

Cuenca del Río Grande de Manatí

La cuenca hidrográfica del Río Grande de Manatí, en la Regiones Norte y Central de Puerto Rico, es la cuarta en tamaño en la isla, mientras que el río es el tercero en longitud. La cuenca, con un área de captación de 235 mi², drena terrenos en los municipios de Orocovis, Barranquitas, Morovis, Ciales, Florida, Jayuya, Corozal, Manatí y Barceloneta. Además del cauce principal del Río Grande de Manatí, la cuenca incluye los Ríos Bauta, Toro Negro, Botijas, Cañabón, Orocovis, Sanamuerto, Matrullas, Cialitos, y numerosas quebradas y riachuelos. Estos ríos se originan en la Cordillera Central, a elevaciones de hasta 2,570 pies sobre el nivel del mar, fluyendo hacia el norte por las laderas de las montañas hasta la Región del Karso. Los tributarios principales convergen en el cauce del Río Grande de Manatí al sur de Ciales, descendiendo hacia Manatí por un canal profundo formado en las rocas calizas de la zona por el abundante caudal del río. Aguas abajo de la convergencia con el Río Cialitos al sur de Ciales, el río fluye hacia la costa por un ancho valle formado por depósitos aluviales transportados desde las montañas en tiempos ancestrales. Al sur de la Carretera # 2, el río fluye en meandros a través del valle aluvial hasta desembocar al Océano Atlántico en Barceloneta. Aunque la cuenca incluye las zonas urbanas de los municipios anteriormente indicados, es primordialmente rural, con una población en el 2004 de aproximadamente 127,800 habitantes. Los usos de terrenos principales son los bosques y los pastos (74%), zonas agrícolas (19%) y zonas urbanas (5%). La cuenca incluye varias reservas forestales importantes, incluyendo la de Toro Negro.

El clima de la cuenca es primordialmente subtropical húmedo, con una importante área de clima subtropical muy húmedo en el Bosque de Toro Negro. Ocurren variaciones anuales en la lluvia típicas de la Región Norte, incluyendo el período de estiaje a principios de año y la época de lluvias abundantes desde septiembre a diciembre. La lluvia aumenta de un promedio de 55 pulgadas en la costa hasta 100 pulgadas en sectores de la Cordillera Central, debido a los efectos orográficos inducidos por los vientos y las pendientes de las laderas de las montañas. El promedio anual de lluvia en toda la cuenca durante años normales es de 75 pulgadas, aunque durante años de sequías puede reducirse hasta 53 pulgadas. En años de lluvia promedio, la evapotranspiración consume 47 pulgadas (63% de la lluvia), reduciéndose a 41 pulgadas en años de estiaje. El balance entre la lluvia y la evapotranspiración (28 pulgadas en años normales) discurre como escorrentía o se infiltra a los acuíferos.

La geología de la cuenca incluye rocas de origen volcánico en la Cordillera Central y sus laderas; rocas sedimentarias calizas en la Provincia del Karso; y depósitos aluviales y marinos que descansan sobre las rocas calizas en los valles costaneros. Las rocas volcánicas son generalmente poco porosas, por lo que su capacidad de almacenar agua es limitada excepto en zonas de fracturas. En contraste, las rocas calizas en la cuenca son de alta permeabilidad y, conjuntamente con los depósitos aluviales en el valle costanero, contribuyen a formar las zonas más productivas de los acuíferos de la Región Norte. En el valle aluvial se manifiestan zonas del Acuífero Superior (Llano o Freático) y el Inferior (Artesiano). En el Acuífero Freático en el valle cerca de Manatí, formado por los depósitos aluviales y rocas calizas de la Formación Aymamón, los pozos pueden producir hasta 1,200 gpm. Los pozos que interceptan el Acuífero Inferior (artesiano) en Manatí y Barceloneta producen hasta 1,500 gpm. En el balance de agua de la



Figura Error! No text of specified style in document.-1. Cuenca hidrográfica del Río Grande Manatí.

cuenca, el *USGS* estima que en promedio aproximadamente 1.60 pulgadas de lluvia anualmente se infiltra a los acuíferos en la franja de rocas calizas y aluvi3n en la parte no confinada del acuífero inferior. Los suelos m3s comunes son: en el norte de la cuenca las series *Rock outcrop*, en el centro, las series Morado y Múcara, y en el sur, la serie Maricao.

