



PROYECTO: "ESCUELA BALBOA ACADEMY – COSTA SUR"

El estudio hidrológico e hidráulico del canal de la quebrada la gallinaza, ha sido desarrollado para el proyecto: Colegio Costa Sur, cuyo promotor es Balboa Academy Panamá, S.A. El objetivo del estudio es determinar el caudal de diseño para periodos de retorno de 50 y 100 años para definir las planicies de inundación, los niveles máximos de crecidas, y niveles de terracerías seguras para el diseño y construcción del proyecto.

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO QUEBRADA LA GALLINAZA

Corregimiento de Don Bosco, distrito y provincia de Panamá

Ing. Johnny A. Cuevas Marín
CI 1991-006-036

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DEL PROYECTO “COLEGIO COSTA SUR”	2
3.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA microcuenca DE La quebrada la gallinaza	5
3.1.	Cuenca del río Juan Díaz y entre el río Juan Díaz y Pacora .	5
3.2.	Red de drenaje del Río Juan Díaz.....	6
4.	GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA.....	9
5.	TEXTURA DE LOS SUELOS:	12
6.	CAPACIDAD AGROLÓGICA DEL SUELO.....	16
7.	COBERTURA BOScosa Y USOS DEL SUELO:	20
7.1.	Bosque secundario	21
7.2.	Vegetación baja inundable	21
7.3.	Pastos.....	22
7.6.	Infraestructura	22
8.	CLIMA.....	25
8.1.	Clima tropical con estación seca prolongada	25
9.	ZONAS DE VIDA SEGÚN HOLDRIDGE	25
9.1.	Bosque Húmedo Tropical:	27
9.2.	Bosque húmedo premontano	28
10.	PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	28
11.	Información meteorológica e hidrológica	31
12.	ASPECTOS HIDROLÓGICOS:	33
13.	CAUDAL MÁXIMO DE DISEÑO:	33
13.1.	Determinación del Caudal Máximo de Diseño mediante el Análisis Regional de Crecidas Máximas:.....	34
13.2.	Cálculos para la estimación del caudal máximo en el río Juan Díaz	36

14.	MODELACIÓN HIDRÁULICA	38
14.1.	Modelación hidráulica para determinar los perfiles de agua	39
14.2.	Requerimientos del modelo HEC-RAS	40
14.3.	Secciones transversales (levantamiento topográfico).....	40
14.4.	Coeficientes de rugosidad de Manning.....	41
14.5.	Caudales máximos usados para alimentar el modelo:	42
15.	MODELACIÓN HIDRÁULICA PARA DETERMINAR LAS PLANICIES DE INUNDACIÓN DEL CANAL DE LA QDA. LA GALLINAZA.....	42
15.1.	Descripción del modelo HEC-Ras	42
15.2.	Corrida del modelo HEC-Ras	43
15.3.	Metodología de análisis	43
15.4.	Resultados de las corridas de la modelación del tramo de la quebrada La Gallinaza en condiciones originales (Fase 1).....	44
15.5.	Resultado de las corridas de la modelación del tramo de la quebrada La Gallinaza Fase 2 con las modificaciones propuestas del terreno:.	51
16.	ANÁLISIS DE MAREAS y cambio climático:.....	58
17.	RESULTADOS Y CONCLUSIONES:	65
18.	RECOMENDACIONES:.....	65
19.	BIBLIOGRAFÍA:	67
	ANEXOS:.....	68
	Anexo 1: Secciones del levantamiento hidrotopográfico de la quebrada La Gallinaza utilizadas para la modelación	69
	Anexo 2: Informe de levantamiento hidro topográfico	70
	Anexo 3: Informe de Inspección a sitio por el Consultor	85
1.	ANTECEDENTES:.....	88
2.	OBJETIVOS DE LA INSPECCIÓN:	88
3.	DESCRIPCIÓN EL PROYECTO.....	88
4.	INSPECCION AL SITIO:.....	89
5.	DETALLE DE LA INSPECCIÓN:	91

