

Cuenca del Río Grande de Loíza

La cuenca del Río Grande de Loíza, en la Región Norte-Central de Puerto Rico, es la de mayor tamaño en la Isla, con un área de 289.9 mi². Su extensión territorial incluye sectores de los municipios de San Lorenzo, Juncos, Las Piedras, Gurabo, Caguas, Aguas Buenas, Trujillo Alto, Carolina y Loíza, con una población en el 2004 de 455,000 habitantes (Figura 1-15). Debido a su topografía e hidrología, la cuenca puede dividirse en dos ramales principales que drenan la mayor parte de su área de captación. Estos dos ramales incluyen las subcuencas del propio Río Grande de Loíza y la del Río Gurabo.

1. El cauce del Río Grande de Loíza se origina en las laderas de la Cordillera Central, en terrenos del Municipio de San Lorenzo a elevaciones de hasta 2,051 pies. El río discurre hacia el norte y la zona urbana de San Lorenzo, alimentado por varias quebradas y riachuelos. En la vecindad de San Lorenzo, en la parte más elevada de la cuenca, se le une el Río Cayaguás, uno de sus principales tributarios. Desde San Lorenzo, el cauce discurre hacia el noroeste hasta la zona urbana de Caguas, donde recibe el influjo de los ríos Turabo y Cagüitas. Inmediatamente aguas abajo de la confluencia con el Río Cagüitas, el río fluye al Embalse Loíza. En la represa que forma el embalse, una serie de compuertas descargan parte del agua por el cauce del río hacia Trujillo Alto y eventualmente Carolina, Canóvanas y el Océano Atlántico. Bombas eléctricas en la represa desvían hasta 100 mgd de agua del embalse hacia la Planta de Filtración Sergio Cuevas en Trujillo Alto, para suplir agua potable a la Zona Metropolitana de San Juan. Dos quebradas importantes, Grande y Morocudo, fluyen al cauce del río al sur de Trujillo Alto antes de este cruzar la Carretera PR-3 en Carolina hacia el valle aluvial del Río Grande de Loíza en Canóvanas. En esta zona recibe el influjo de los ríos Canovanillas y Canóvanas, descargando finalmente al Océano Atlántico al oeste del Municipio de Loíza. En este punto, el río ha discurrido 41.5 millas desde su nacimiento, siendo el quinto en longitud en la Isla.
2. El cauce del Río Gurabo se origina en las laderas sur de la Sierra de Luquillo en la zona de El Yunque, en los lindes de los municipios de Gurabo y Las Piedras, a elevaciones de hasta 3,278 pies. Las lluvias copiosas en la zona de El Yunque y varias quebradas alimentan su cauce, descendiendo hacia el suroeste hasta la vecindad de Juncos. Al norte de la zona urbana de Juncos, recibe el influjo del Río Valenciano, su principal tributario. Desde Juncos, el cauce discurre hacia Gurabo, hasta fluir en el ramal este del Embalse Loíza.

El clima de la cuenca incluye zonas clasificadas como subtropicales húmedas y muy húmedas, debido a su ubicación en los dos ramales principales donde la precipitación promedio anual excede la mayor parte de la Isla. En ambas subcuencas (Río Grande de Loíza y Río Gurabo) la lluvia varía anualmente en forma similar a otras zonas de la Región Norte-Central de la Isla. Las lluvias son abundantes desde agosto a diciembre, seguidas del período anual de sequía, que generalmente se extiende desde enero hasta abril. Los cambios regionales en temperaturas y vientos inducen lluvias frecuentes en mayo y junio, mermando en julio. Lluvias orográficas



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

vespertinas son frecuentes la mayor parte del año en las laderas de la cuenca en la Cordillera Central y en la Sierra de Luquillo.