Los recursos de agua en la cuenca del Río Grande de Manatí son abundantes y el uso de los mismos es relativamente mínimo. La producción promedio neta de esorrentía en la cuenca en años de lluvias normales es de aproximadamente 275,820 acres-pies. En comparación con otras cuencas en la Isla de tamaño similar, es la tercera de mayor caudal luego de Río Grande de Arecibo y el Río Culebrinas. Aunque esta producción promedio de esorrentía puede reducirse a 61,237 acres-pies en años de estiaje, este volumen es todavía sustancial. La mayor parte de esta esorrentía fluye hacia el Océano Atlántico, ya que en la cuenca no existen embalses de gran capacidad y una parte significativa del flujo ocurre durante la época de lluviosa al final del año. Las extracciones principales de agua en la cuenca incluyen las PF de la AAA en los municipios de Barrancas, Barrio Negro, Ciales, La Julita, Las Delicias, Morovis Sur, Orocovis, Patrullas, Posas y Sanamuerto, con una capacidad combinada de 12.0 mgd (13,450 acres-pies anuales). Comenzando en 1931, la AEE desarrolló el Sistema de Toro Negro, que incluye dos embalses y una serie de túneles diseñados para generar electricidad y llevar agua al Embalse Guayabal, en la Región Sur. Este sistema incluye el Embalse El Guineo, en la cuenca del Río Toro Negro entre Orocovis y Ciales, con una capacidad actual de 1,520 acres-pies. Este embalse también recibe agua de un complejo de 12 charcas de retención, cuya capacidad es insignificante en comparación con la esorrentía de la cuenca. El agua del Embalse El Guineo se utiliza para generar 1,900 Kva de electricidad en la unidad Toro Negro II. En la cuenca del Río Matrullas, la AEE construyó en 1934 el Embalse Matrullas, con una capacidad de 2,480 acres-pies, que descarga agua hacia una bifurcación donde se mezcla con la que procede de la planta generatriz Toro Negro II. El agua fluye por un túnel hasta la unidad hidroeléctrica Toro Negro I, y luego de generar 2,000 Kva de electricidad, se descarga mediante otro túnel hacia las laderas sur y el Embalse Guayabal al norte de Juana Díaz. El promedio anual de flujo desde el Sistema de Toro Negro hacia el Embalse Guayabal en la Región Sur es de 1.75 mgd (1,960 acres-pies anuales). Estudios anteriores del *USCOE* y *SVFG* (1980) sugieren que se aumente el almacenamiento de agua en la cuenca construyendo embalses en el Río Bauta en el sector Bauta cerca de Orocovis, y en el propio Río Grande de Manatí al sur de la zona urbana de Ciales. Estos dos embalses podrían almacenar de 60-70 mil acres-pies de agua, produciendo hasta 80 mgd de rendimiento seguro. La viabilidad actual de estos embalses necesita evaluarse, tomando en cuenta los factores ambientales, sociales y el potencial de vida útil proporcional a las tasas de sedimentación en la cuenca.

Las esorrentías durante huracanes y lluvias intensas en la cuenca causan inundaciones que afectan el valle de Manatí y parte de la zona urbana de Barceloneta. Inundaciones históricas se registraron en 1960, 1970, 1985 y 1987 (*USGS*, 2002). El DRNA desarrolla al presente en cooperación con el *USCOE* un proyecto para controlar la extensión de las inundaciones en el valle, incluyendo la construcción de un dique que protegerá la zona de Barceloneta.

