

IV. Caracterización Hidrológica

Definición de la Cuenca

La cuenca del río Santa María se encuentra localizada en la vertiente del Pacífico en las provincias de Veraguas, Coclé y Herrera. El área de drenaje total de la cuenca es de 3326 Km², desde su nacimiento hasta la desembocadura en el mar la longitud del río principal es de 168 Kms. La elevación media de la cuenca es de 200 msnm, y el

punto más alto se encuentra en la Cordillera Central con una elevación de 1,528 msnm.

La cuenca tiene una distribución de la precipitación no uniforme a lo largo del año, pero la distribución de los caudales es más uniforme para la parte alta de la cuenca. Esto se debe a que en la cercanía a la división continental, en la zona de Santa Fe, la cordillera tiene depresiones que permiten a los vientos húmedos del Atlántico producir precipitaciones significativas en la época seca, con el consiguiente aumento del caudal de los tributarios durante este período.

Hidrología del área

De acuerdo a los objetivos de este estudio, se ha dividido la cuenca en su parte alta, media y baja.

Es importante mencionar que la parte alta y media de la cuenca es la más rica en información, ya que en esta área se encuentran todas las estaciones hidrológicas estudiadas. En la parte baja de la cuenca no existen estaciones hidrológicas. La información hidrológica que presenta este estudio para la parte baja de la cuenca ha sido estimada con base en la información de las estaciones meteorológicas, haciendo uso de los diferentes métodos de análisis.

Descripción de Estaciones Hidrológicas en la cuenca

A continuación se presenta la lista de las estaciones hidrométricas y sus principales características³:

³ Toda la información de las estaciones ha sido obtenida de la Gerencia de Hidrometeorología de ETESA

Cuadro N°12

Numero	NOMBRE	TIPO	COORDENADAS		ELEVACION msnm	AREA km ²	INFORMACION DESDE
			NORTE	OESTE			
132-0101	Santa María, Santa Fe	Ig	8°31'	81°04'	280	184	mayo-1957 *
132-0102	Sta María, La Soledad	Ig	8°24'	81°03'	180	317	julio-1964
132-0103	Sta Ma, San Francisco	Ig	8°13'	80°58'	55	1370	mayo-1955
132-0203	San Juan, Alto Jorón	Im	8°12'	80°51'	20	254	abril-1958**
132-0204	San Juan, Sitio Desvío	Ig	8°28'	80°51'	690	19.3	mayo-1967
132-0301	Gatu, San Juan	Im	8°18'	81°01'	90	445	abril-1957**
132-1501	Mulabá, Santa Fe	Im	8°31'	81°04'	295	83.2	julio-1978**

Ig Estación limnigráfica o de registro continuo de nivel.

Im Estación limnimétrica, dos lecturas de nivel por día, a las 7:00 a.m. y a las 5:00 p.m.

Area Area de drenaje

* Estación limnimétrica hasta el 15 de julio de 1971.

** Estación suspendida en 1998.

Río Santa María en Santa Fe:

La estación está ubicada aguas abajo del pueblo de Santa Fe. Desde la fecha de su instalación hasta el 15 de julio de 1971 la estación fue limnimétrica y sólo contaba con 3 reglas hidrométricas ubicadas en la margen derecha del río. En julio de 1971 la estación fue equipada con un limnógrafo tipo Stevens A-35, cablevía y reglas hidrométricas para leer niveles hasta 5 metros. Por razones técnicas el cero de la nueva estación se bajó 0.43 cm con respecto al cero de la estación anterior. Está localizada en las coordenadas UTM: latitud 940,100 Norte, longitud 492,600 Este.

Río Santa María en La Soledad:

La estación se encuentra localizada a 3 Km al norte del pueblo de La Soledad. Está equipada con un limnógrafo tipo Stevens A-35, cablevía y reglas hidrométricas para leer niveles hasta 6 metros. Su localización en coordenadas UTM: latitud 927,750 Norte, longitud 493,850 Este.

Río Santa María en San Francisco:

Esta estación estuvo localizada en la margen derecha del río, aguas abajo del puente en la carretera que va de Santiago a San Francisco. En 1996 la estación fue reubicada a 1 km aguas abajo. Está equipada con un limnógrafo tipo Stevens A-35, y reglas hidrométricas para leer niveles hasta 8 metros. El área de drenaje adicional de la nueva estación es 1.87 km². Su localización en coordenadas UTM: latitud 907,600 Norte, longitud 504,800 Este.

Río San Juan en Alto Jorón:

La Estación estuvo localizada aguas arriba del paso del camino de herradura que une los poblados de Las Guías y El Higo. La estación tenía reglas hidrométricas para leer niveles hasta 3 metros. Los registros de caudales están afectados por la regulación de los embalses La Yeguada y El Flor. La localización en coordenadas UTM: latitud 907,200 Norte, longitud 517,250 Este.

Río San Juan en Sitio de Desvío:

La estación está ubicada 10 m aguas arriba del vertedero que desvía el río San Juan hacia la quebrada Las Lajas, tributaria de la laguna La Yeguada. Está equipada con un limnógrafo tipo Stevens A-35, y reglas hidrométricas para leer niveles hasta 3 metros. Su localización en coordenadas UTM: latitud 935,150 Norte, longitud 517,300 Este.

Río Gatú en San Juan:

La estación se encontraba (ya no existe) a unos 700m aguas arriba del puente en la carretera que conduce de la población de San Francisco a la población de San Juan. La estación estuvo equipada con reglas hidrométricas para leer niveles hasta 4 metros. Está localizada en coordenadas UTM: latitud 918,000 Norte, longitud 498,400 Este.