RESULTADOS:	94
--------------------------	-----------

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localización regional del proyecto “Colegio Costa Sur”	3
Figura 2. Localización del proyecto dentro del Corregimiento de Don Bosco.	4
Figura 3. Red de drenaje de la cuenca del Río Juan Díaz – Microcuenca Qda. La Gallinaza	8
Figura 4. Mapa de textura del suelo de la microcuenca de la Qda. La Gallinaza y del área del proyecto.	15
Figura 5. Capacidad agrológica de los suelos en la microcuenca de la Qda. La Gallinaza.	19
Figura 6. Mapa de cobertura y usos de los suelos.	24
Figura 7. Nomograma de Zonas de Vida según Holdridge.	26
Figura 8. Mapa de Zonas de Vida según Holdridge.	27
Figura 9. Mapa de Isoyetas de la microcuenca de la Qda. La Gallinaza	30
Figura 10. Mapa de ubicación de estaciones meteorológicas e hidrológicas de las cuencas vecinas.	32
Figura 11. Extracto del mapa con la ubicación de la cuenca hidrográfica 144 del río Juan Díaz.	35
Figura 12. Esquema de modelación hidráulica de la qda. La Gallinaza.	39
Figura 13. Localización de las secciones transversales dentro del proyecto Colegio Costa Sur en la quebrada La Gallinaza.	41
Figura 14. Salida del perfil de la quebrada La Gallinaza para un periodo de retorno de 1 en 50 años.	45
Figura 15. Sección Transversal 700.00 donde inicia el lote del proyecto en la quebrada La Gallinaza para un periodo de retorno de 1 en 50 años.	46
Figura 16. Salida del perfil de la quebrada La Gallinaza para un periodo de retorno de 1 en 100 años.	50
Figura 17. Sección Transversal 700.00 donde inicia el lote del proyecto en la quebrada La Gallinaza para un periodo de retorno de 1 en 100 años. NAME 4.34 msnm.	51
Figura 18. Salida del perfil de la quebrada La Gallinaza con dique relleno para un periodo de retorno de 1 en 50 años.	53
Figura 19. Sección Transversal 700.00 de La Gallinaza con talud relleno de 6.50 msnm para un periodo de retorno de 1 en 50 años. NAME 4.49 msnm.	54

Figura 20. Salida del perfil de la qda. La Gallinaza con talud relleno de 6.50 msnm para un periodo de retorno de 1 en 100 años.	56
Figura 21. Elevación del NAME 4.62 msnm para un periodo de retorno de 1 en 100 años con relleno talud de 6.50 msnm. Sección transversal 700.0.	57
Figura 22. Análisis de Frecuencia de Mareas en metros sobre el nivel medio del mar.....	58
Figura 23. Salida del perfil de la qda. La Gallinaza con talud relleno de 6.50 msnm más marea para un periodo de retorno de 1 en 50 años.	60
Figura 24. Sección Transversal 700.00 con talud relleno de 6.50 msnm más marea para un periodo de retorno de 1 en 50 años. NAME 4.45 msnm.....	61
Figura 25. Salida del perfil de la qda. La Gallinaza con talud relleno de 6.50 msnm más marea para un periodo de retorno de 1 en 100 años.	63
Figura 26. Sección Transversal 700.00 con talud relleno de 6.50 msnm más marea para un periodo de retorno de 1 en 100 años. NAME 4.56 msnm.....	64

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Distribución Política Administrativa de la Cuenca del Río Juan Díaz y entre el río Juan Díaz y Pacora (144)	6
Tabla 2. Formaciones geológicas de la subcuenca del río Juan Díaz.	10
Tabla 3. Distribución de los tipos de textura en los suelos de la subcuenca del río Juan Díaz.....	13
Tabla 4. Clases de suelo según su capacidad de uso.	18
Tabla 5. Cobertura Boscosa y Uso de Suelo del área de estudio.....	20
Tabla 6.. Distribución de las Zonas de Vida presentes en la subcuenca.	26
Tabla 7. Distribución de las Zonas de Vida presentes en la microcuenca de la Gallinaza.	26
Tabla 8. Estaciones Hidrométricas de la Cuenca 144 del río Juan Díaz y entre el río Juan Díaz y Pacora.	31
Tabla 9. Estaciones Meteorológicas de la Cuenca 144 del río Juan Díaz y entre el río Juan Díaz y Pacora.....	31
Tabla 10. Ecuaciones para determinar el caudal máximo para las distintas zonas del país con sus tablas de distribución de frecuencias.	36
Tabla 11. Tablas con las frecuencias de distribuciones para obtener los caudales máximos para distintos Tr.....	37
Tabla 12. Caudal Máximo según Tr en años	38
Tabla 13. Salida Modelación Hidráulica del qda. La Gallinaza para Tr 50 años en condición original.	44
Tabla 14. Salida Modelación Hidráulica de la qda. La Gallinaza para Tr 100 años en condición original del terreno.	47
Tabla 15. Salida Modelación Hidráulica de la quebrada La Gallinaza con relleno para Tr 50 años.....	52
Tabla 16. Salida Modelación Hidráulica de la quebrada La Gallinaza con talud para Tr 100 años.....	55
Tabla 17. Salida Modelación Hidráulica del qda. La Gallinaza para Tr 50 años (con relleno+marea).....	59
Tabla 18. Salida Modelación Hidráulica del qda. La Gallinaza para Tr 100 años (con relleno+ marea).....	62

