

**CLIMATOLOGIA DE LOS COMPONENTES DEL BALANCE HÍDRICO EN
COLOMBIA**

**Gonzalo Hurtado Moreno
Martha Cecilia Cadena**

Gonzalo Hurtado Moreno (Contrato 293/2018)
Martha Cecilia Cadena (Subdirección de Meteorología)
Diana Rivera Pineda (Contrato 241/2019)

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM

SUBDIRECCIÓN DE METEOROLOGÍA

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	4
2. MATERIALES Y MÉTODOS	4
2.1 <i>Método de cálculo del balance hídrico</i>	5
2.1.1 Información de entrada	5
2.1.2 Dinámica del balance hídrico según Palmer.....	5
2.2 <i>Herramientas utilizadas en el cálculo</i>	9
2.3 <i>Información utilizada</i>	11
3. ANÁLISIS REGIONAL DEL COMPORTAMIENTO PROMEDIO DE LOS COMPONENTES DEL BALANCE HÍDRICO	14
3.1 <i>Zona Pluviométrica Pacífico Norte y Central</i>	14
3.2 <i>Zona Pluviométrica Alto Magdalena y Alto Cauca</i>	15
3.3 <i>Zona Pluviométrica Caribe – Cesar</i>	20
3.4 <i>Zona Pluviométrica Medio Magdalena y Medio Cauca</i>	22
3.5 <i>Zona Pluviométrica Catatumbo</i>	24
3.6 <i>Zona Pluviométrica Sogamoso - Lebrija – Altiplano</i>	25
3.7 <i>Zona Pluviométrica Orinoquía Occidental</i>	27
3.8 <i>Zona Pluviométrica Piedemonte Amazónico</i>	28
3.9 <i>Zona Pluviométrica Trapecio Amazónico</i>	29
3.10 <i>Zona Pluviométrica Patía y Mira</i>	30

TABLAS E ILUSTRACIONES

Figura 1. Esquema de cálculo de balance hídrico según el modelo de C.W. Palmer	7
Figura 2. Vista principal de la herramienta EVAPOTRANS	10
FIGURA 3. Zonas pluviométricas de Colombia	12
FIGURA 4. Marcha anual de almacenamiento, escorrentía y déficit en Zona Pacífica	15
FIGURA 5. Marcha anual de almacenamiento, escorrentía y déficit en Magdalena y Cauca	20
FIGURA 6. Marcha anual de almacenamiento, escorrentía y déficit en Zona Caribe	22
FIGURA 7. Marcha anual de almacenamiento, escorrentía y déficit en medio Magdalena y Cauca	24
FIGURA 8. Marcha anual de almacenamiento, escorrentía y déficit en zona Catatumbo.....	25
FIGURA 9. Marcha anual de almacenamiento, escorrentía y déficit en altiplano cundiboyacense .	27
FIGURA 10. Marcha anual de almacenamiento, escorrentía y déficit en Orinoquia Occidental.....	28
FIGURA 11. Marcha anual de almacenamiento, escorrentía y déficit en piedemonte amazónico ..	29
FIGURA 12. Marcha anual de almacenamiento, escorrentía y déficit en Trapecio Amazónico	30
FIGURA 13. Marcha anual de almacenamiento, escorrentía y déficit en Patía y Mira	31
Tabla 1. Cuadro de salida del balance hídrico.....	11
Tabla 2. Estaciones por zona.....	12
Tabla 3. Ejemplo de tabla de serie histórica de almacenamientos.....	13
Tabla 4. Ejemplo de tabla histórica de escorrentías	13
Tabla 5. Ejemplo de tabla histórica de déficit.....	14

INTRODUCCIÓN

Este documento tiene como objetivo describir la caracterización de los componentes del balance hídrico del suelo en las diferentes regiones pluviométricas del país, utilizando una herramienta implementada para tal fin, denominada “Evapotrans”, la cual fue inicialmente desarrollada para calcular la evapotranspiración de referencia (ET_o) y en esta fase se complementó con un módulo de balance hídrico. Estos desarrollos fueron el resultado de los contratos (293/18 y 241/19).

Se analizó el comportamiento decadiario promedio de tres indicadores básicos del balance hídrico en el suelo. El almacenamiento de agua en la capa agrícola de suelo, el volumen de excesos y el volumen de deficiencias.

El análisis se hizo para zonas pluviométricas representativas, tomando como referencia 23 estaciones bien distribuidas a lo largo del país; cabe advertir que el estudio es válido en la macroescala y no refleja condiciones para localidades específicas; lo que indica que funciona como indicador y es útil con objetivos de planificación, mas no de manejo.

1. BALANCE HÍDRICO EN EL SUELO

El estudio del balance hídrico del suelo agrícola es de fundamental importancia para la optimización de las labores de campo que permiten incrementar los rendimientos y disminuir costos.

El conocimiento de los diversos componentes del balance permite entre otros elementos:

- Analizar el potencial agroclimático de zonas susceptibles de explotación agrícola.
- Establecer planes de uso de la tierra en zonas seleccionadas.
- Analizar planes de cultivo adecuados a partir del cálculo de necesidades hídricas.
- Operar los sistemas de riego y su evaluación.
- Hacer seguimiento al desarrollo de cultivos.
- Incrementar los rendimientos, a partir de la utilización adecuada del riego y el drenaje en las épocas oportunas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se calcularon balances hídricos históricos para cada año de la serie de datos existente (1981-2016), en la escala decadiaria. Los balances fueron calculados, utilizando la herramienta “Evapotrans”, que había sido utilizada para el cálculo de la evapotranspiración potencial y en esta fase, se complementó con un módulo de balance hídrico.

Con el fin de contextualizar los análisis que se hicieron dentro del documento sobre cada una de las variables obtenidas de los balances, se transcribe a continuación un resumen del método de cálculo y la estructura y manejo de la herramienta.

2.1 MÉTODO DE CÁLCULO DEL BALANCE HÍDRICO

Para el cálculo del balance hídrico se utilizó el método de Palmer, el cual considera dos capas en el suelo: una capa superficial, que almacena los primeros 20 mm de agua y una capa profunda que almacena el resto del agua hasta la capacidad total de almacenamiento.

Este modelo de dos capas fue desarrollado por C.W. Palmer, (Palmer, Wayne, febrero 1965) y ha sido utilizado comúnmente en el cálculo del conocido Índice de Sequía de Palmer.

2.1.1 Información de entrada

- Precipitación total decadiaria o mensual:

La cual es generada por la herramienta “Evapotrans” a partir de la precipitación diaria proveniente de la base de datos del IDEAM.

- Evapotranspiración decadiaria o mensual:

Generada por la herramienta “Evapotrans” mediante el cálculo por alguno de los siete métodos empíricos disponibles.

- Fracción volumétrica de agua aprovechable (FVAA):

Calculada para el total de la capa agrícola de suelo.

- Almacenamiento superficial inicial (ALMSI):

Es el volumen máximo en mm de agua que puede contener la capa superficial.

- Almacenamiento profundo inicial (ALMPI):

Es el volumen máximo en mm de agua que puede contener la capa profunda.

$$ALMPI = (FVAA - ALSI)$$

1.1.2 Dinámica del balance hídrico según Palmer

Este modelo toma en consideración dos capas: una capa superficial (S), en la cual las pérdidas de agua ocurren a una rata potencial y una capa profunda (P), en la que las pérdidas de agua tienen lugar a una rata proporcional, es decir a menor volumen de agua, más lenta es la pérdida.

La capa S tiene una capacidad máxima de almacenamiento de 20 mm de agua y está totalmente disponible para la satisfacción de las necesidades del cultivo. La capa P almacena el agua restante del perfil, es decir (FVAA – 20), pero los procesos en ella ocurren a una rata proporcional. Esta proporción puede expresarse de la siguiente manera:

$$Apd = \frac{ALMP}{FVAA} * (demanda\ a\ satisfacer)$$

En el caso práctico, la demanda a satisfacer por la capa profunda (Apd) se expresa como la demanda total, representada por la ETo del período, reducida por los aportes hechos por el agua disponible; la precipitación y el agua existente en la capa Superficial.

$$APd = \frac{ALMP}{FVAA} * (ETo - PREC - ALMS)$$

Una premisa fundamental del modelo, consiste en que se debe considerar que se almacenará agua (o se extraerá) en la capa profunda, únicamente cuando el proceso respectivo se haya cumplido en la capa superficial.

Cabe recordar, que el balance hídrico consiste en establecer numéricamente los componentes que conforman la oferta (O) y la demanda (D).

Los aportes por lluvia y por agua contenida en el suelo, constituyen la oferta.

$$O = PREC + (ALMS + ALMP)$$

El componente de demanda se resume en la evapotranspiración de referencia.

$$D = ETo$$

Una medida razonable del balance de agua, es la denominada evapotranspiración real (ET).

Si las lluvias más el agua en el suelo, son mayores que la demanda, representada por la ETo, el suelo no estará bajo condiciones de déficit hídrico. En este caso:

$$ET = ETo$$

En caso contrario, si la demanda es mayor que la oferta, existirá un déficit y la ET será igual a la ETo reducida en el valor del déficit calculado.

$$ET = ETo - DEF$$

$$DEF = ETo - (PREC + ALMS + ALMP)$$

$$DEF = ETo - \left[PREC + ALMS + \frac{ALMP}{FVAA} * (ETo - PREC - ALMS) \right]$$

$$ET = PREC + ALMS + \left[\frac{ALMP}{FVAA} * (ETo - PREC - ALMS) \right]$$

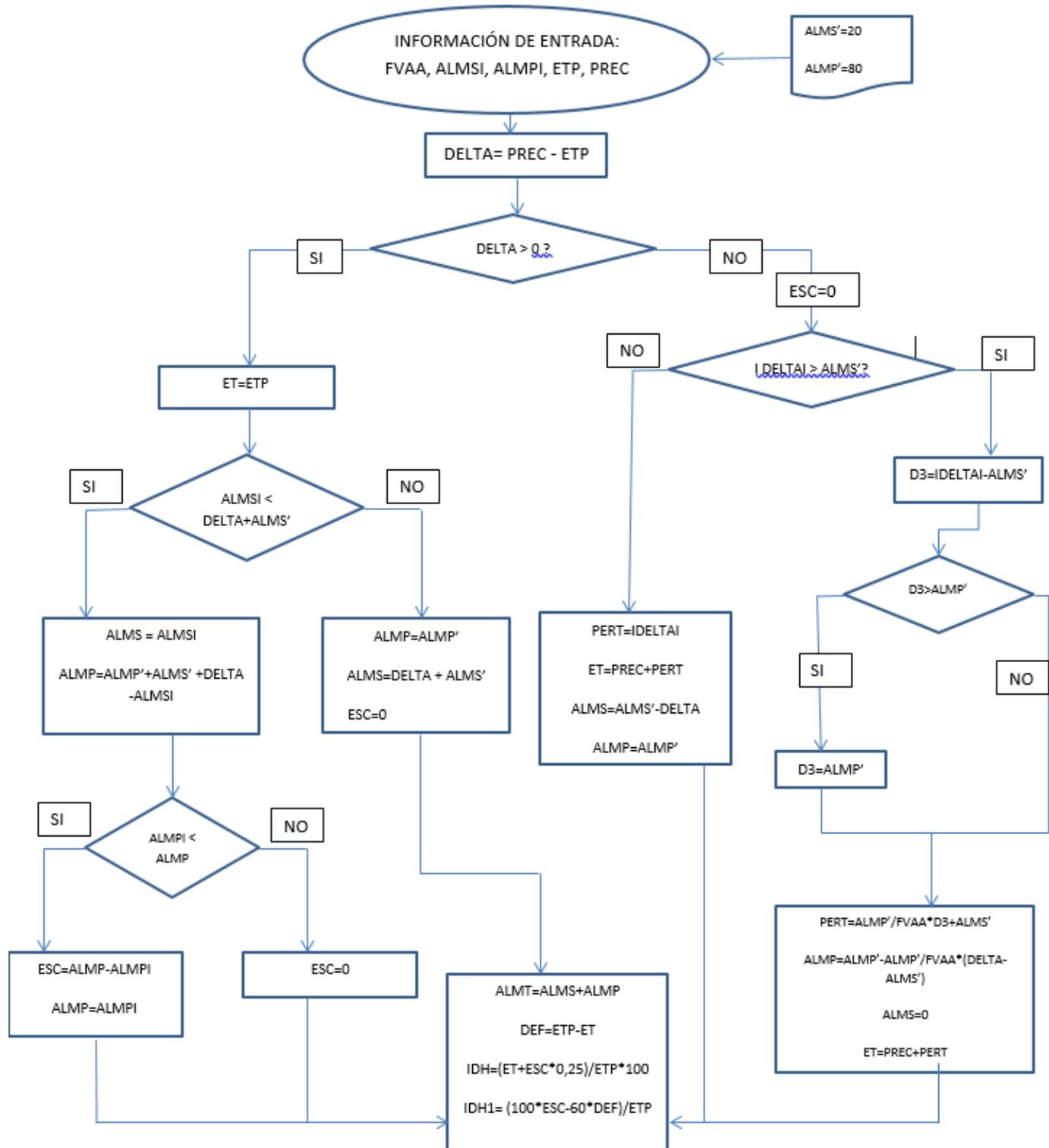


Figura 1. Esquema de cálculo de balance hídrico según el modelo de C.W. Palmer

Como se observa en la Figura 1, el balance hídrico genera productos de seguimiento que permiten monitorear el estado del agua en las capas de suelo Superficial y Profunda. Los resultados obtenidos son los siguientes:

ALMS – variación del almacenamiento en la capa superficial (S)

ALMP – variación del almacenamiento en la capa profunda (P)

PERT – Pérdidas o aporte real del agua del suelo

ESC – Escorrentía o exceso

DEF – Déficit

IDH – Índice agroclimático

- **ALMACENAMIENTO TOTAL**

Corresponde a la cantidad de agua, expresada en milímetros, contenida en la capa agrícola de suelo, al final de cada década. En este caso se ha trabajado con una capacidad máxima de 100 mm, aunque se resalta que para estudios detallados, esta cifra variará en función de las características físicas de la unidad de suelo, representadas por la profundidad y la textura. Este indicador ofrece una imagen muy realista de lo que sucede durante el año, con el agua contenida en el suelo, en dependencia de las condiciones climáticas promedio.