La calidad del agua en la cuenca del Río Grande de Manatí varía con su ubicación y época del año, siendo en general satisfactoria como fuente de agua potable. El Estudio 305 de la JCA para el año 2003 establece que en los tramos estudiados, el 43% de las aguas en el área de la cuenca

no cumplen con los estándares de calidad de agua, principalmente debido a la presencia de bacterias y nutrientes. Estos contaminantes provienen de pozos sépticos dispersos y descargas agrícolas en la cuenca. Las plantas de tratamiento de aguas usadas de la AAA en Ciales, Alturas de Orocovis y Orocovis, descargan aproximadamente 0.636 mgd a los ríos de la cuenca. Estas plantas proveen tratamiento a nivel secundario y desinfección del efluente, que generalmente cumple con las normas locales y federales.

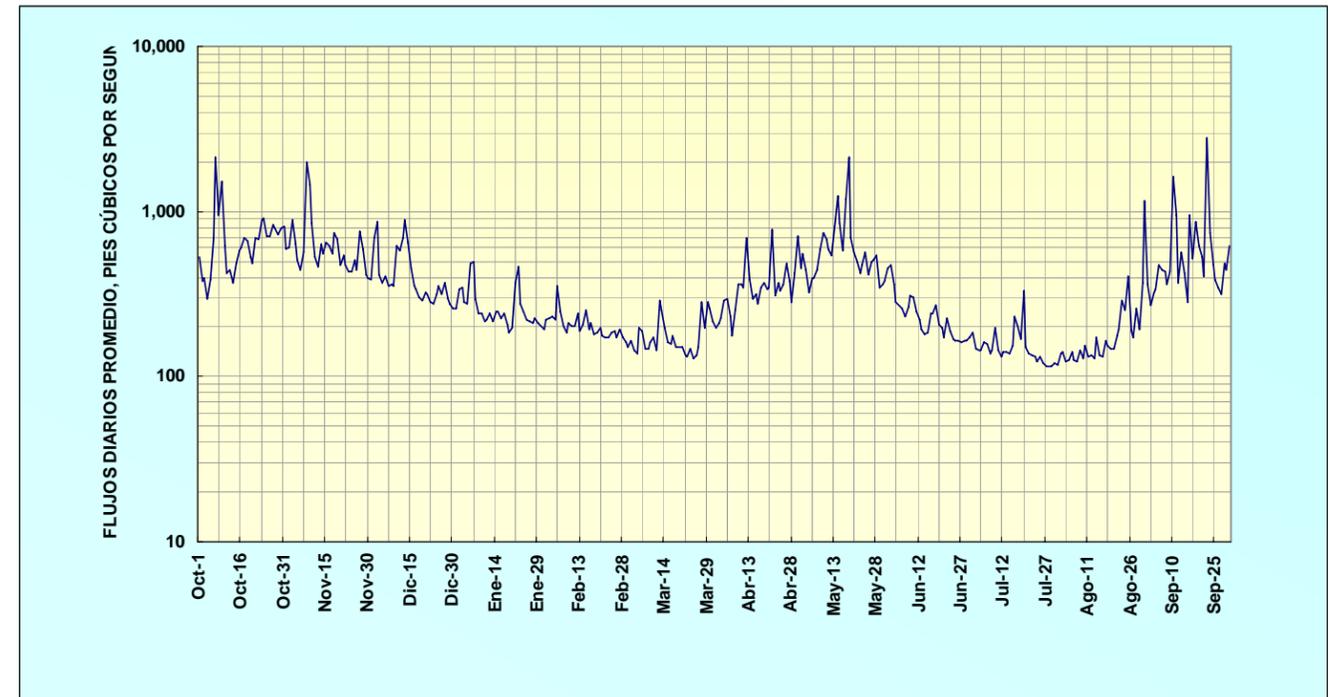


Figura Error! No text of specified style in document.-2. Flujos diarios promedio en el Río Grande de Manatí cerca de Manatí (50038100), 1970-2002.