1. INTRODUCCIÓN

La elaboración del Estudio hidrológico e hidráulico del canal de la quebrada La Gallinaza, ha sido desarrollado para el proyecto: Colegio Balboa Academy - Costa Sur, cuyo promotor es BALBOA ACADEMY PANAMÁ, S.A.

El objetivo principal del estudio hidrológico es determinar los caudales de diseño para periodos de retorno de 50 y 100 años, para alimentar el modelo hidráulico que nos permitirá calcular los niveles de aguas máximas extraordinarias (NAME), delimitar las planicies de inundación del afluente y conocer los niveles de terracerías seguras para proponer la altura final para el diseño y construcción del proyecto.

Para el análisis se revisaron los datos meteorológicos de la zona bajo estudio, se identificaron las estaciones de precipitación, formación geológica, cobertura boscosa entre otros. Para la hidrología se estimaron parámetros como superficie de drenaje de la microcuenca, red de drenaje, superficie de drenaje, el caudal de diseño para periodos de retorno de 50 y 100 años, para el canal de la quebrada La Gallinaza.

El informe contiene la descripción general de la cuenca hidrográfica 144 (Cuenca del río Juan Díaz y entre el río Juan Díaz y Pacora) y de la microcuenca de la quebrada La Gallinaza, en donde se incluyen aspectos como la localización y descripción general del área, cálculo de caudal máximo de diseño, modelación hidráulica para determinar las planicies de inundación y terracería segura del canal estudiado.

Finalmente, se presentan los resultados obtenidos, las conclusiones y recomendaciones.

2. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DEL PROYECTO “COLEGIO COSTA SUR”

El Proyecto denominado “COLEGIO BALBOA ACADEMY - COSTA SUR”, se encuentra localizado geográficamente en las coordenadas 79°24'46.37" de longitud Oeste y 9° 1'45.58" de latitud Norte, ubicado al final de la Avenida de Los Colegios de la Urbanización La Marina, Corregimiento de Don Bosco, Ciudad de Panamá, aproximadamente a 15 km en línea recta al este de la ciudad de Panamá. Ver Figura 1, Mapa de localización regional del proyecto.

La finca No.249065, es propiedad de Hale Holding, S.A. y cuenta con un total de 79,505.00 m², ubicada entre el complejo residencial Costa Mare y la ribera Oeste del canal de la quebrada La Gallinaza.

El nuevo corregimiento de Don Bosco fue creado mediante la Ley N° 42 (De miércoles 31 de mayo de 2017) QUE CREA EL CORREGIMIENTO DON BOSCO, SEGREGADO DEL CORREGIMIENTO DE JUAN DÍAZ, DISTRITO DE PANAMÁ con una superficie de 16.83 Km². Limita al Norte con los corregimientos de Pedregal y Juan Díaz; al Sur con la Bahía de Panamá; al Este con los corregimientos de Mañanitas, Tocumen y Pacora y al Oeste con el corregimiento de Juan Díaz.

De acuerdo con los datos recolectados en el último Censo Poblacional de la República de Panamá del año 2023, la población del corregimiento de Don Bosco es de 49906 habitantes, consolidándose como un corregimiento con una densidad poblacional alta: 2965.5 hab/km².