La precipitación promedio anual en la cuenca es de 77 pulgadas, variando desde 57 a 108 pulgadas. La lluvia es copiosa en las zonas de mayor elevación de la cuenca. En el ramal del Río Gurabo, en las laderas sur de El Yunque, el promedio anual de lluvia es de 100 pulgadas, mientras que en el ramal del Río Grande de Loíza, en las laderas de la Cordillera Central al sur de San Lorenzo, el promedio anual es de 105 pulgadas. Esta zona en la Cordillera recibe directamente los efectos de los vientos alisios del noreste, mientras que el viento que llega a las laderas al sur de El Yunque ya perdió gran parte de su humedad en las cuencas de los ríos Mameyes, Sabana, Fajardo, Santiago y Blanco. En años de sequías la precipitación anual promedio a través de la cuenca puede disminuir a 54 pulgadas. La extensión significativa de las dos zonas geográficas que forman los ramales principales puede resultar en que una sección de la cuenca sufra una sequía mientras el otro ramal disfrute de lluvias más abundantes. La evapotranspiración consume un promedio de 47 pulgadas de la lluvia anual (61%), y 42 pulgadas en años de sequías.

La geología de la cuenca incluye primordialmente rocas de origen volcánico que se extienden desde la zona montañosa hasta la vecindad de Carolina, así como depósitos sedimentarios aluviales y marinos. Afloramientos masivos de rocas intrusivas meteorizadas como parte del Batolito de San Lorenzo, principalmente granodiorita, ocupan una parte sustancial de la zona desde San Lorenzo hasta Juncos y Gurabo. Al sur de estos afloramientos los ríos depositaron aluvión sobre el basamento volcánico en lo que hoy es el Valle de Caguas. Residuos de lava y tufa volcánica ocupan la mayor parte de la superficie entre Caguas y Carolina, con depósitos aluviales a lo largo del cauce de los ríos y sus tributarios. Al sur de Carolina, depósitos de origen marino descansan sobre el material volcánico, incluyendo rocas calizas de la Formación San Sebastián, aluvión, barros, materia orgánica y arenas. Estas rocas y depósitos forman acuíferos localizados, particularmente en el valle aluvial de Caguas. En el área de la zona urbana de Caguas, los depósitos aluviales tienen un espesor promedio de 80 pies alcanzando hasta 127 pies, donde pozos profundos pueden producir hasta 300 gpm (Puig y Rodríguez, 1993). Los depósitos marinos sedimentarios al norte de Carolina y la Carretera #3 son generalmente de poca permeabilidad, lo que impide que almacenen o transmitan agua en cantidades sustanciales. Esta impermeabilidad relativa contribuye a que en estas zonas se formen los humedales costaneros que abundan cerca de la costa. Otra característica geomorfológica importante de la zona costanera de la cuenca es el tramo esencialmente recto del Río Grande de Loíza, desde Canóvanas hasta la desembocadura al mar. Aunque aparenta ser un canal artificial, Meyerhoff (1935) establece que es natural, inducido por procesos erosivos de poca energía. Las diferencias en elevaciones en el terreno entre Canóvanas y la desembocadura del río al mar son mínimas. Esto también conduce al avance tierra adentro a través del canal del río de agua salina. Durante mareas altas, la cuña de agua salada en el valle avanza tierra adentro hasta la vecindad de la Carretera #3. Parte de esta agua salina se infiltra desde el río a los depósitos marinos costaneros, lo que minimiza el potencial para el desarrollo de pozos en el valle costanero de la cuenca.

Estadísticamente la mayor parte de la cuenca está cubierta de bosques, arbustos y pastos (80%), aunque es una de las zonas de mayor desarrollo en Puerto Rico. Las zonas urbanas de San Lorenzo, Juncos, Gurabo, Caguas, Trujillo Alto, Carolina y Canóvanas, y cientos de desarrollos residenciales semi-urbanos en las zonas rurales de la cuenca, ocupan una parte sustancial de su área superficial (40.6 mi², o 14%). Las actividades agrícolas se concentran en las zonas de Las Piedras, Juncos y San Lorenzo, principalmente ganadería y frutos menores.