- **EXCESO Y DÉFICIT**

Son variables generadas a través del cálculo del balance y reflejan el déficit o el exceso acumulados al final de cada década. Estas variables, así como el almacenamiento total, se expresan en unidades absolutas y en ocasiones no son fácilmente comparables entre diferentes localidades con regímenes climáticos diferentes. Por ello se ofrece la alternativa de representar estas variables en términos relativos, que permitan una fácil comparación y comprensión por parte del usuario.

- **ÍNDICE AGROCLIMÁTICO IDH1**

El índice IDH1 es el que actualmente se maneja en la Subdirección de Meteorología del IDEAM. Se calcula como una versión ajustada del índice de Thorthwaite:

$$IDH1 = ((ET + (0,25 * ESC) / ETP) * 100$$

En donde

ETP: evapotranspiración potencial

ET: evapotranspiración real

ESC: escorrentía

En este caso, el déficit está representado por la ET/ETP y el término $0,25 * ESC$, cuantifica el peso de los excesos.

- **ÍNDICE AGROCLIMÁTICO IDH2**

El segundo índice es la forma original de la ecuación de Thorthwaite

$$\text{IDH2} = (100 * \text{ESC} - 60 * \text{DEF}) / \text{ETP}$$

En donde

ESC: escorrentía

DEF: déficit

ETP: evapotranspiración potencial

- **ÍNDICE AGROCLIMÁTICO ET/ETP**

Denominado internacionalmente como el índice de YAO. Es una cuantificación relativa del déficit hídrico. Su valor máximo, en condiciones de plena satisfacción de humedad es de 1. En general se acepta que un valor mayor de 0,60 es aceptable para el desarrollo de cultivos. Su limitación consiste en que cuantifica el déficit, pero no el exceso, ya que su máximo valor es de 1.

- **ÍNDICE AGROCLIMÁTICO PREC/ETP**

Es un índice simple de caracterización climática, ya que no tiene en cuenta condiciones antecedentes. Sin embargo, presenta un comportamiento similar al índice de YAO, con la diferencia de que cuantifica los excesos. Puede utilizarse como complemento al índice de Yao.

2.2 Herramientas utilizadas en el cálculo

La herramienta “Evapotrans”, había sido desarrollada inicialmente para el cálculo de la evapotranspiración de referencia. En esta fase, se adicionó el módulo del balance hídrico, para complementar el procedimiento y obtener índices de seguimiento de la disponibilidad hídrica en el suelo.

En la figura 2, aparece la inter fase de consulta de la herramienta de cálculo, con las modificaciones. Las pestañas superiores indican las diferentes tareas: cargue de bases de datos, cálculo de ETo por diferentes métodos, cálculo de indicadores decadiarios y finalmente el balance hídrico.

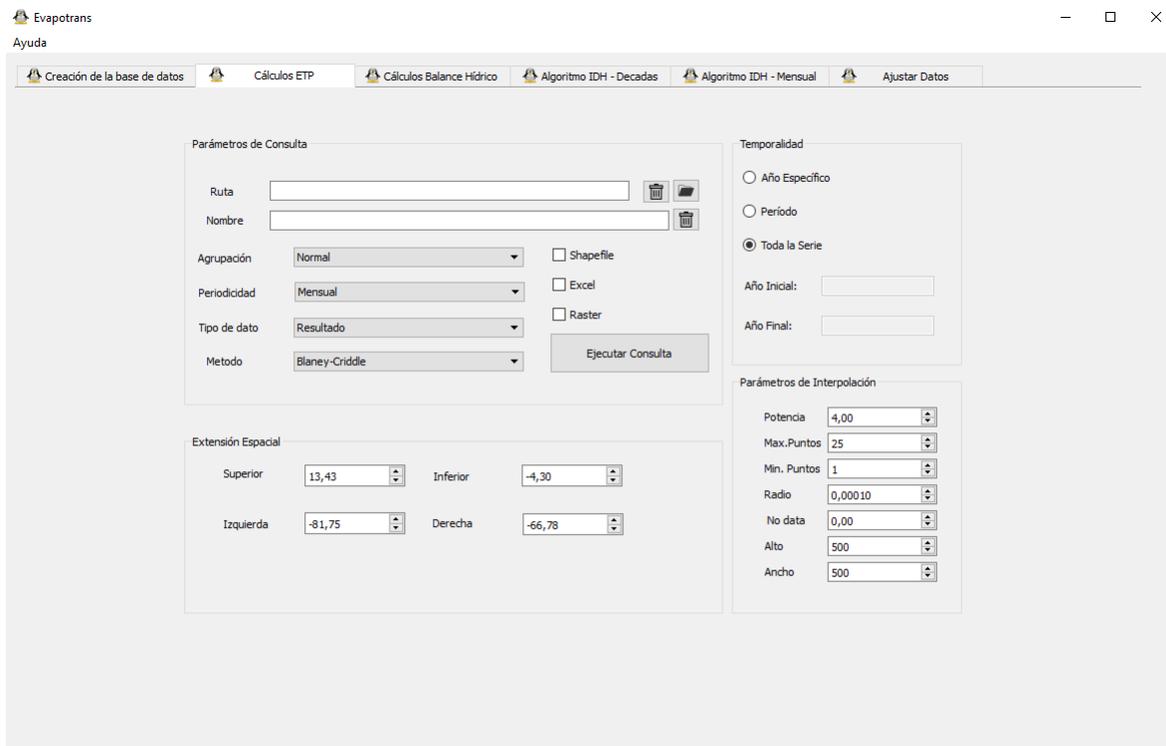


Figura 2. Vista principal de la herramienta EVAPOTRANS

El módulo de cargue de datos recibe información diaria climatológica de Temperatura, viento, brillo solar, humedad, radiación y precipitación.

El módulo de ETo, calcula la variable por siete métodos diferentes para toda la serie histórica de la información climatológica y genera los promedios mensuales; calcula promedios decadiarios para los métodos de Hargreaves y Penman y además procesa la información diaria de lluvia, generando acumulados decadiarios que son utilizados en el módulo de cálculo de balances hídricos.

El módulo de balance hídrico, calcula balances históricos (para la serie completa de datos) y los balances en tiempo real (para seguimiento de la disponibilidad hídrica).

Un resumen de los resultados del cálculo del balance hídrico, aparece en la tabla 1. Los resultados se listan en forma secuencial década tras década. Las filas corresponden a los años y las décadas y las columnas corresponden a los diferentes componentes del balance para cada década.

Las primeras columnas de la hoja de cálculo muestran la información geográfica de la estación de referencia escogida, luego la información temporal y a continuación los resultados del balance, como: evapotranspiración de referencia (ETo), evapotranspiración real (ETR), almacenamiento total al final de la década (ALMT), escorrentía (ESC), déficit (DEF) y tres índices que ilustran el estado de humedad en el suelo: el Índice de Disponibilidad hídrica (IDH), un índice que relaciona la Evapotranspiración real y la de

referencia o potencial (ET/ETo) y otro que relaciona la precipitación y la Evapotranspiración de referencia (PREC/ETo).

Tabla 1. Cuadro de salida del balance hídrico

CÓDIGO	ESTACIÓN	MPIO	DEPTO	ELE	LON	LAT	AÑO	DEC	PREC	ETP	ETR	ALMT	ESC	DEF	IDH1	IDH2	ET/ETP	PREC/ETP
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	1	2,3	49,41021	2,3	0	0	47,11021	4,65490837	-57,207055	0,04654908	0,04654908
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	2	0,9	49,897604	0,9	0	0	48,997604	1,80369382	-58,9177837	0,01803694	0,01803694
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	3	4,1	57,5050034	4,1	0	0	53,4050034	7,12981438	-55,7221114	0,07129814	0,07129814
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	4	2	54,687307	2	0	0	52,687307	3,65715576	-57,8057065	0,03657156	0,03657156
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	5	0	62,5850819	0	0	0	62,5850819	0	-60	0	0
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	6	0,4	44,5270511	0,4	0	0	44,1270511	0,89833032	-59,4610018	0,0089833	0,0089833
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	7	30,7	52,7450979	30,7	0	0	22,0450979	58,2044611	-25,0773233	0,58204461	0,58204461
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	8	54,7	49,0753834	49,0753834	5,62461661	0	0	100	0	1	1,11461177
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	9	26,5	56,100058	32,1246166	0	0	23,9754414	57,263072	-25,6421568	0,57263072	0,47237028
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	10	7,4	47,0879314	7,4	0	0	39,6879314	15,7152794	-50,5708323	0,15715279	0,15715279
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	11	8,5	57,0827042	8,5	0	0	48,5827042	14,8906751	-51,065595	0,14890675	0,14890675
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	12	111	46,7801836	46,7801836	64,2198164	0	0	100	0	1	2,37279958
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	13	36,5	46,5128263	46,5128263	54,2069901	0	0	100	0	1	0,78472978
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	14	26,5	43,7417912	39,6951522	41,0118379	0	0,04663895	90,7488037	-5,55071776	0,90748804	0,60582796
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	15	11,2	53,5447894	28,0197085	23,6454615	0	25,5250809	52,3294774	-28,6023135	0,52329477	0,20917068
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	16	6,6	44,5249146	12,1910785	14,6779404	0	32,3383861	27,3803523	-43,5717886	0,27380352	0,14823161
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	17	7,4	50,7739736	9,55441935	8,31153442	0	41,2195543	18,8175529	-48,7094683	0,18817553	0,14574396
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	18	4,6	48,465928	5,29081604	4,66563057	0	43,1747768	10,9166436	-53,4500138	0,10916644	0,09491269
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	19	3,1	48,8460117	3,1768109	2,53129066	0	45,5283306	6,79212277	-55,9247263	0,06792123	0,06346475
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	20	3,6	47,588014	3,66407432	1,41782617	0	43,9239397	7,69957394	-55,3802556	0,07699574	0,0756493
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	21	25	56,4610045	25,0201023	0,97176382	0	31,4409022	44,3139518	-33,4116289	0,44313952	0,44278348
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	22	5,7	49,9679555	5,70944325	0,54158384	0	44,2585123	11,4262094	-53,1442743	0,11426209	0,11407311
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	23	18,1	53,7602694	18,1029331	0,34845358	0	35,6573363	33,673442	-39,7959348	0,33673442	0,33667986
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	24	1,3	57,9806399	1,3012142	0,15094786	0	56,6794257	2,24422187	-58,6534669	0,02244222	0,02242128
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	25	12,4	55,0063017	12,4002279	0,08663456	0	42,6060739	22,5432859	-46,4740285	0,22543286	0,22542872
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	26	0,2	57,2387833	0,20007506	0,03721832	0	57,0397983	0,34953791	-59,7902773	0,00349538	0,00349407
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	27	42,3	52,1045596	42,3000139	0,03356923	0	9,80454571	81,182941	-11,2902354	0,81182941	0,81182914
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	28	3,4	51,0421021	3,40001127	0,01757614	0	47,6420908	6,66118975	-56,0032862	0,0666119	0,06661168
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	29	75,3	53,1496117	53,1496117	22,1679644	0	0	100	0	1	1,41675541
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	30	47,8	48,7625891	48,7625891	21,2053753	0	0	100	0	1	0,98025968
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	31	20,8	44,4595336	39,8844116	2,06775842	0	4,57512201	89,7094962	-6,1743185	0,89709469	0,46784117
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	32	136,7	44,0428771	44,0428771	94,7248813	0	0	100	0	1	3,1037936
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	33	140,4	43,0867808	43,0867808	100	92,0381005	0	153,402748	213,610993	1	1,25854003
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	34	92,7	40,784089	40,784089	100	51,9155911	0	131,823185	127,292739	1	2,2792739
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	35	24,2	44,8186666	44,6949332	79,5050668	0	0,12373331	99,7239246	-0,16564524	0,99723925	0,53995359
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1985	36	38,3	49,853759	47,4858238	70,3192429	0	2,3679352	95,2502374	-2,84985756	0,95250237	0,76824698
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1986	1	9	49,7720198	9	0	0	40,7720198	18,0824488	-49,1505307	0,18082449	0,18082449
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1986	2	27,6	47,8631873	27,6	0	0	20,2631873	57,6643587	-25,4013848	0,57664359	0,57664359
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1986	3	0	53,8153669	0	0	0	53,8153669	0	-60	0	0
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	439	-75,2930556	2,94875	1986	4	2,1	54,1837372	2,1	0	0	52,0837372	3,87570165	-57,674579	0,03875702	0,03875702

Estos resultados se almacenan en un archivo excel, de fácil manipulación, el cual puede ser transformado por el usuario de tal manera que permita calcular diferentes rangos temporales y espaciales.