El objetivo del proyecto es la construcción de un colegio privado denominado Proyecto “COLEGIO COSTA SUR” a desarrollarse dentro de una superficie de 79,505.00 m², conformado por la finca:

- Folio Real N° 249065, documento 802815, Propiedad de HALLE HOLDING INC., con una superficie de 7 ha + 9505 m² 00 dm².

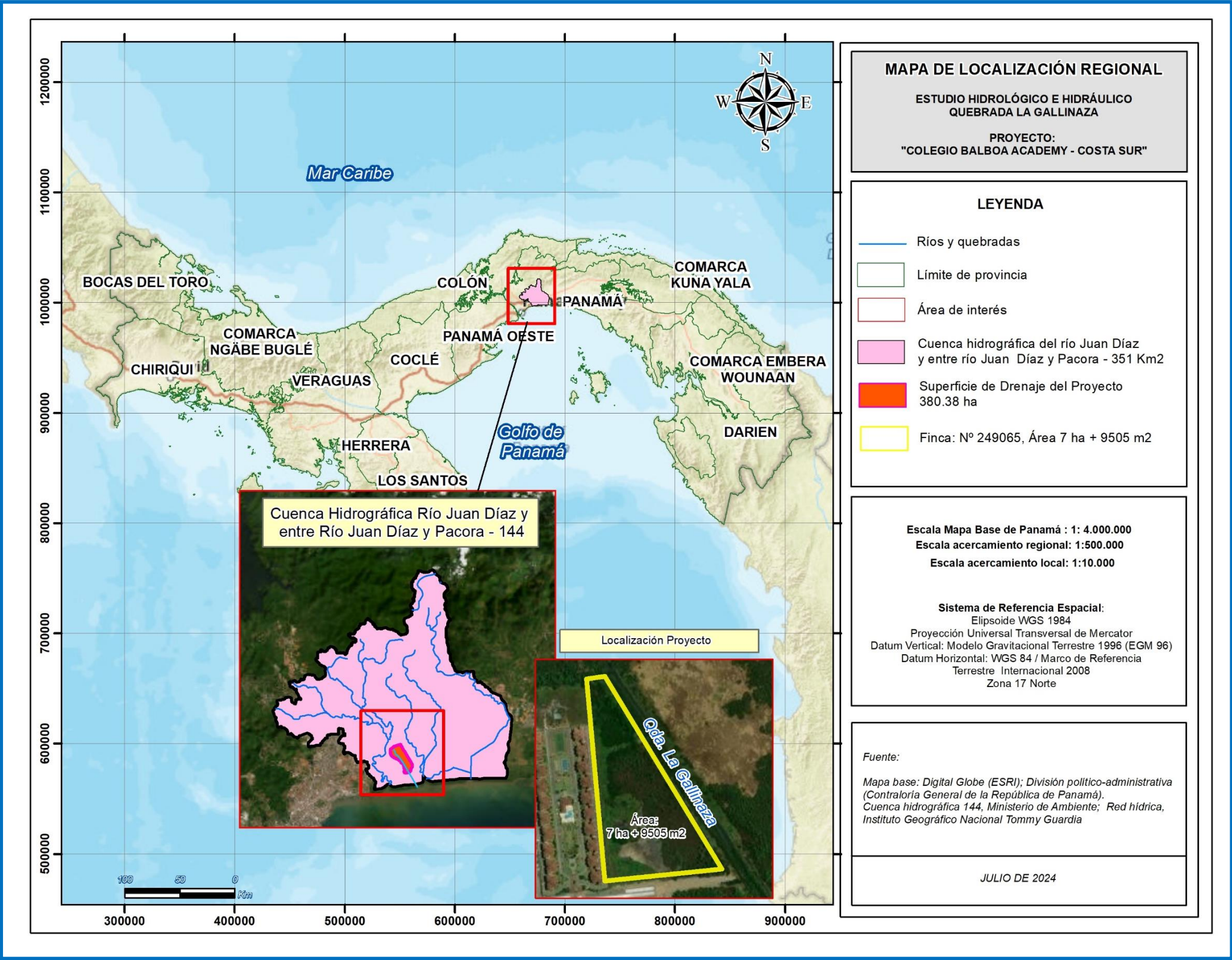


Figura 1. Mapa de localización regional del proyecto "Colegio Costa Sur".
Fuente: Desarrollado por el Consultor, julio de 2024.