Los datos de transporte de sedimentos en la cuenca son limitados, por lo que no es posible definir tasas anuales en la mayor parte de los tributarios. En la zona montañosa de la cuenca la erosión y transporte de sedimentos aparentan ser moderados, según reflejado por las bajas tasas de sedimentación de los embalses de Toro Negro y Matrullas (0.25% de su capacidad original por año, Soler, 2002). Esto se debe en gran medida a la cubierta densa de bosques en esta zona, lo que limita la erosión de los suelos. En comparación cantidades significativas de aluvi3n se acumulan en el valle de Manatí, aguas abajo de Ciales. Varias canteras operan en esta zona extrayendo aluvi3n del cauce del río y de terrenos cercanos.

Tabla **Error! No text of specified style in document.**-1. Balance hidrológico de Río Grande de Manatí.

Componente hidrológico	(acres-pies/año)
Precipitación	938,520
Evapotranspiración	593,910
Flujo	
" promedio anual	275,820
" estiaje (90 días)	61,240
" estiaje (150 días)	59,540
Extracción pozos	6,400
Descarga de agua subterránea al mar	5,000
Tomas AAA	13,030
Descargas aguas usadas a ríos	554
Descargas aguas usadas al mar	5,960
Entregado a fincas	-
Transferencias de agua	2,000
No contabilizado	64,210
Por ciento no contabilizado	7

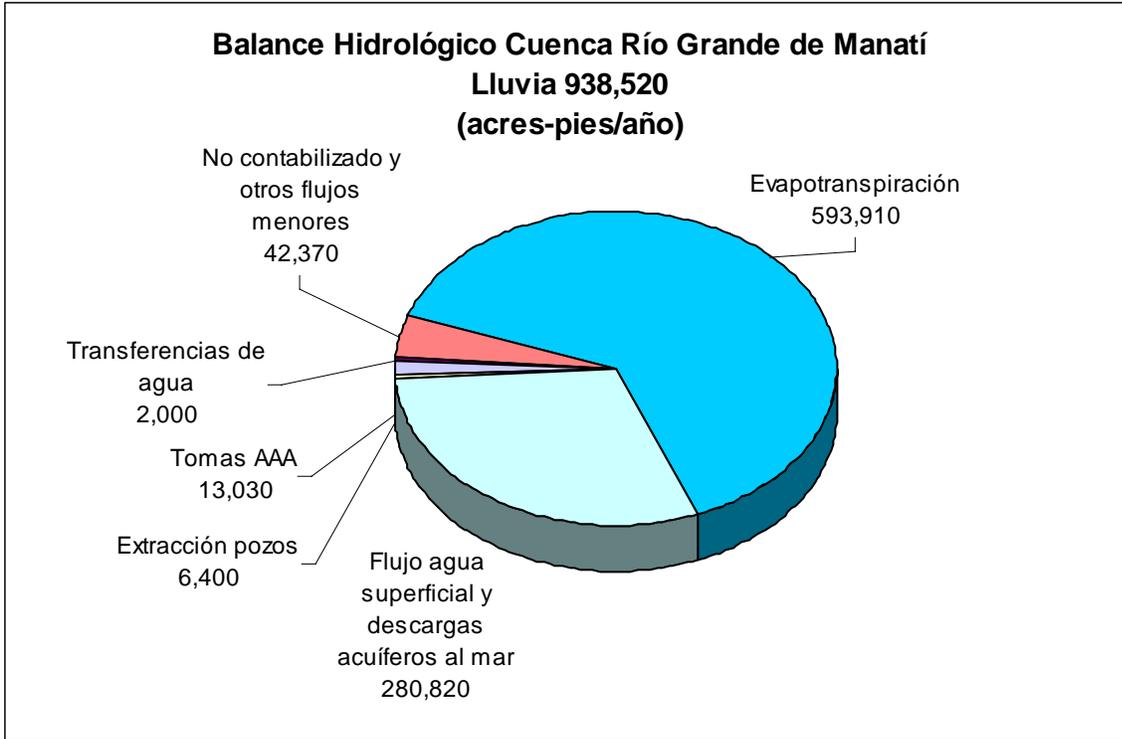


Figura **Error! No text of specified style in document.-3**. Balance hidrológico Río Grande de Manatí. El balance de otros flujos menores incluye: entregado a fincas, aguas usadas y descarga y recarga de agua subterránea.