2.3 Información utilizada

Se trabajó con base en el mapa de zonas pluviométricas (Fig 2), seleccionando estaciones representativas de cada zona (Tabla 2); en total se seleccionaron 23 estaciones de referencia. Aunque se procuró cubrir la mayor parte del país, en varias zonas la ausencia de estaciones es muy marcada, debido a su complejidad fisiográfica. Para cada estación se calcularon los balances hídricos decadales para toda la serie histórica y luego se calcularon promedios climáticos para cada componente del balance hídrico.

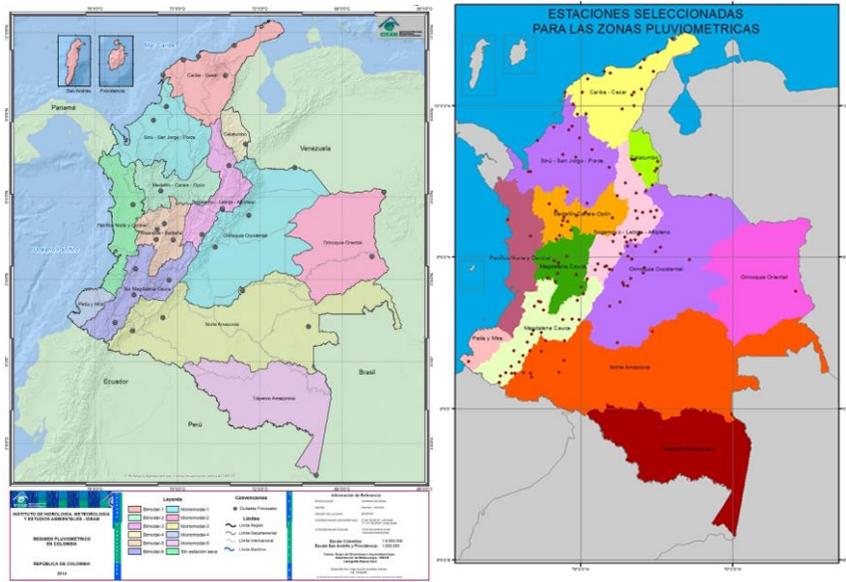


FIGURA 3. Zonas pluviométricas de Colombia

Tabla 2. Estaciones por zona

CODIGO			ESTACION	MUNICIPIO	CUENCA	DEPTO	ELE			LON	LAT	
11045010	CON	MET	SP	Apto El Carano	Quibdo	Atrato	Choco	53	27	27001	-76,6438611	5,6905556
14015080	CON	MET	SP	Apto Rafael Nunez	Cartagena	Mar Caribe	Bolivar	2	13	13001	-75,5160278	10,44725
15015050	CON	MET	SP	Apto Simon Bolivar	Santa Marta	Mar Caribe	Magdalena	4	47	47001	-74,2288889	11,1283333
15065180	CON	MET	SP	Apto A Padilla	Riohacha	Ay Zongo	La Guajira	4	44	44001	-72,9176944	11,5282222
16015010	CON	MET	SP	Apto Camilo Daza	Cucuta	Pamplonita	Norte de Sar	250	54	54001	-72,5091667	7,9302778
21115020	CON	MET	SS	Apto Benito Salas	Neiva	Las Ceibas	Huila	439	41	41001	-75,2930556	2,94875
21205791	CON	MET	SP	Apto El Dorado	Bogota DC	Bogota	Bogota DC	2547	11	11001	-74,1506667	4,7055833
21245040	CON	MET	SS	Apto Perales	Ibague	Opia	Tolima	928	73	73001	-75,1484167	4,4301111
23155030	CON	MET	SP	Apto Yari guiles	Barrancabermeja	Magdalena	Santander	126	68	68081	-73,8086111	7,0263889
24035430	CON	MET	AM	Tunguavita	Paipa	Salitre	Boyaca	2470	15	15516	-73,1163611	5,7459167
26035030	CON	MET	SP	Apto G L Valencia	Popayan	Cauca	Cauca	1749	19	19001	-76,6086944	2,4528889
26155110	CON	MET	SP	Apto La Nubia	Manizales	Chinchina	Caldas	2058	17	17001	-75,4699444	5,02975
27015330	CON	MET	SP	Apto Olaya Herrera	Medellin	Medellin	Antioquia	1490	5	5001	-75,5889722	6,2206111
28025502	CON	MET	SP	Apto Alfonso Lopez	Valledupar	Guatapuri	Cesar	138	20	20001	-73,2494444	10,4394444
29045190	CON	MET	SP	Apto E Cortissoz	Soleidad	Magdalena	Atlantico	14	8	8758	-74,7797778	10,8833611
32105080	CON	MET	CO	San Jose Guaviare	San Jose del Guaviare	Guaviare	Guaviare	165	95	95001	-72,6470833	2,5530278
35035020	CON	MET	SP	Apto Vanguardia	Villavicencio	Guatiquia	Meta	423	50	50001	-73,6205	4,1634444
35215020	CON	MET	CP	Apto Yopal	Yopal	Cravo Sur	Casanare	325	85	85001	-72,3875	5,3204444
37055010	CON	MET	SP	Apto Arauca	Arauca	Arauca	Arauca	128	81	81001	-70,7380556	7,0694444
44035020	CON	MET	CO	Apto G Artunduaga	Florencia	Hacha	Caqueta	244	18	18001	-75,5595556	1,5890556
48015050	CON	MET	SP	Apto Vasquez Cobo	Letidia	Amazonas	Amazonas	84	91	91001	-69,9409167	-4,1938611
51025090	CON	MET	AM	Granja El Mira	Tumaco	Caunapi	Narino	16	52	52835	-78,6955833	1,5501944
52045020	CON	MET	SP	Apto Antonio Narino	Chachagui	Pasto	Narino	1816	52	52240	-77,2908611	1,3940833

En las tablas 1 a 3, se muestra un ejemplo de cálculo de los promedios decadiarios de los diferentes componentes del balance para la estación de referencia localizada en Neiva. Un ejemplo práctico de configuración de la tabla de resultados aparece en las tablas 2 a 5. En ellas se han dispuesto los datos en forma de registros anuales con las 36 décadas de cada año organizadas en una sola fila, correspondiendo cada columna a una década en particular. De esta forma se facilita el cálculo de estadísticos correspondientes por cada década, para la serie histórica completa. Los componentes que se procesaron fueron:

Tabla 3. Ejemplo de tabla de serie histórica de almacenamientos

				ALMACENAMIENTO TOTAL (mm)										
				1	2	3	4	5	-----	-----	-----	-----	35	36
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1981	0,00	0,00	0,00	0,00	5,03	-----	-----	-----	100,00	72,66
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1982	100,00	56,71	100,00	99,01	100,00	-----	-----	-----	80,35	74,14
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1983	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	97,20	100,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1984	65,17	33,26	30,07	28,37	63,52	-----	-----	-----	53,55	32,90
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1985	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	79,51	70,32
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1986	0,00	0,00	0,00	0,00	6,69	-----	-----	-----	37,33	24,97
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1987	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	-----	-----	-----	78,66	31,76
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1988						-----	-----	-----		
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1989	80,52	41,70	36,10	34,00	25,69	-----	-----	-----		
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1990	100,00	67,67	41,01	41,65	37,05	-----	-----	-----	57,43	100,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1991	0,00	0,00	0,00	12,77	0,00	-----	-----	-----	100,00	78,80
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1992	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	100,00	64,55
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1993	0,00	0,00	0,00	88,77	78,89	-----	-----	-----	100,00	88,42
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1994	80,50	51,69	36,65	20,79	9,99	-----	-----	-----	53,96	43,65
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1995	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	100,00	72,27
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1996	0,00	43,62	23,14	100,00	69,81	-----	-----	-----	61,18	40,53
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1997	5,47	37,66	58,80	50,54	27,76	-----	-----	-----	53,52	20,72
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1998	15,43	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	84,94	64,02
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1999	58,75	37,40	24,54	39,32	100,00	-----	-----	-----	100,00	58,28
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2000	0,00	0,00	0,53	63,25	79,90	-----	-----	-----	42,80	23,55
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2001	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	86,54	100,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2002	0,00	0,00	0,00	29,33	6,00	-----	-----	-----	53,22	28,62
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2003	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	75,81	36,07
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2004	0,00	24,43	3,20	1,29	0,68	-----	-----	-----	100,00	56,16
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2005	0,00	28,09	6,18	55,15	30,10	-----	-----	-----	100,00	100,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2006	79,38	100,00	55,15	52,61	49,09	-----	-----	-----	100,00	66,85
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2007	0,00	0,00	20,22	0,14	0,07	-----	-----	-----	100,00	90,10
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2008	15,61	70,82	40,88	19,80	73,27	-----	-----	-----	71,59	40,82
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2009	22,23	13,06	60,91	28,52	65,29	-----	-----	-----	25,82	52,90
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2010	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	100,00	100,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2011	33,77	10,76	5,75	44,50	47,83	-----	-----	-----	100,00	50,96
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2012	0,00	47,97	25,31	16,22	9,25	-----	-----	-----	100,00	92,89
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2013	0,00	0,00	0,00	73,15	66,11	-----	-----	-----	69,51	98,75
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2014	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	100,00	56,99
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2015	0,00	0,00	0,00	27,02	6,12	-----	-----	-----	2,68	0,98
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2016	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	83,32	51,72
PROMEDIOS DECADALES ALMACENAMIENTO TOTAL (mm)					18,77	19,00	16,24	26,46	27,38				77,91	61,33

Tabla 4. Ejemplo de tabla histórica de escorrentías

				ESCORRENTÍA DECADEAL (mm)										
				1	2	3	4	5	-----	-----	-----	-----	35	36
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1981	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	82,57	0,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1982	13,43	0,00	6,78	0,00	34,71	-----	-----	-----	0,00	0,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1983	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	0,00	14,61
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1984	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	0,00	0,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1985	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	0,00	0,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1986	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	0,00	0,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1987	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	0,00	0,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1988						-----	-----	-----		
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1989	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	0,00	0,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1990	67,41	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	0,00	72,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1991	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	43,74	0,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1992	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	10,55	0,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1993	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	65,83	0,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1994	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	0,00	0,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1995	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	112,83	0,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1996	0,00	0,00	0,00	4,10	0,00	-----	-----	-----	0,00	0,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1997	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	0,00	0,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1998	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	0,00	0,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	1999	0,00	0,00	0,00	0,00	34,25	-----	-----	-----	64,85	0,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	0,00	0,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2001	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	0,00	38,67
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2002	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	0,00	0,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2003	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	0,00	0,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2004	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	16,97	0,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2005	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	40,60	72,45
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2006	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	31,50	0,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	78,96	0,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2008	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	0,00	0,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	0,00	0,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2010	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	20,88	3,70
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2011	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	62,22	0,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2012	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	12,97	0,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2013	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	0,00	0,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2014	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	21,32	0,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2015	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	0,00	0,00
21115020	Apto Benito	Neiva	Huila	2016	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	0,00	0,00
PROMEDIOS DECADALES DE ESCORRENTÍA (mm)					2,31	0,05	0,19	0,12	1,97				19,02	5,76

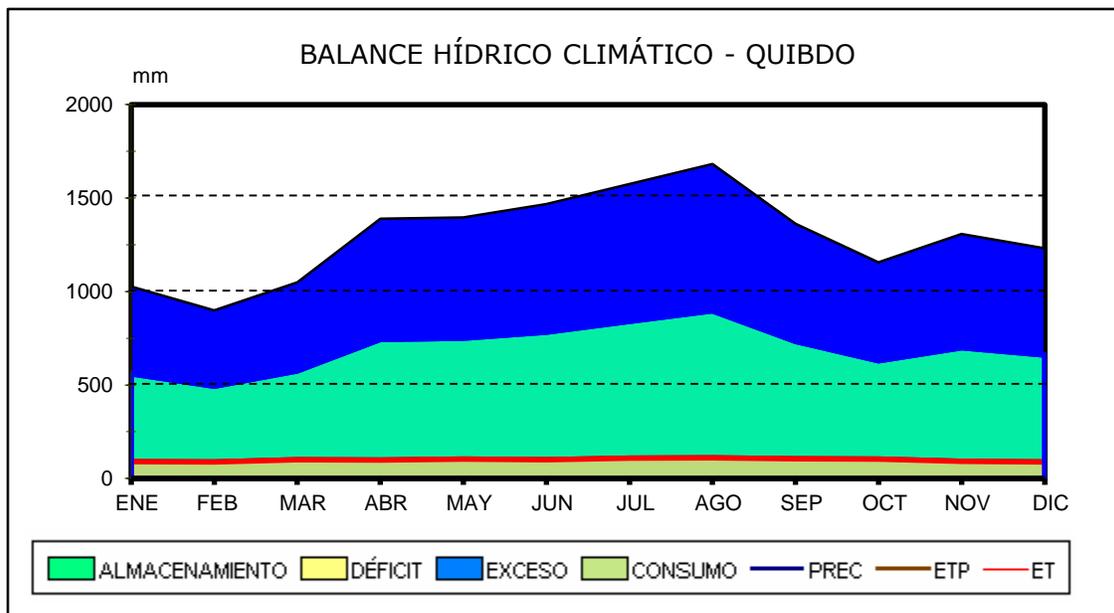
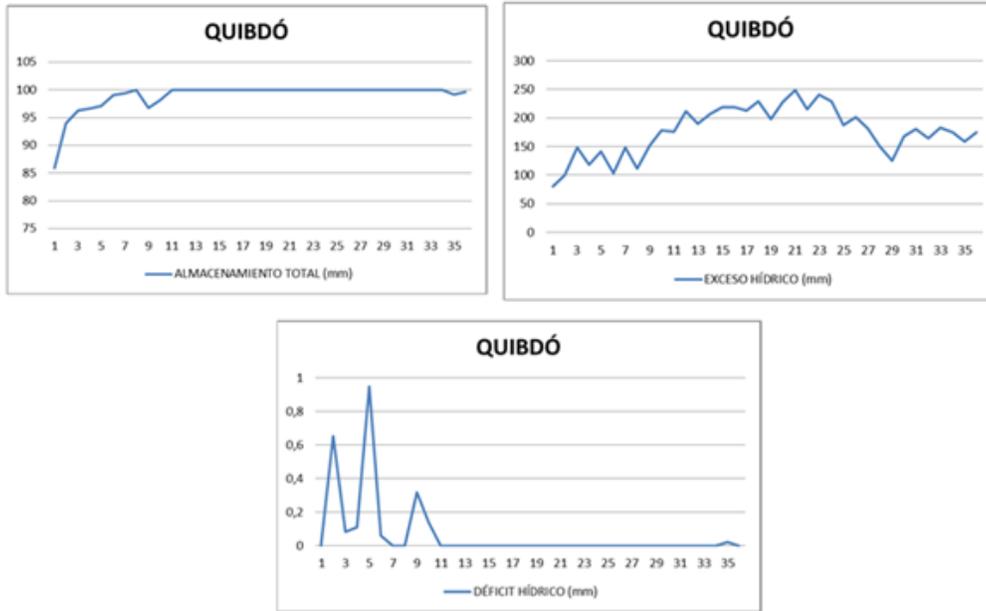