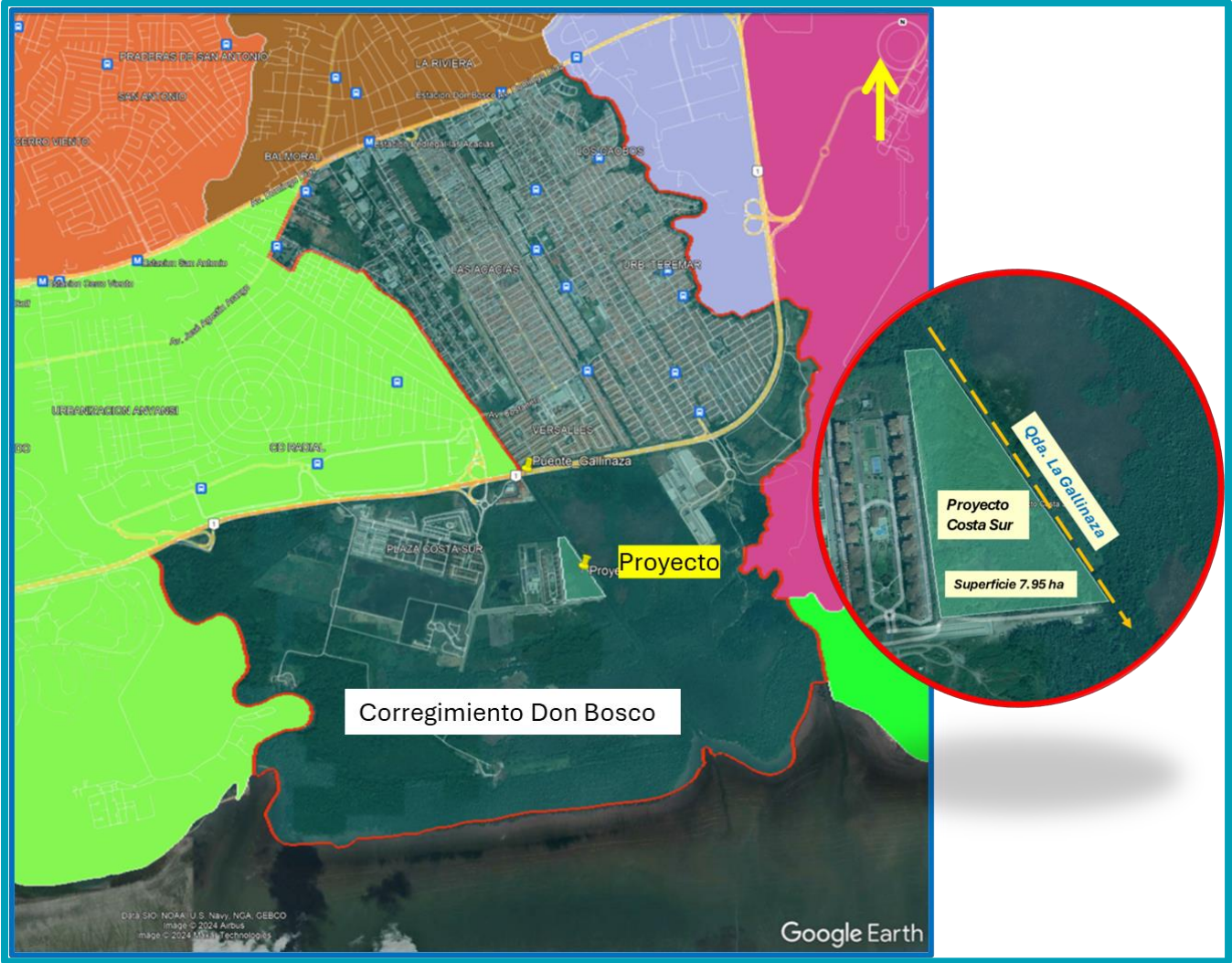


Figura 2. Localización del proyecto dentro del Corregimiento de Don Bosco.

Fuente: Desarrollado por el Consultor, julio de 2024.