La escorrentía en la cuenca es significativa, con una producción promedio anual de 346,310 acres-pies. El Embalse Loíza, construido en 1952, suple hasta 100 mgd (112,099 acres-pies por año) a la PF de Trujillo Alto, desde donde el agua se potabiliza y se distribuye a la parte este de la Zona Metropolitana de San Juan. A través de la cuenca existen varios acueductos rurales y municipales operados por la AAA que extraen un promedio de 28.14 mgd de los ríos principales o sus tributarios, incluyendo en San Lorenzo (2.5 mgd, Río Cayaguas); Juncos (1.6 mgd, Río Gurabo); Gurabo (1.6 mgd, Río Gurabo); Ceiba Sur (1.5 mgd, Río Valenciano); Espino (0.85 mgd, tributario al Río Grande de Loíza); Jagual (0.3 mgd, Río Grande de Loíza); Caguas (6.25 mgd, Quebrada las Quebradillas, Río Cagüitas, Río Turabo y Río Grande de Loíza); Caguas Norte (5.7 mgd, Río Cagüitas); Aguas Buenas (0.7 mgd, Río Bairoa); San Antonio (1.1 mgd, embalse Loíza); Cubuy (1.0 mgd, Río Canóvanas) y Canóvanas (5.04 mgd, Río Canóvanas). Paralelamente, varias plantas de tratamiento de aguas usadas operadas por la AAA, descargan hasta 8.9 mgd de efluentes tratados y desinfectados a varios ríos en la cuenca, incluyendo en San Lorenzo (0.6 mgd, Río Grande de Loíza), Pueblito del Río (0.125 mgd, Río Gurabo); Juncos (0.69 mgd, Río Valenciano); Caguas Nueva (7 mgd, Río Bairoa); Aguas Buenas (0.3 mgd, Río Bairoa) y Las Carolinas (0.2 mgd, Río Cagüitas). El balance entre el agua generada en la cuenca menos las extracciones netas (extracciones para agua potable menos retornos sanitarios), establece que la descarga anual promedio de escorrentía hacia el Océano Atlántico es de aproximadamente 236,890 acres-pies.

Los recursos de agua subterráneos en la cuenca son moderados, concentrados principalmente en la zona de Caguas a Juncos, incluyendo a Gurabo, así como en el valle costanero al norte de Carolina y Canóvanas. El DRNA estimó que en el 2003, las extracciones de agua subterráneas en la zona eran de 3.9 mgd (4,363 acres-pies por año). En el 1988, la producción de agua subterránea en el valle aluvial de Caguas-Juncos en el interior de Puerto Rico promedio 3.0 mgd (Puig y Rodríguez, 1993). La producción de agua subterránea en la parte baja de la cuenca, en el valle aluvial costanero de Canóvanas-Carolina se estimó por el DRNA en 0.7 mgd, aunque es posible extraer cantidades mayores utilizando galerías cercanas al río. Utilizando esta tecnología, el Municipio de Carolina desarrolla al presente un acueducto municipal con una capacidad de hasta 2 mgd mediante el uso de una galería subterránea cercana al cauce del río que ayude a filtrar parcialmente el agua. Estas extracciones adicionales requerirían un monitoreo intenso para determinar si se induce la infiltración de agua salobre adicional al acuífero.

La calidad del agua en la cuenca Río Grande de Loíza varía desde excelente hasta pobre, pero es generalmente adecuada como fuente para producir agua potable (USGS, 2001). El USGS ha llevado a cabo varios estudios relacionados a la calidad del agua en la cuenca y sus tributarios, incluyendo un estudio reciente en el área de Caguas (USGS, 1996). Este estudio del USGS concluyó que aproximadamente el 75% de los tramos de los ríos analizados en la cuenca exhibían concentraciones de bacterias fecales consideradas aceptables para actividades