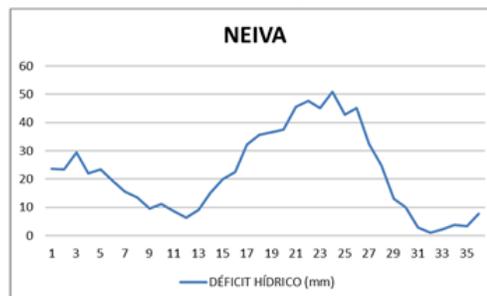
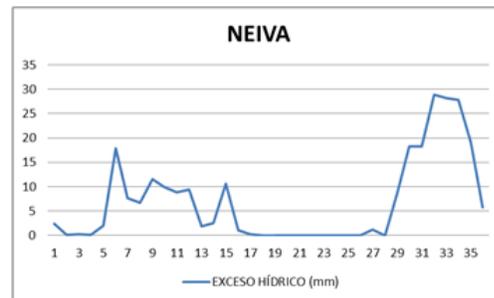
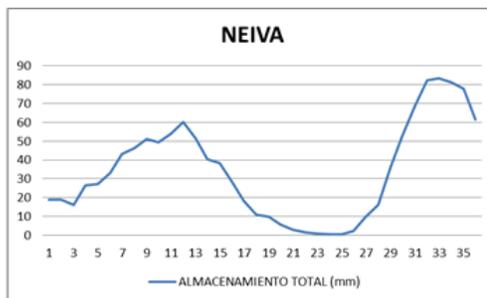
FIGURA 4. Marcha anual de almacenamiento, escorrentía y déficit en Zona Pacífica

3.2 Zona Pluviométrica Alto Magdalena y Alto Cauca.

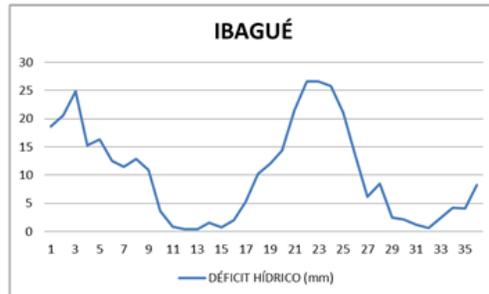
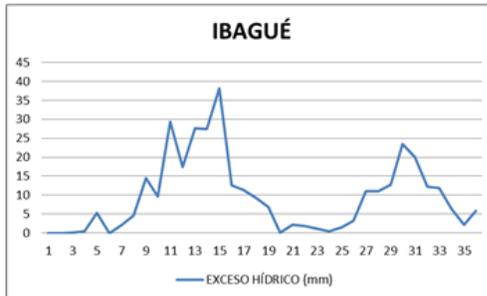
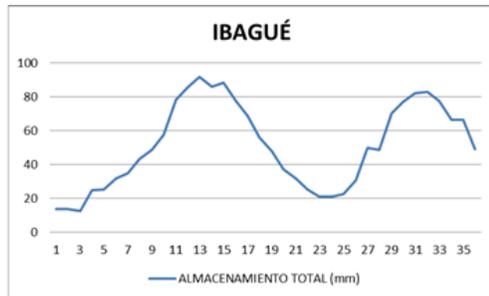
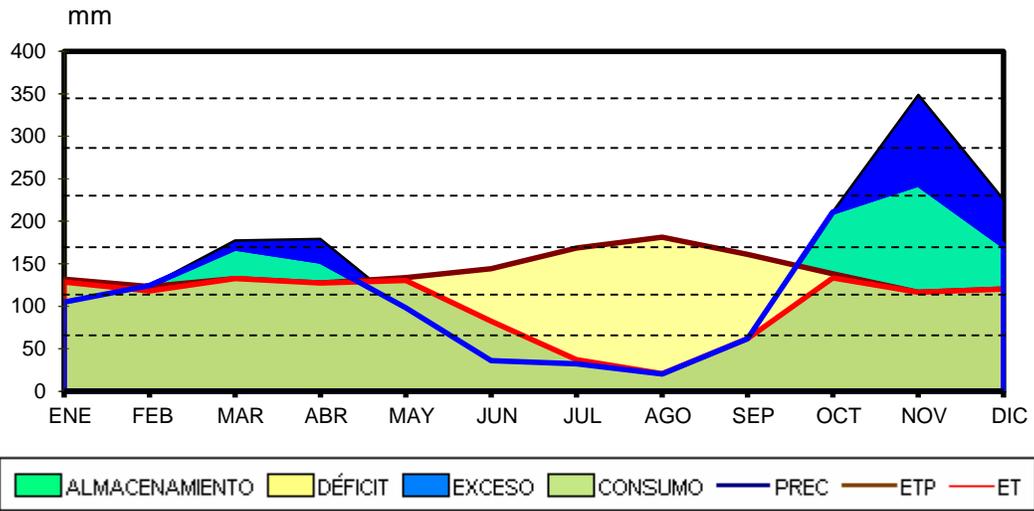
Al norte del alto Magdalena y sobre las estribaciones de las cordilleras, las reservas de agua en el suelo disminuyen hasta alcanzar niveles cercanos al 20% en las épocas estivales de inicios de año y hacia mitad del año. Los máximos almacenamientos se registran en abril-mayo y son ligeramente menores en octubre-noviembre. Los cultivos requieren labores de drenaje en periodos aislados de mayo, en los cuales los excesos pueden ser significativos. Durante el resto del año, el exceso hídrico no requiere cuidado especial respecto al manejo agrícola. El déficit puede alcanzar niveles de riesgo tan solo en décadas aisladas de julio o agosto.

Hacia el centro del valle del Magdalena, la temporada de mitad de año es la más crítica, con niveles de almacenamiento cercanos a cero en los meses de julio y agosto. Durante el primer trimestre el agotamiento de agua llega hasta el 20%; en las dos temporadas de lluvias se alcanzan los niveles máximos en los meses de mayo y noviembre, sin llegar a la saturación. En la temporada de lluvias del primer semestre los niveles de humedad en el suelo alcanzan niveles alrededor del 60%, mientras en la segunda época de lluvias se registran niveles satisfactorios para el crecimiento agrícola. En esta zona, los niveles de exceso no alcanzan a resultar perjudiciales para los cultivos, siendo menores a 30 mm, aún en las épocas de mayores lluvias. Por el contrario, las deficiencias acumuladas por década pueden llegar a ser mayores de 40 mm en la época seca de mitad de año, lo cual imposibilita el desarrollo de cultivos sin riego adicional.

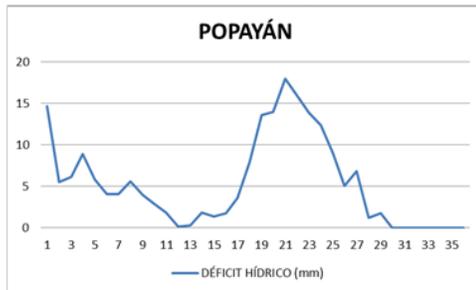
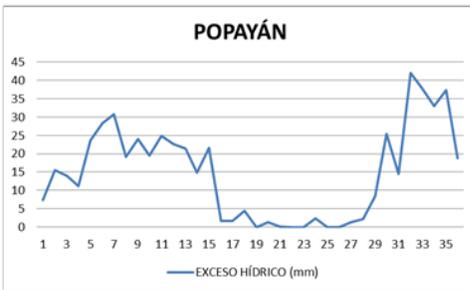
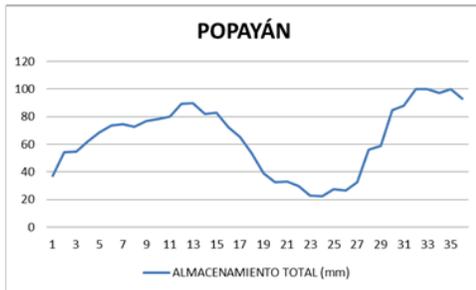
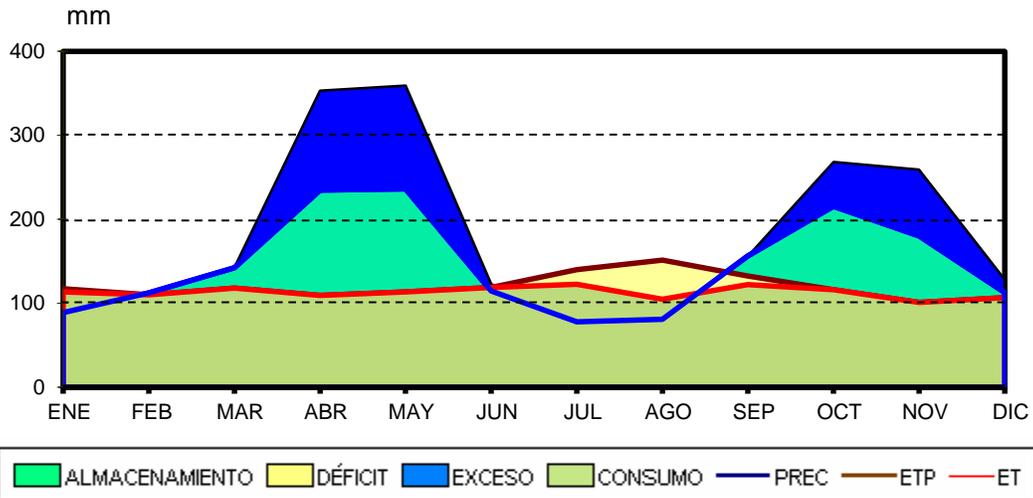
Más hacia el sur, en las zonas montañosas del departamento del Cauca, los niveles de humedad se incrementan significativamente, dando como resultado suelos saturados o cercanos a la saturación en las épocas lluviosas de abril-mayo y octubre-noviembre. En las dos épocas secas de inicios de año y julio-agosto, la humedad desciende hasta un 20%. Los excesos hídricos son escasos durante el periodo mayo a setiembre; solo en octubre-noviembre pueden representar riesgo para el normal desarrollo de los cultivos. Las deficiencias se incrementan hacia el mes de julio, pero no alcanzan niveles significativos.