3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA LA GALLINAZA

La microcuenca de la quebrada La Gallinaza que forma parte de la cuenca del río Juan Díaz, donde se localiza el proyecto Colegio Balboa Academy - Costa Sur y objeto de este estudio hidrológico e hidráulico, pertenece a la región hídrica del Pacífico Oriental. Esta región se extiende desde el este de la provincia de Panamá hasta la de Darién. Sus cursos de agua desembocan en el océano Pacífico y sus rangos de precipitación predominan entre los 1000 y 3000 mm. Forma parte de la cuenca hidrográfica del río Juan Díaz y entre el río Juan Díaz y Pacora, designada con el número 144 según el Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano (PHCA). Esta cuenca limita, al norte con la cuenca hidrográfica del Canal de Panamá o Cuenca del Río Chagres (115), al sur con el océano Pacífico, al este con la cuenca del río Pacora (146) y al oeste con la cuenca 142, entre los ríos Caimito y Juan Díaz.

3.1. Cuenca del río Juan Díaz y entre el río Juan Díaz y Pacora

La cuenca 144 del río Juan Díaz y entre el río Juan Díaz y Pacora, está localizada geográficamente en la vertiente del Pacífico, en la provincia de Panamá, entre las coordenadas 9° 00' y 9° 13' Latitud Norte y 79° 18' y 79° 34' Longitud Oeste. (ver Figura 1, Mapa de localización regional). Comprende una superficie total de drenaje superficial de 370 km² desde su nacimiento en Cerro Azul, hasta su desembocadura en el Océano Pacífico, con una longitud del cauce principal de 22 km. Según el Instituto Meteorológico e Hidrológico de Panamá (IMHPA), antes Dirección de Hidrometeorología de ETESA¹, la elevación media de la cuenca es de 90 msnm (Resumen Técnico Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá Periodo 1971-2006, 2008, p. 33); su punto más alto se encuentra en la parte noroeste de la cuenca, con una elevación de 800 msnm, en el área ubicada entre Cerro Azul y Cerro Jefe.

La topografía de la cuenca es accidentada con una pendiente media del 12.8%, estando el relieve compuesto por colinas y cerros bajos, tales como Cerro Bartolo,

¹ La Dirección de Hidrometeorología de ETESA, actualmente IMHPA, es el organismo oficial que administra y mantiene la red de estaciones hidrometeorológicas en el país.

Cerro Santa Cruz, Cerro El Brujo, Cerro Batea, Cerro Viento y Cerro Bandera. Tiene numerosas cascadas en la cuenca alta, lo cual favorece el rápido escurrimiento de las aguas superficiales y los consecuentes bajos tiempos de concentración.

Administrativamente la cuenca del río Juan Díaz y entre el río Juan Díaz y Pacora (144) pertenece a la provincia de Panamá, distribuida en dos (2) distritos y quince (15) corregimientos:

Tabla 1. Distribución Política Administrativa de la Cuenca del Río Juan Díaz y entre el río Juan Díaz y Pacora (144)		
PROVINCIA	DISTRITO	CORREGIMIENTO
PANAMÁ	SAN MIGUELITO	Omar Torrijos Herrera
		Belisario Frías
		José Domingo Espinar
		Arnulfo Arias Madrid
		Rufina Alfaro
	PANAMÁ	Pedregal
		Juan Díaz
		Las Cumbres
		24 de Diciembre
		Las Mañanitas
		Alcalde Díaz
		Ernesto Córdoba Campos
		Don Bosco
		Pacora
		Tocumen

3.2. Red de drenaje del Río Juan Díaz

La subcuenca del río Juan Díaz está localizada al oeste de la provincia de Panamá, cuenta con una superficie de drenaje de 144.65 kilómetros cuadrados hasta aguas abajo del puente sobre el Corredor Sur en el río Juan Díaz, el cauce principal tiene una longitud de 26.81 kilómetros desde el punto más alto hasta el punto más cercano al sitio del proyecto. Esta Subcuenca nace en Cerro Azul, a

una altitud de 691 msnm y desemboca en la Bahía de Panamá. Sus principales afluentes son los ríos Las Lajas, María Prieta, Naranjal, Palomo, la Quebrada Espavé y la Quebrada Malagueto. (*ver figura 3, cuenca del río Juan Díaz*).

