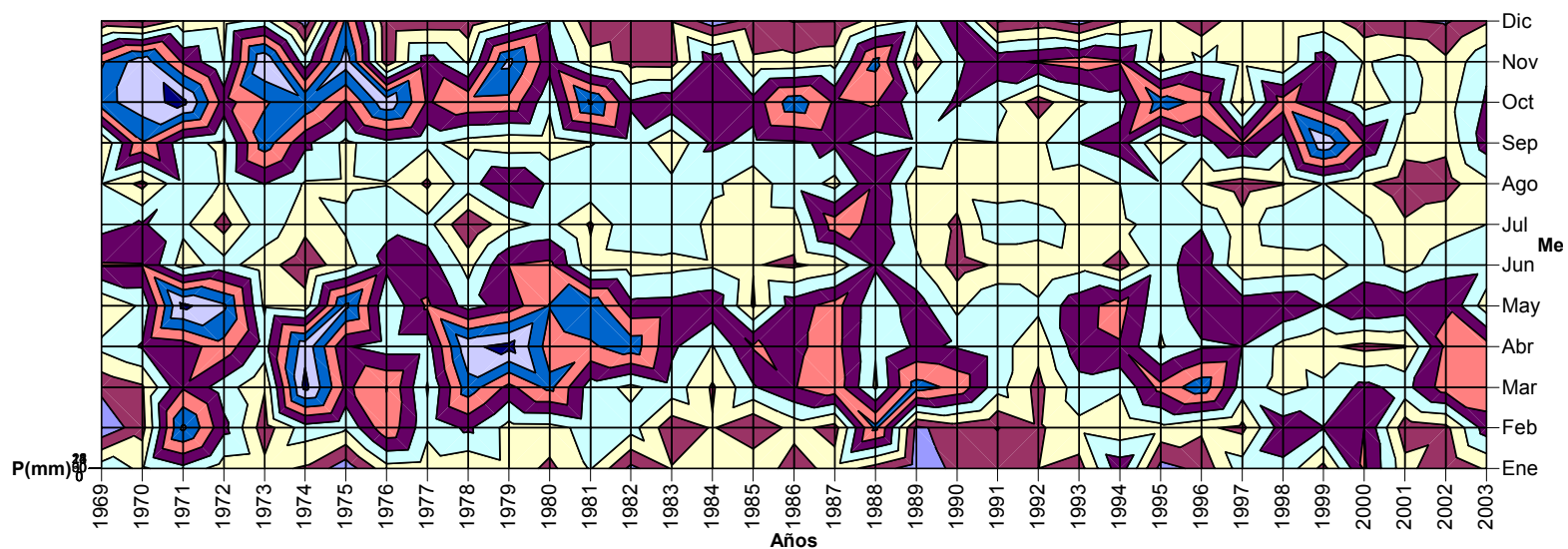
ANEXO 18 MAPA DE TENDENCIAS DEL AMB



Fuente: Investigación del autor

ANEXO 19 TENDENCIAS AMB PRECIPITACIÓN MENSUAL ANUAL

Tendencias AMB
Precipitación mensual Anual



Fuente: Investigación del autor