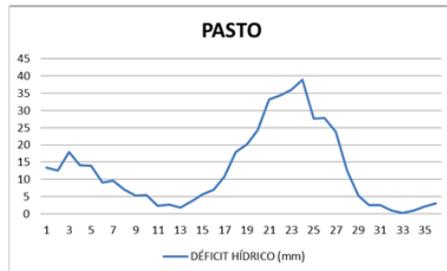
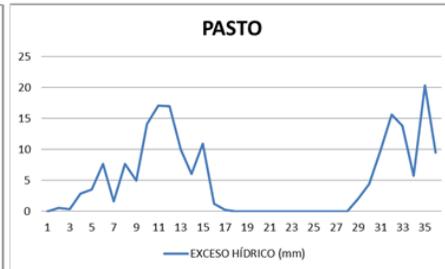
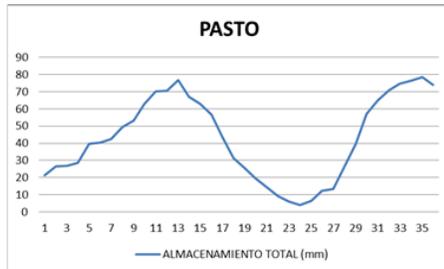
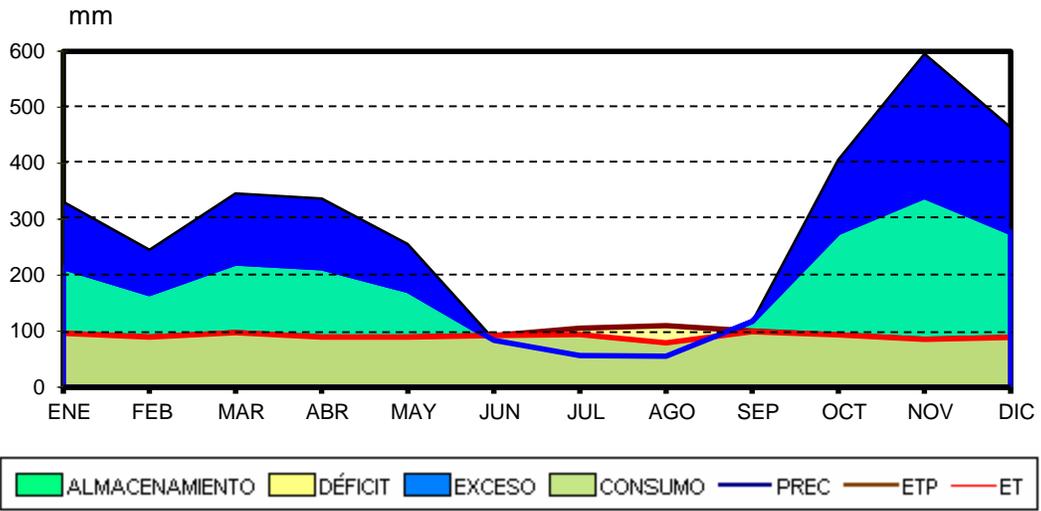
BALANCE HÍDRICO CLIMÁTICO - NEIVA



BALANCE HÍDRICO CLIMÁTICO - IBAGUE



BALANCE HÍDRICO CLIMÁTICO - POPAYAN



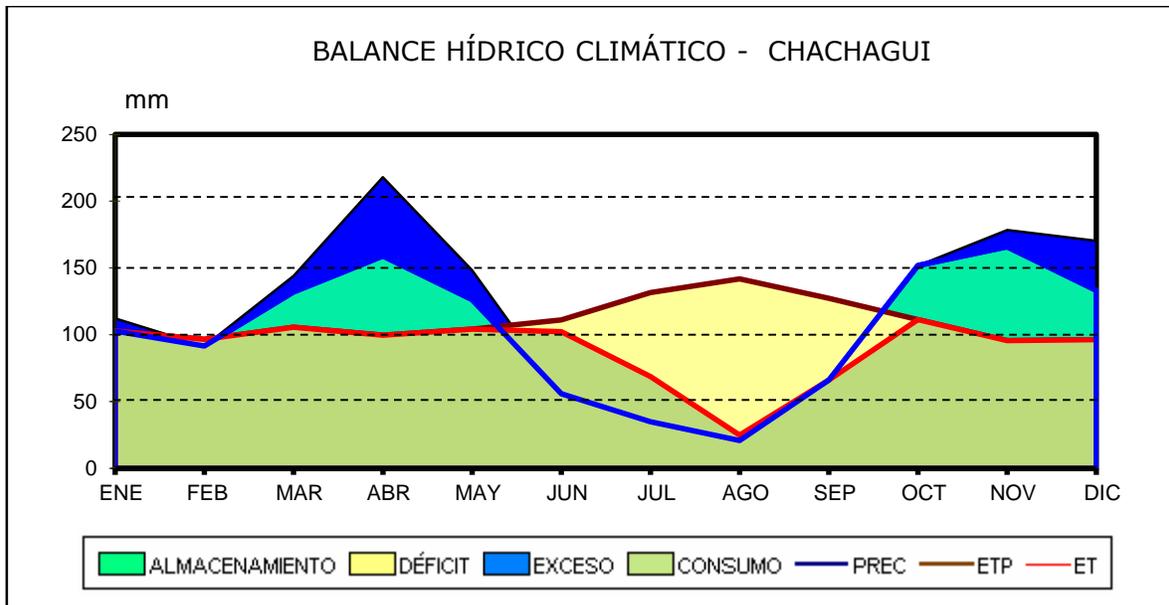
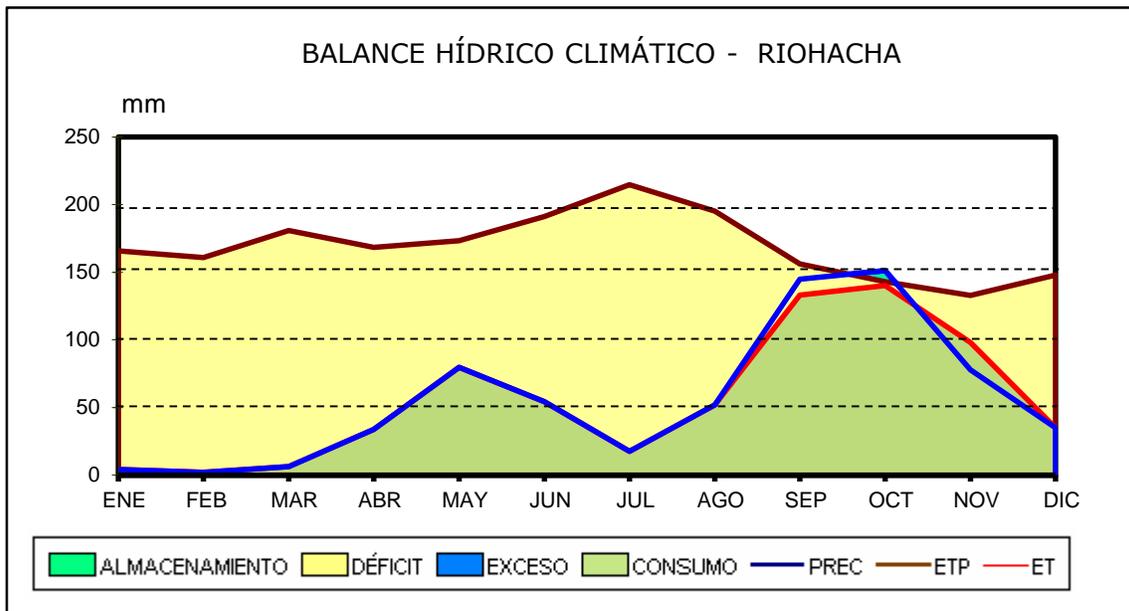
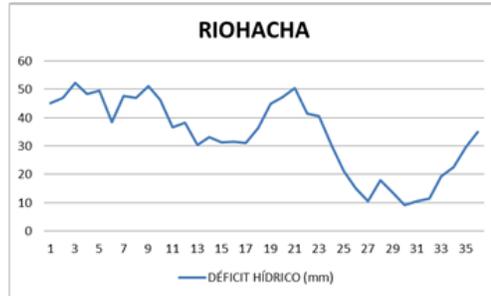
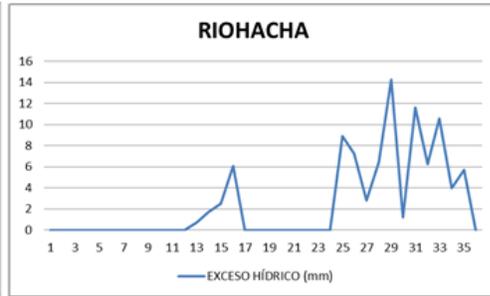
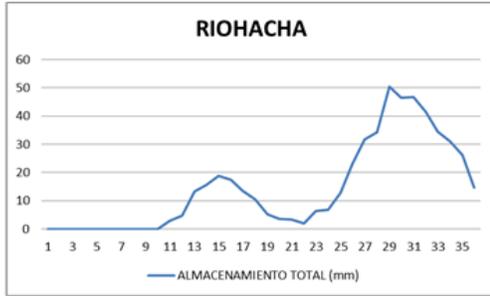


FIGURA 5. Marcha anual de almacenamiento, escorrentía y déficit en Magdalena y Cauca

3.3 Zona Pluviométrica Caribe – Cesar

Al extremo norte de esta zona pluviométrica las condiciones de almacenamiento hídrico en el suelo son críticas durante la mayor parte del año; en el primer semestre la reserva de agua difícilmente alcanza el 20% del total posible. En el segundo semestre apenas se alcanza un 50% hacia el mes de octubre. Estos valores demuestran la imposibilidad de realizar cualquier tipo de desarrollo agrícola, bajo condiciones de oferta hídrica natural; en concordancia con este resultado, los valores de excesos y deficiencias hídricas durante el año, muestran la misma tendencia. Durante el primer semestre y hasta el mes de agosto, aproximadamente las deficiencias son mayores a los 30 mm por década. En cuanto a los excesos, se presentan solo al final del segundo semestre y muestran una gran variabilidad temporal lo cual es representativo de la incertidumbre de estos valores.

Hacia el centro del litoral, la situación de abastecimiento hídrico al suelo agrícola es menos crítica, pero sigue resultando limitante. De enero a agosto, las reservas de agua no superan el 40% de la capacidad total de almacenamiento; en el mes de octubre existe una corta temporada de almacenamiento en donde se alcanza un poco más del 60%. Los excesos durante el año no son significativos y los mayores valores se alcanzan en octubre. Las deficiencias continúan siendo altas hasta el mes de abril, pero durante el resto del año se registran valores razonables con un adecuado manejo.



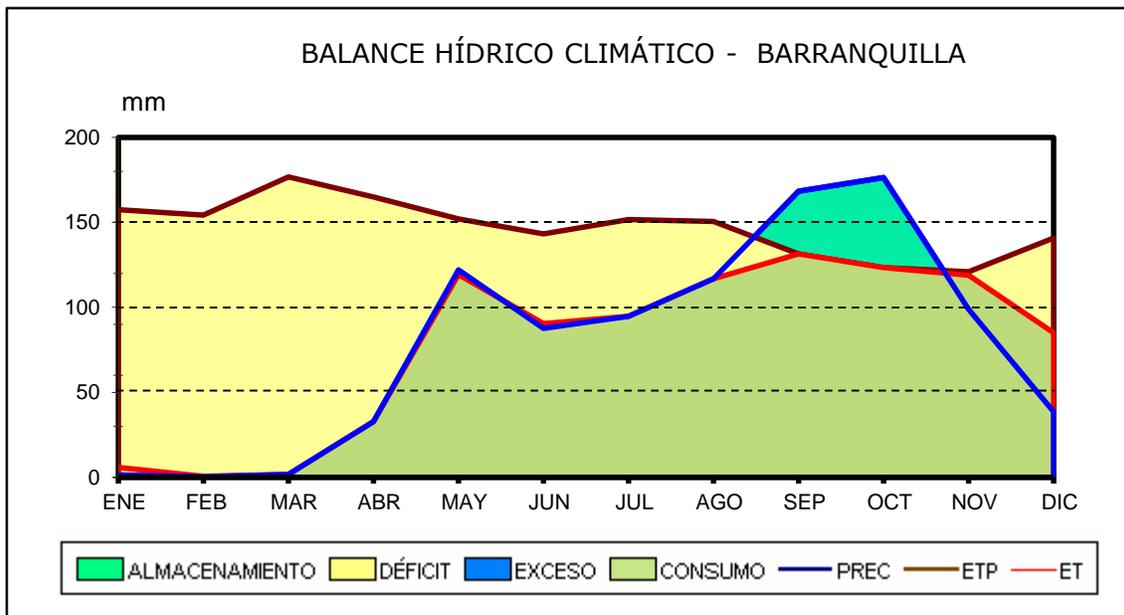
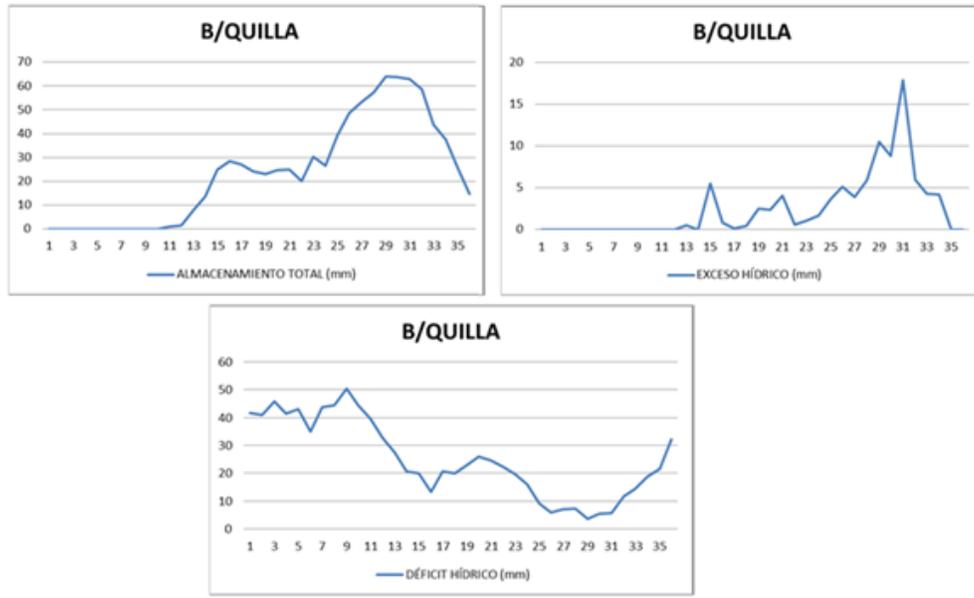