humanas, mientras que en el balance del 25% de los tramos analizados, la calidad bacteriana del agua no era aceptable. Por otro lado, la JCA, en el Estudio 305(b) del 2003, establece que no existen datos adecuados en la cuenca para determinar con precisión la calidad general del agua. En los tramos estudiados (28.8%) en el 23.8% las concentraciones de bacterias y nutrientes no cumplen con los estándares ambientales establecidos por la JCA, el 3% cumple con estos estándares y en el 2% de los tramos el agua alcanza algunos usos designados pero faltan datos para determinar su aptitud para otros usos. El por ciento restante carece de datos para tomar decisiones sobre la calidad del agua. Fuentes dispersas provenientes de pozos sépticos y actividades agrícolas son probablemente las fuentes principales de estos contaminantes en las aguas superficiales en la cuenca.

Las aguas subterráneas en el valle aluvial de Caguas y en sectores de Juncos y Gurabo son generalmente adecuadas como fuentes de agua potable. En la zona norte de Caguas, en el sector de Bairoa, varios pozos de la AAA han sido cerrados debido a contaminación con solventes químicos y concentraciones altas de nitratos.

El transporte de sedimentos en los ríos de la cuenca en concentraciones elevadas contribuye a que el Embalse Loíza sufra una de las tasas de sedimentación más altas en comparación con otros la Isla (USGS, 1997; DRNA, 2004). Las actividades agrícolas y desarrollos urbanos en la cuenca inducen la erosión de los suelos y el transporte de sedimentos hacia los ríos de la cuenca y el embalse. Hasta 1997, el embalse había perdido aproximadamente el 47% de su capacidad original debido a la acumulación de sedimentos transportados en la cuenca. El embalse fue dragado en 1998, removiéndose aproximadamente 5,000 acres-pies de sedimentos, aumentando su vida útil en aproximadamente 20 años. Sin embargo, datos preliminares del USGS establecen que durante las crecientes en los ríos de la cuenca ocasionados por el Huracán Hortense, la cantidad de sedimentos descargada al embalse fue significativa. El USGS realizó un estudio de la capacidad del Embalse Loíza para determinar los efectos del sedimento descargado durante Hortense. Los resultados de este estudio están resumidos en la tabla 6-10.

Tabla **Error! No text of specified style in document.-1**. Estudio comparativo de datos publicados por el USGS en el 1994, datos informados en estudios batimétricos durante 1999, y datos recientes, 2004, de estudios batimétricos desarrollados del estudio batimétrico de Febrero 2004.

[km2, kilómetros cuadrados; Mm3, millón de metros cúbicos; m3, metros cúbicos; --- sin determinar]

	1994	1997-99	2004
Área superficial del embalse, en km ²	2.67	2.67	2.67
Capacidad, in Mm ³	14.19	19.35	17.53
Almacenamiento vivo, en Mm ³	14.15	17.80	17.28
Almacenamiento muerto, en Mm ³	0.04	1.55	0.25
Años desde su construcción	41	46 ¹	51
Sedimento acumulado, en Mm ³	12.61	---	1.82 ²
Pérdida en almacenamiento a largo plazo, en por ciento	47	---	9 ³
Pérdida de capacidad a largo plazo, m ³	303,000	---	---
Pérdida anual de capacidad a largo plazo, en por ciento	1.1	---	1.8 ⁴
Pérdida anual de capacidad entre estudios, en m ³	242,000	---	364,000
Volumen añadido como resultado del dragado, en Mm ³	---	5.782	---
Volumen del dragado perdido, en Mm ³	---	---	1.82
Por ciento del volumen del dragado perdido	---	---	31 ⁵
Por ciento anual de pérdida de volumen dragado desde 1997 hasta 2004	---	0	6.2

¹ En relación a la fecha final de dragado.

² Acumulado entre 1999 y 2004.

³ Representa el por ciento de pérdida en almacenamiento desde 1999 hasta 2004 de un total de 19.35 millones de metros cúbicos.