Río Mulabá en Santa Fe:

La estación se encontraba a unos 400 m aguas arriba de la confluencia con el río Santa María. La estación estuvo equipada con limnómetros para leer niveles hasta 3 metros. Está localizada en coordenadas UTM: latitud 942,100 Norte, longitud 492,100 Este.

De las estaciones antes mencionadas se eliminó la estación **Mulabá en Santa Fe**, debido a que existen muchos datos faltantes.

Descripción de la Metodología utilizada para el análisis de la hidrología de la cuenca

Se entiende por análisis hidrológico la evaluación cualitativa y cuantitativa de las relaciones entre pluviometría (agua meteórica o precipitación) y fluviometría (rendimiento hídrico superficial) de una determinada cuenca, y de los registros que de ella se generarán, con el fin de determinar el recurso hídrico disponible.

Para el caso de la cuenca del río Santa María se determinará la disponibilidad superficial del recurso hídrico. En este sentido se aplicarán diferentes métodos de análisis:

- ✓ El método de las **curvas másicas o dobles** acumuladas permite estudiar y corregir, en una estadística fluviométrica de una estación, los efectos de un cambio de exposición o ubicación de la estación, los cambios en las técnicas de observación e incluso algunos errores instrumentales o de lectura. Detectar estos cambios o errores en una estadística es muy importante, ya que en la solución de problemas hidrológicos interesa asegurarse que los cambios de tendencia en el tiempo se deban sólo a causas hidrometeorológicas y no a la manera en que se hacen las observaciones. De este modo, se logra también una consistencia en el tiempo del registro fluviométrico para que pueda ser comparado con el de otra estación vecina. El método está basado en que generalmente los valores acumulados del promedio de los caudales anuales de varias estaciones contiguas, no se ve afectado por un cambio en la estación individual, ya que existe una compensación entre ellas.

- ✓ **Balance Hídrico:** El balance hídrico es una herramienta cuya finalidad es calcular el volumen total de agua de la cuenca. El balance hídrico se emplea para evaluar la disponibilidad de agua en la cuenca. El agua almacenada por el suelo

depende del aporte que hace la lluvia y de la extracción que hacen las plantas a través de la evapotranspiración potencial (ETP) de la cuenca. Partiendo del conocimiento de las precipitaciones medias mensuales y de la ETP mensual estimada, podemos estudiar el balance del agua en el suelo

✓ **Análisis de isoyetas:** se basa en identificar el comportamiento espacial y regional de la cuenca a través del mapa de isoyetas previamente realizado, con este análisis podremos obtener balance del sistema de la cuenca entre la pluviometría y los caudales medidos

✓ **Correlación entre Escorrentía Media, Precipitación y ETP:** La correlación entre la escorrentía la precipitación y la ETP indica cómo se comporta el sistema de la cuenca para un período determinado, es decir, el comportamiento para los meses secos y para los meses húmedos no es el mismo, a través de una grafica podremos observar el comportamiento de estos parámetros.

✓ **Escala Espacial y Temporal:** El análisis de los caudales dentro de una escala espacial y temporal da a conocer el comportamiento o la reacción de la cuenca ante un evento extremo. Se hicieron gráficas de lluvia vs caudal para verificar si la cuenca del Río Santa María presenta un comportamiento o reacción normal durante el período 1980-1997. Esto indica que modelos como el HEC se pueden correr con cierto grado de confiabilidad.

Análisis de la información de Caudales

1. Caudales medios Diarios

El relleno y extensión de los caudales medios diarios mensuales faltantes se aplicó para el período 1964-1997 considerando que el período de 34 años es suficiente para la cuantificación, cambio o variación de los caudales en la cuenca.

Para el relleno de los caudales promedios diarios de las diferentes estaciones hidrológicas repartidas en la cuenca de Santa María se utilizó el método de Correlación Lineal diaria entre las estaciones hidrológica que tuvieran las siguientes características:

- Ubicadas en el cauce principal del río.
- Su área de drenaje fuera semejante entre sí

La estación Santa María La Soledad, usada como base para estos cambios, inició su registro en julio de 1964.

De este modo se hicieron las siguientes correlaciones de estaciones para el relleno y extensión de los caudales mensuales:

Cuadro N°13

Estación	Correlacionada con
Sta María Santa Fe	Sta María La Soledad
Sta Ma La Soledad	Sta María San Francisco
San Juan S Desvío	San Juan Alto Jorón
Gatú San Juan	Sta María San Francisco
Mulabá Santa Fe	Sta María Santa Fe

2. Caudales promedios mensuales

Después de haber obtenido las series de caudales medios diarios de todos los años del período de estudio en todas las estaciones, se han confeccionado las tablas de los caudales promedios mensuales (Ver anexo).

Cuadro N°14: Curvas doble acumuladas

Estaciones correlacionadas		Observaciones
Sta María La Soledad	Sta María San Francisco	Buena correlación con pequeñas diferencias
Sta María Santa Fe	Sta María La Soledad	Buena correlación
Mulabá Santa Fe	Sta María Santa Fe	Buena correlación
Gatú San Juan	Sta María San Francisco	Correlación regular, hay diferencias
San Juan Sitio Desvío	San Juan Alto Jorón	Buena correlación con pequeñas diferencias

Para verificar la consistencia y homogenización de la serie de caudales anuales se aplicó el método de doble masa. Los resultados fueron muy buenos, ya que marcó un coeficiente de determinación R^2 cercano a uno (1), por lo que se determinó que la homogenización era buena.