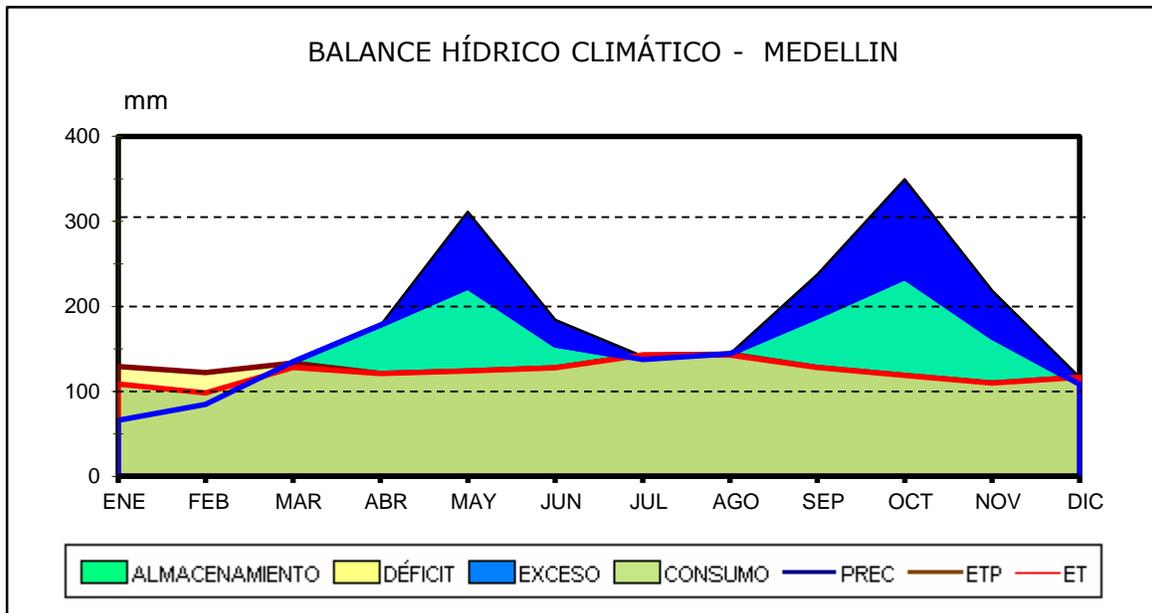
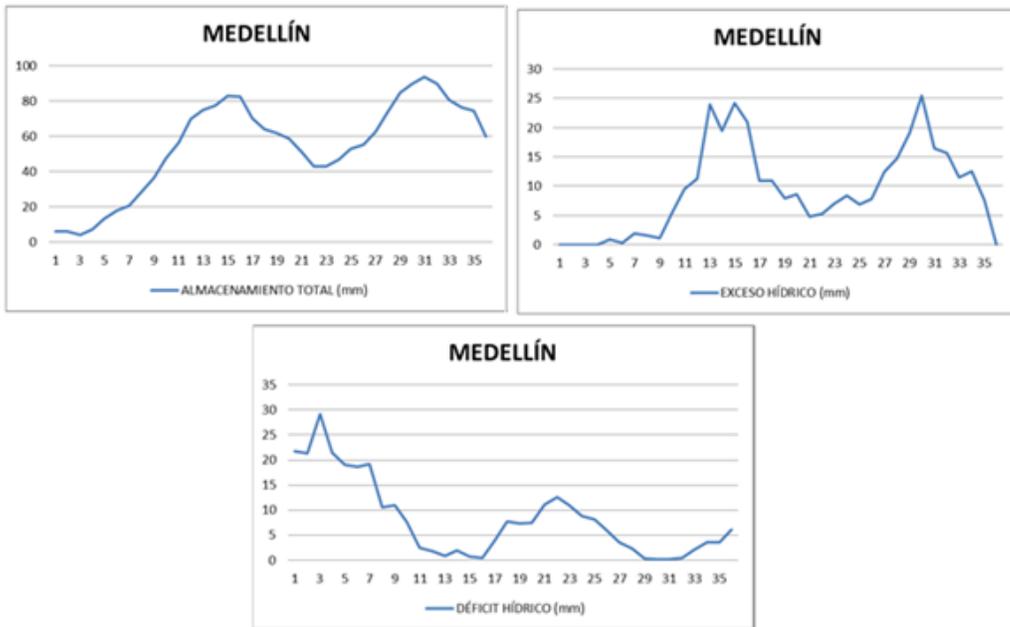
FIGURA 6. Marcha anual de almacenamiento, escorrentía y déficit en Zona Caribe

3.4 Zona Pluviométrica Medio Magdalena y Medio Cauca

En áreas montañosas del centro de Antioquia y el Eje Cafetero, los almacenamientos de agua en el suelo, pueden llegar a niveles críticos por escasez, únicamente durante el primer trimestre del año. El resto del año, las reservas de agua en el suelo se conservan en rangos aceptables, aunque a mitad de año pueden bajar hasta niveles del 40%. En el mes de mayo y especialmente en los meses de octubre y noviembre, el suelo puede llegar a la saturación. El desarrollo de cultivos generalmente no exige manejos especiales en estas áreas, en

donde las deficiencias rara vez superan los 30 mm/década y los excesos registran valores moderados entre 20 y 25 mm en los meses de mayores lluvias.

No obstante, hacia el oriente de Antioquia y occidente de Santander, el suelo permanece cercano a la saturación, prácticamente de abril a diciembre; con una leve disminución hacia mediados de año, siendo el primer trimestre del año, muy deficitario. La principal limitante para el desarrollo agrícola en estas áreas, la constituye el alto nivel de excesos hídricos que generalmente supera los 40 mm/década desde abril a noviembre, por lo cual es obligatorio mantener adecuados sistemas de drenaje para evitar efectos ocasionados por suelos inundados, tales como infestación de plagas y pudrición de raíces; por el contrario, las deficiencias no presentan altos valores en ninguna época del año.



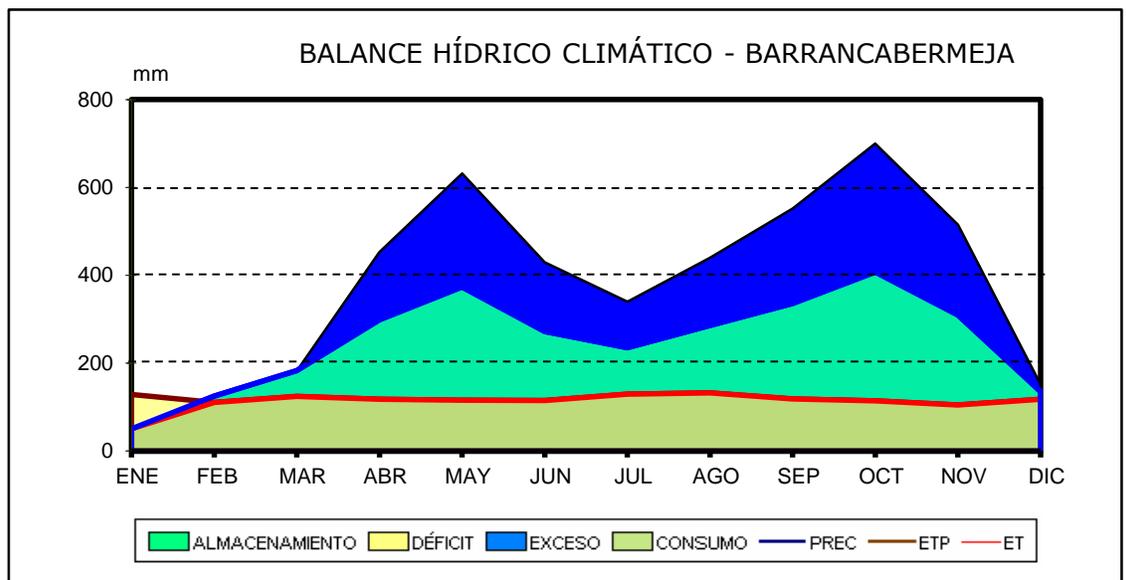
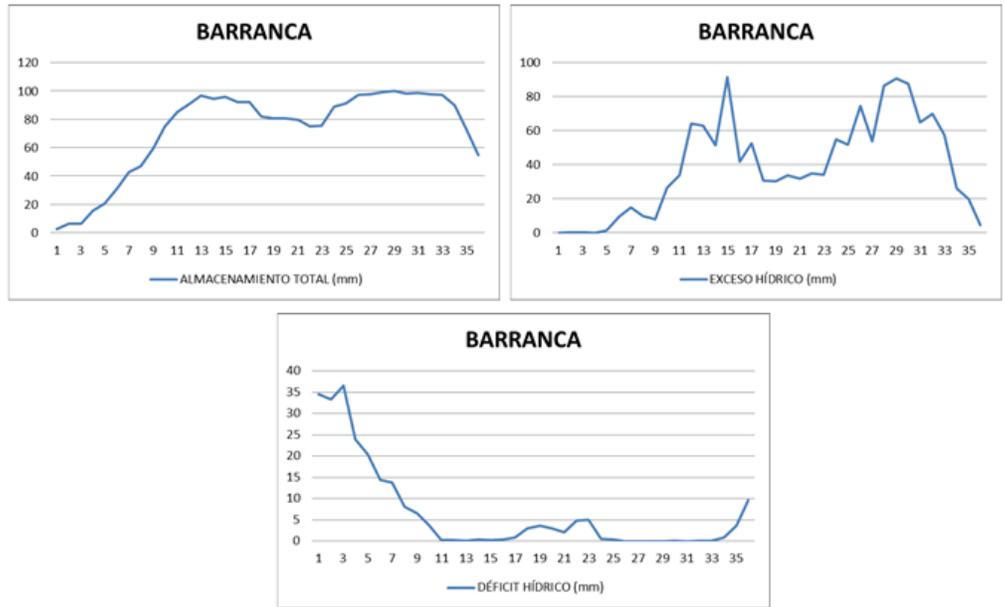


FIGURA 7. Marcha anual de almacenamiento, escorrentía y déficit en medio Magdalena y Cauca

3.5 Zona Pluviométrica Catatumbo.

Se cuenta con información de la cuenca del Zulia únicamente, representada por la estación de Cúcuta; por lo tanto, las conclusiones no son válidas para el extremo nororiental del departamento, el cual cuenta con un mayor abastecimiento de agua.

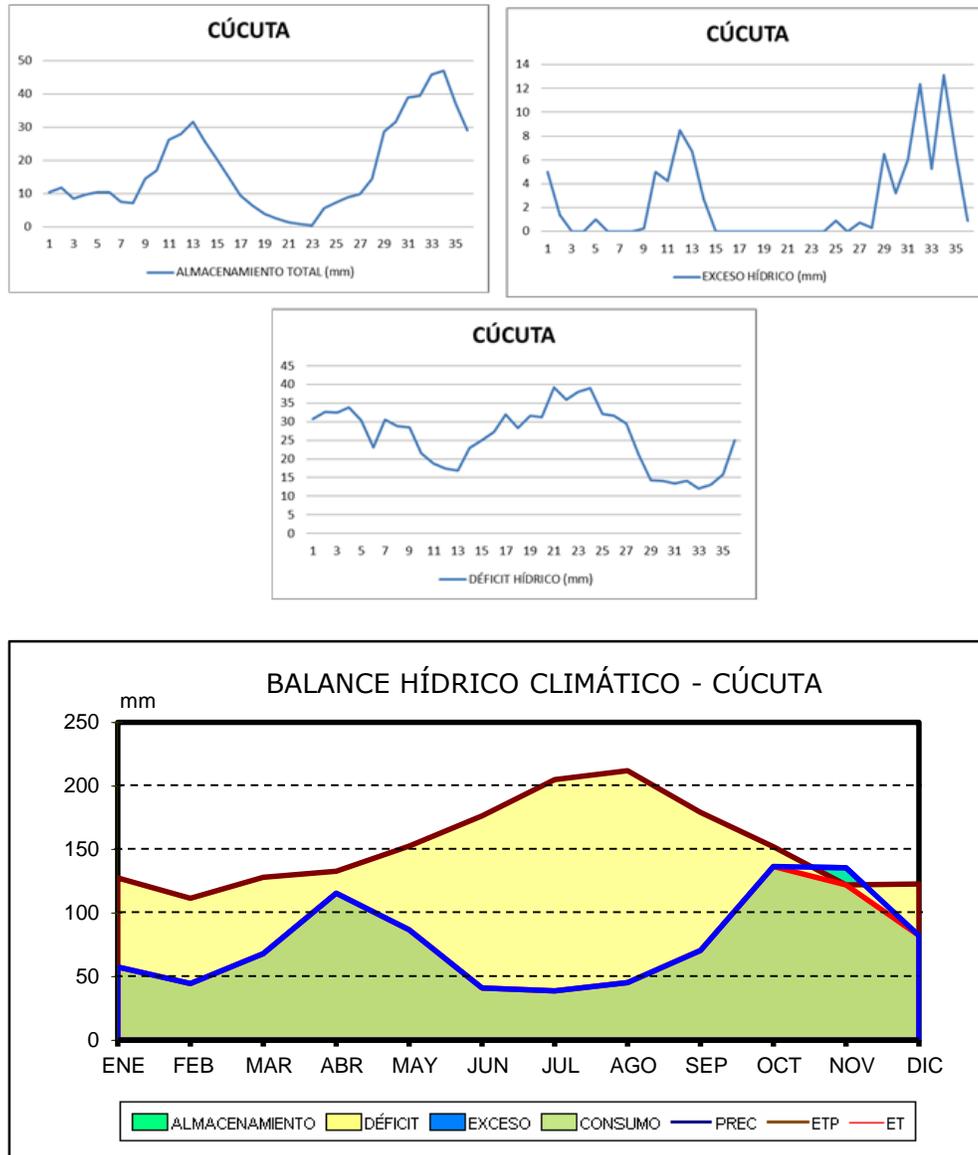


FIGURA 8. Marcha anual de almacenamiento, escorrentía y déficit en zona Catatumbo