⁴ Representa el por ciento de pérdida anual en volumen después del dragado entre 1999 y 2004.

⁵ Representa el por ciento de pérdida del volumen total dragado o 5.782 millones de metros cúbicos.

Tabla **Error! No text of specified style in document.**-2. Balance hidrológico en la Cuenca del Río Grande de Loíza.

Componente hidrológico	(acres-pies/año)
Precipitación	1,192,210
Evapotranspiración	731,000
Flujo	
" promedio anual	236,890
" estiaje (90 días)	94,510
" estiaje (150 días)	107,110
Extracción pozos	4,360
Descarga de agua subterránea al mar	5,000
Tomas AAA	109,420 ^a
Descargas aguas usadas a ríos	15,330
Descargas aguas usadas al mar	30,810
Entregado a fincas	-
Transferencias de agua	-75,900
No contabilizado	39,130
Por ciento no contabilizado	3

A incluye producción embalse Loíza

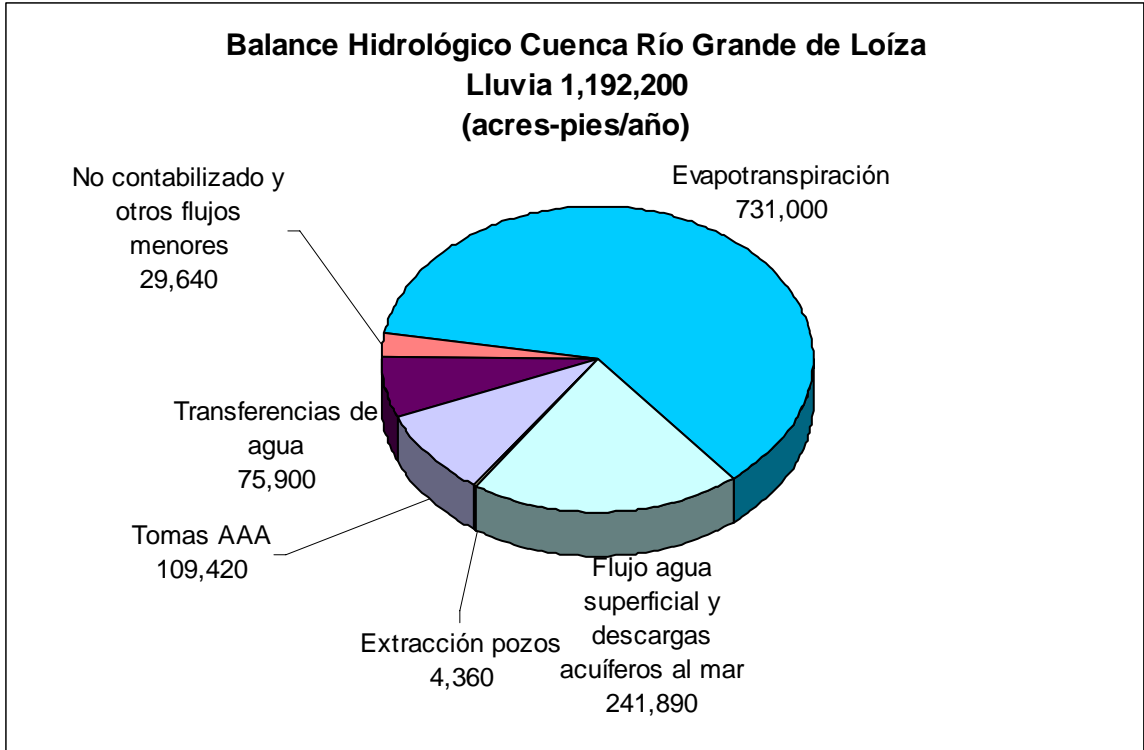


Figura **Error! No text of specified style in document.**-2. Balance hidrológico Cuenca del Río Grande de Loíza. El balance de otros flujos menores incluye: entregado a fincas, aguas usadas y descarga y recarga de agua subterránea.