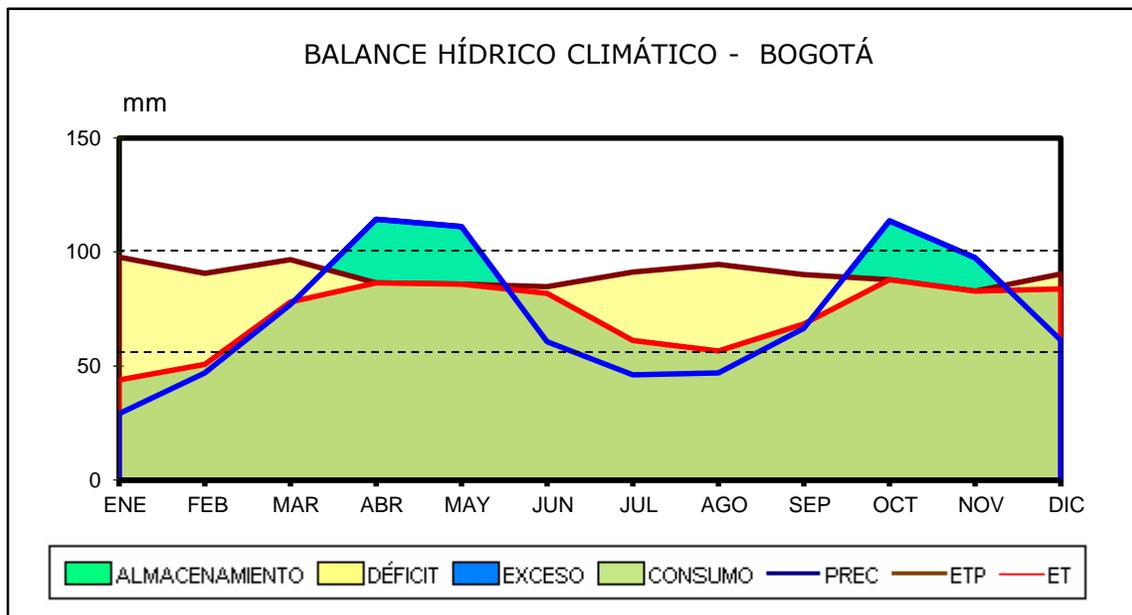
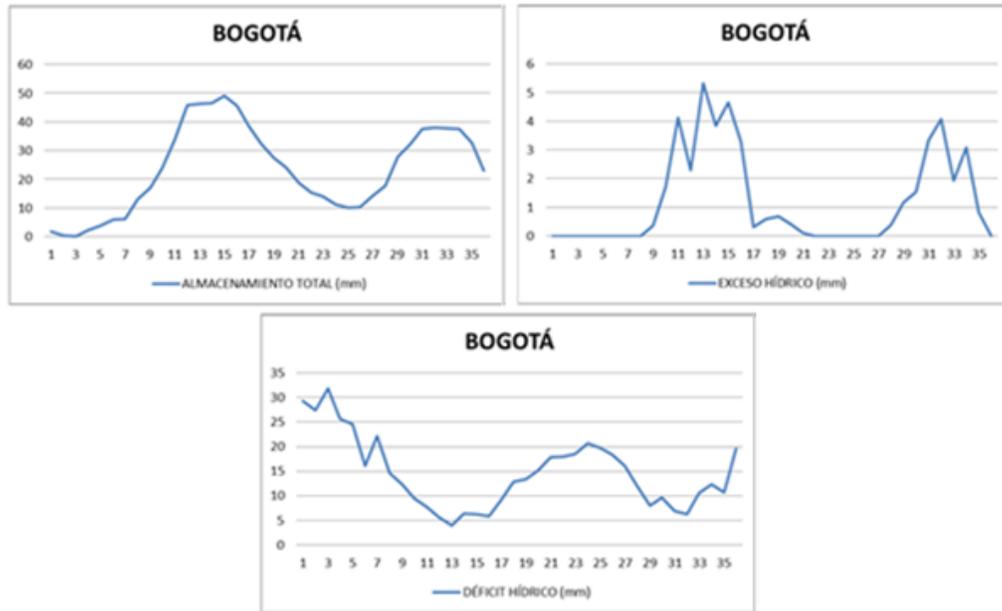
En esta zona arrocera, la deficiencia de agua es marcada durante la mayor parte del año. Los almacenamientos de agua en el suelo escasamente llegan al 50%, en la época de mayores lluvias, durante el mes de noviembre. El resto del año, permanece con menos del 30% de la capacidad total que se podría almacenar bajo óptimas condiciones.

Los excesos de agua prácticamente son insignificantes. Las deficiencias presentan valores de riesgo durante el primer trimestre y hacia la mitad del año. En general, la agricultura requiere riego adicional para la obtención de rendimientos adecuados.

3.6 Zona Pluviométrica Sogamoso - Lebrija – Altiplano.

En el altiplano cundiboyacense los almacenamientos en el suelo registran valores bajos y generalmente no alcanzan el nivel del 50% en ninguna época del año. Por el contrario,

durante el primer trimestre y hacia mitad de año, se registran niveles críticos de alrededor del 10% del almacenamiento potencial. En los meses de lluvias, estos niveles oscilan entre el 40 y el 50%; los excesos de agua promedio, no son significativos. Las deficiencias alcanzan entre 15 y 30 mm en las temporadas secas del primer trimestre y de mitad de año, por lo cual la agricultura en estas épocas puede requerir la aplicación de riego adicional.



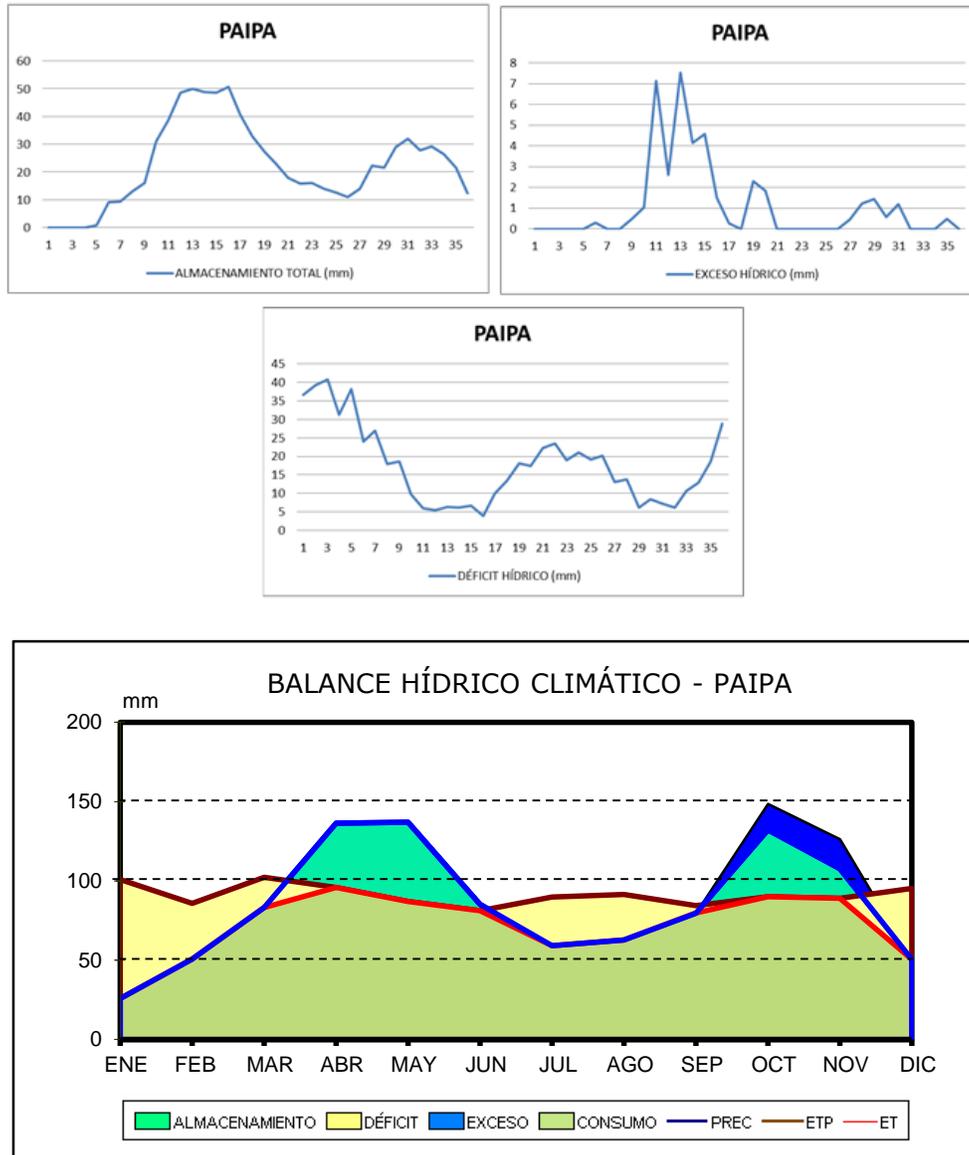


FIGURA 9. Marcha anual de almacenamiento, escorrentía y déficit en altiplano cundiboyacense

3.7 Zona Pluviométrica Orinoquía Occidental.

En cercanías del piedemonte, la humedad en el suelo permanece en niveles de saturación durante la mayor parte del año, prácticamente de abril a noviembre. Sin embargo, durante el primer trimestre, los niveles de almacenamiento registran menos del 60% de la capacidad total.

Los excesos hídricos son la principal limitante para el desarrollo agrícola de la zona, debido a que en los meses lluviosos superan los 100 mm/década. Dependiendo de los suelos predominantes en la zona, una agricultura sin manejo adecuado del drenaje, no es viable. Por el contrario, el déficit hídrico no alcanza niveles de riesgo en ninguna época del año.

Al extremo norte, en Arauca, la condición de exceso es menos crítica, aunque a mitad de año, los valores pueden oscilar entre 50 y 70 mm/década, lo cual obliga a realizar manejo del drenaje; mientras las deficiencias son altas durante el primer trimestre.

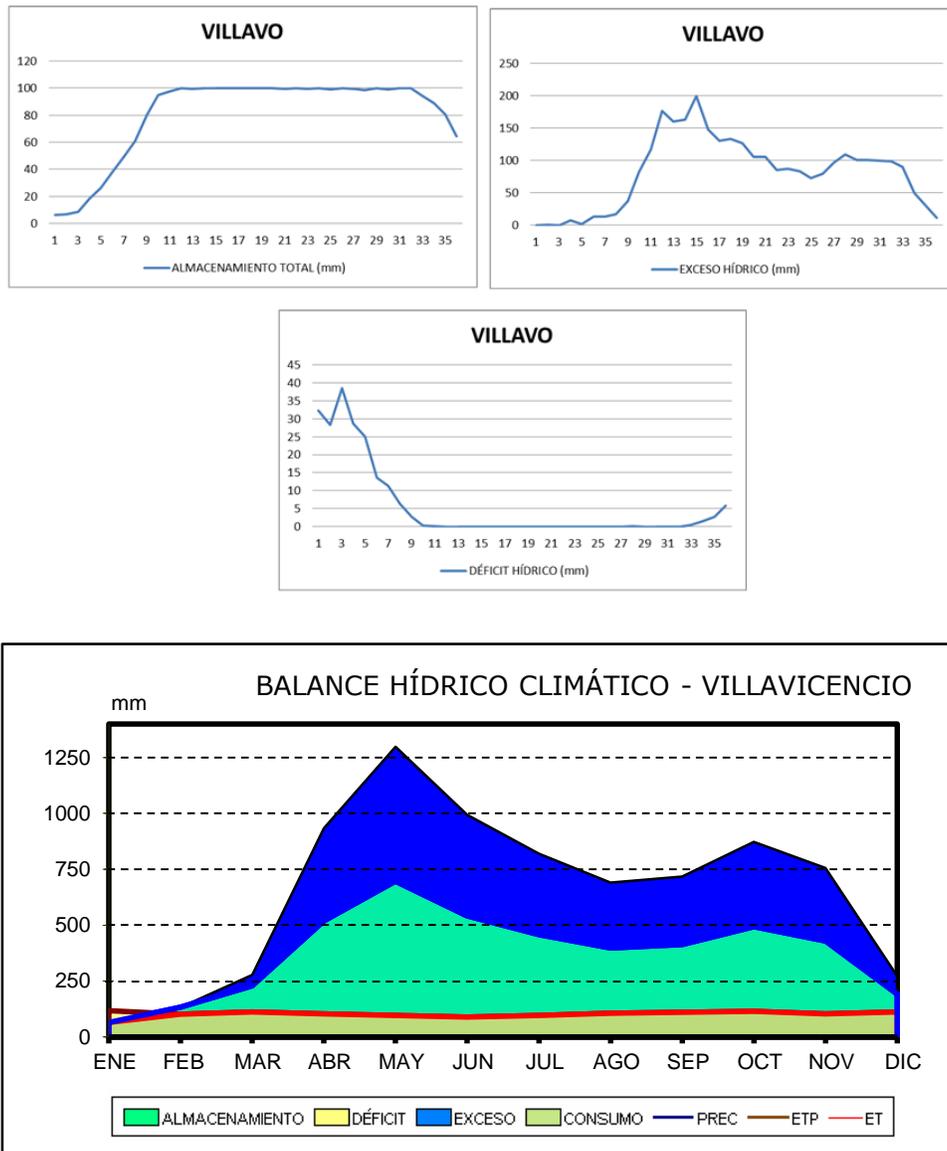


FIGURA 10. Marcha anual de almacenamiento, escorrentía y déficit en Orinoquia Occidental.

3.8 Zona Pluviométrica Piedemonte Amazónico

El suelo permanece a capacidad de campo durante la mayor parte del año, con una leve disminución al final y principio de año.

Los excesos hídricos representan el mayor riesgo para la producción agrícola, superando los 30 mm de febrero a noviembre. La agricultura solo es viable mediante el manejo del drenaje, o bien, cultivando especies resistentes a las altas humedades y encharcamientos

del suelo durante periodos prolongados. Las deficiencias no representan riesgo en ninguna época del año.

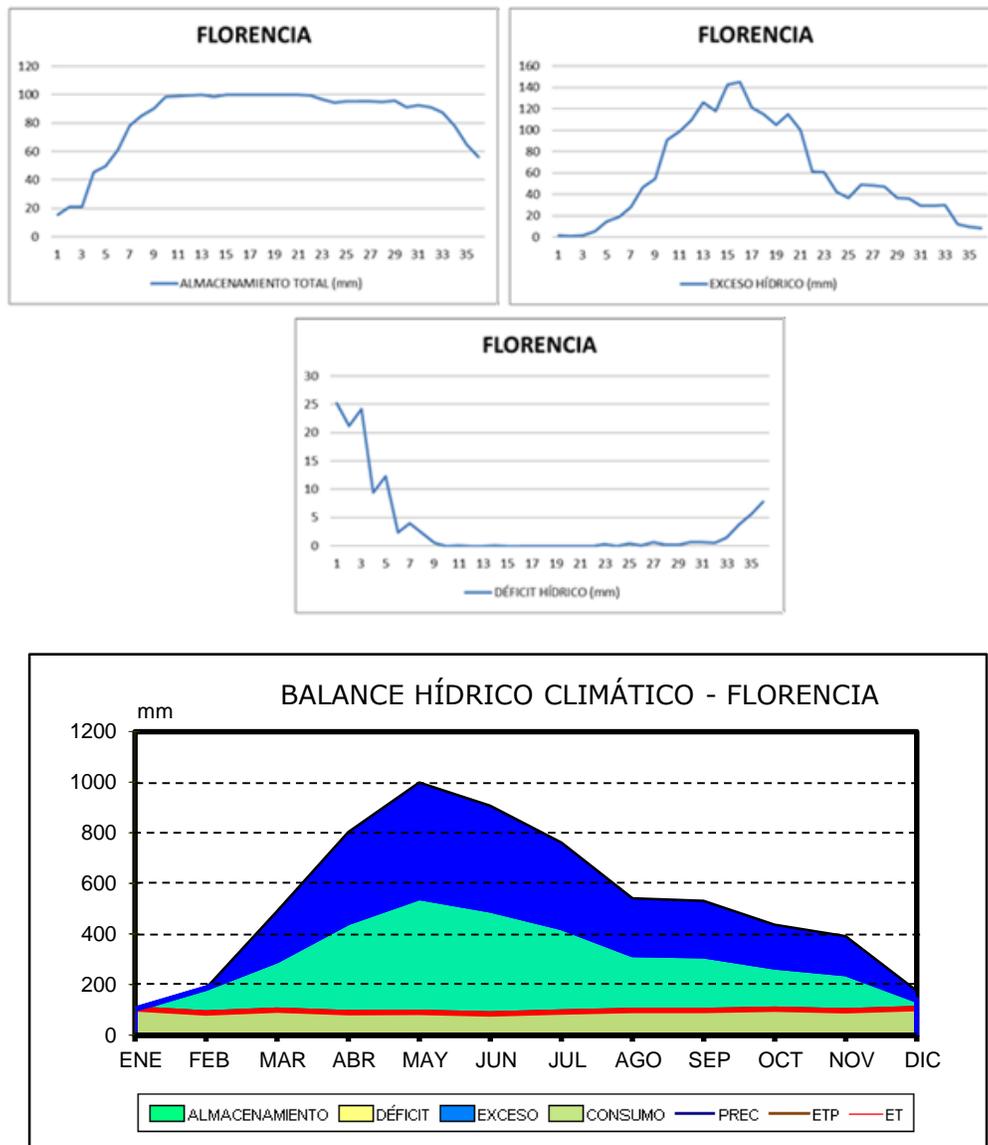


FIGURA 11. Marcha anual de almacenamiento, escorrentía y déficit en piedemonte amazónico

3.9 Zona Pluviométrica Trapecio Amazónico.

La zona permanece a capacidad de campo durante la mayor parte del año, con excepción de un corto periodo entre agosto y octubre, en el cual la reserva hídrica desciende hasta el 80-90%.

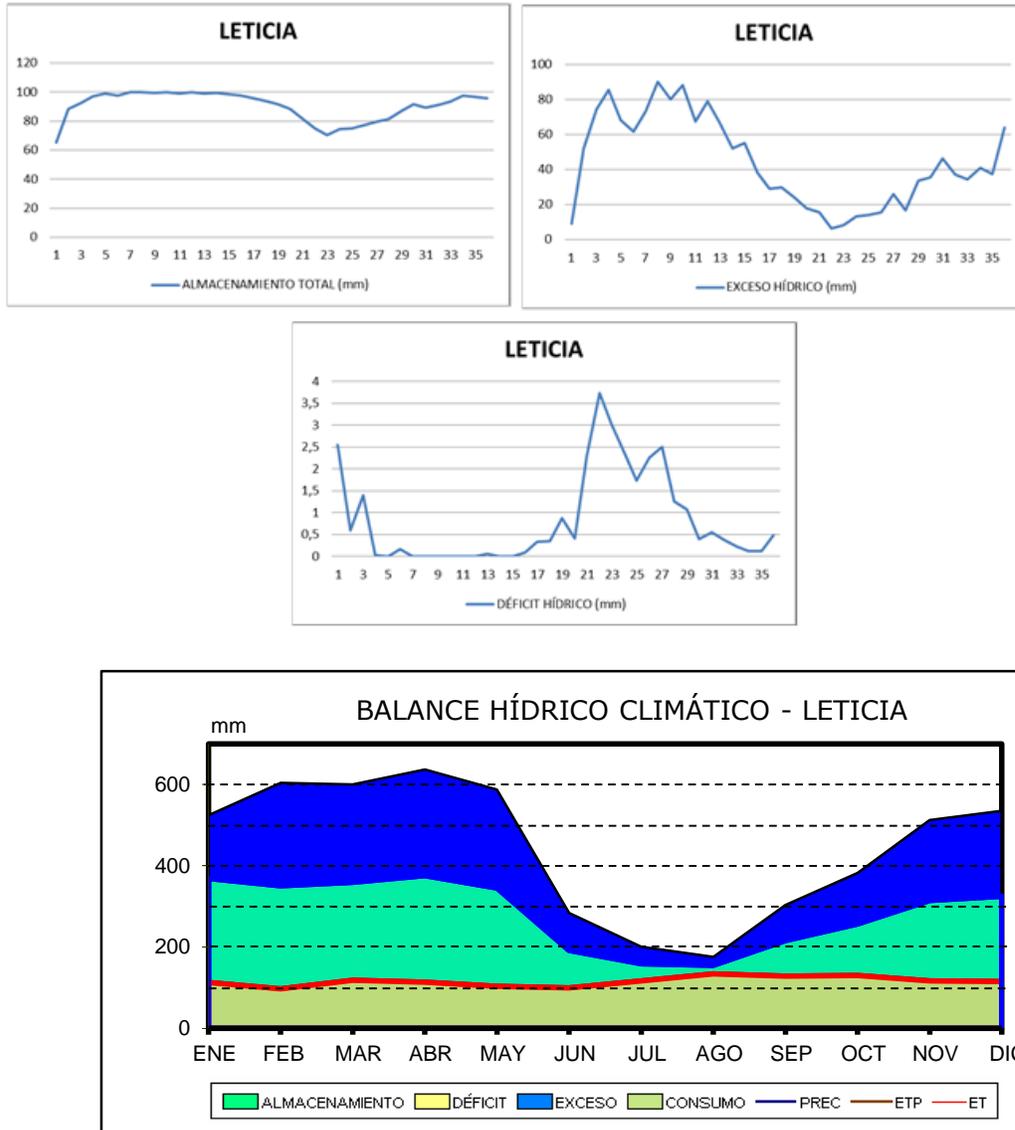


FIGURA 12. Marcha anual de almacenamiento, escorrentía y déficit en Trapecio Amazónico

La principal característica del abastecimiento hídrico son los excesos, que adquieren niveles de riesgo durante la mayor parte del primer semestre y finales del segundo. Bajo estas condiciones, solo algunas especies perennes pueden adaptarse y desarrollarse normalmente, sin manejo especial. La época más propicia para el desarrollo de cultivos es el segundo semestre.

3.10 Zona Pluviométrica Patía y Mira.

La capa agrícola de suelo permanece en niveles de saturación durante el primer semestre. Hacia el mes de agosto, la reserva desciende hasta un 80% y a final de año hasta un 60%.

El exceso hídrico supera los niveles de riesgo entre enero y julio aproximadamente. En el segundo semestre, los excesos disminuyen a niveles manejables con adecuadas obras de

drenaje. El déficit se presenta ocasionalmente al final del segundo semestre, sin alcanzar niveles de riesgo.

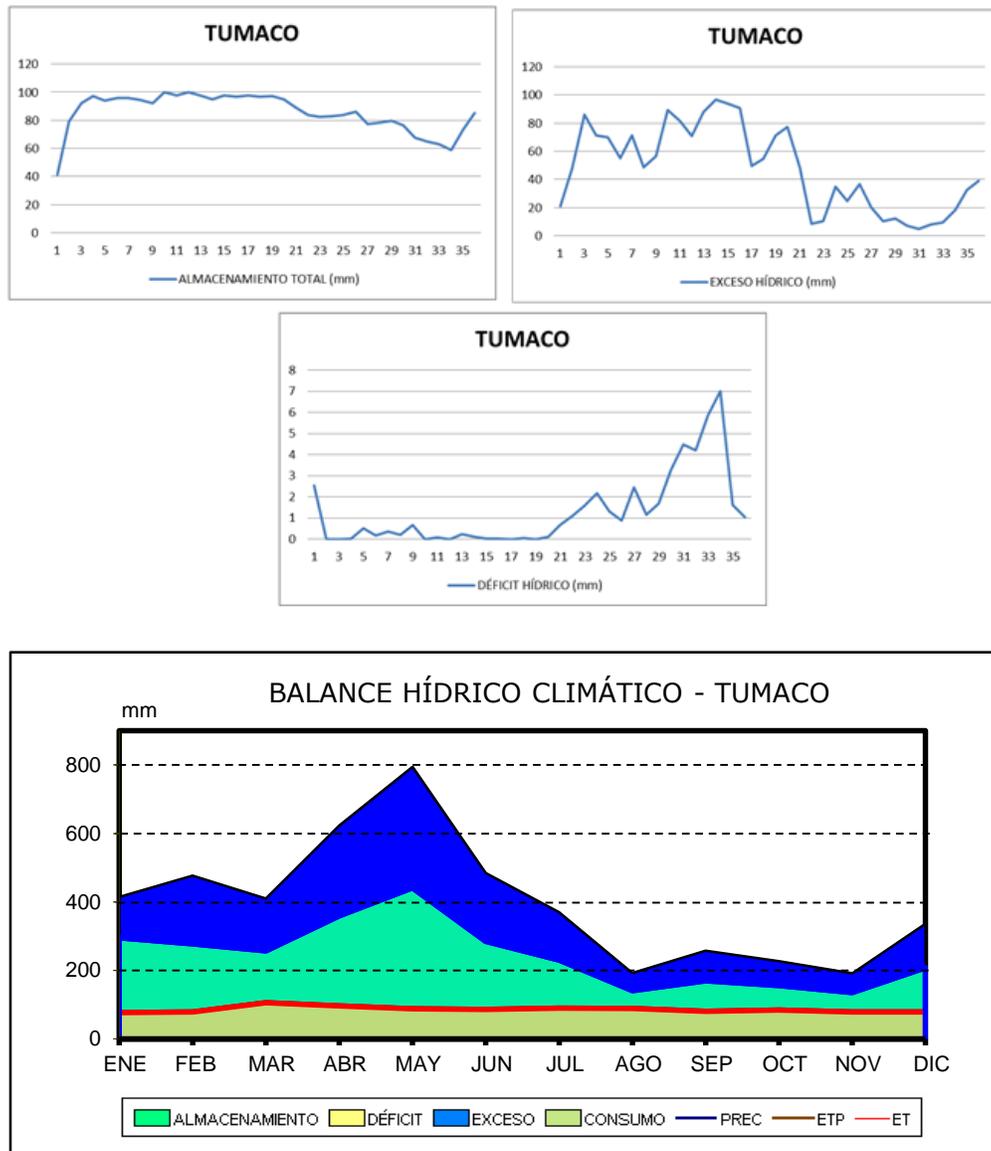


FIGURA 13. Marcha anual de almacenamiento, escorrentía y déficit en Patía y Mira

Bibliografía

Gómez, J. & Cadena, M (2017). *Evapotranspiración de referencia (ET_o) para Colombia*. Bogotá: Ideam.

Palmer, Wayne. (febrero1965). «*Meteorological Drought*». *Research paper no.45, U.S.* U.S.: Department of Commerce Weather Bureau.