Esta subcuenca se caracterizaba por presentar en su parte alta vegetación exuberante, pero debido a la presión del crecimiento demográfico y el proceso acelerado de urbanización, se ha incrementado la pérdida del mismo impactando significativamente la escorrentía superficial, por lo cual ha habido un cambio del coeficiente de escurrimiento (C), haciendo los terrenos casi impermeables lo cual causa la reducción del tiempo de concentración (T_c) y, por ende el aumento de los caudales pico con los consiguientes problemas de inundaciones repentinas.

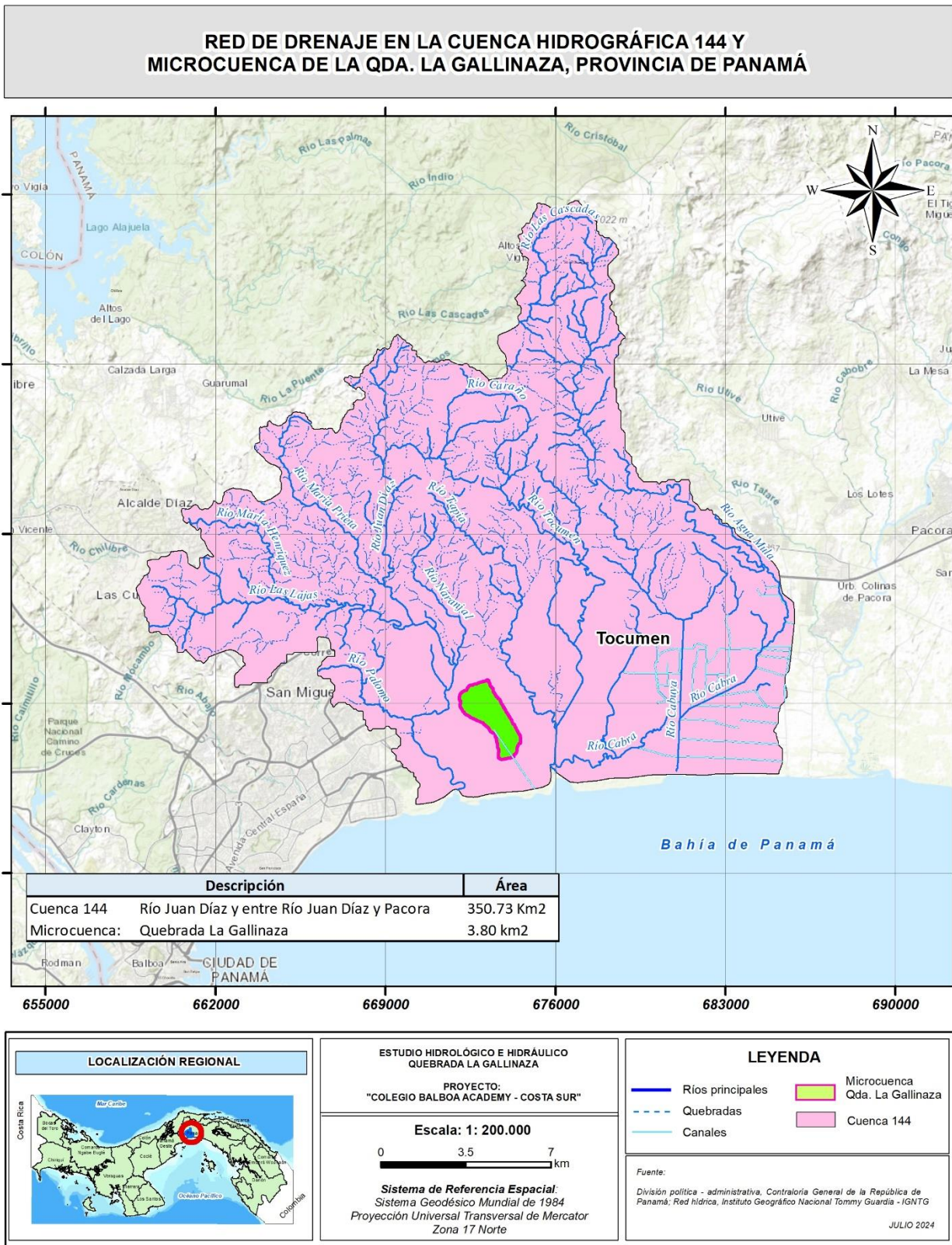


Figura 3. Red de drenaje de la cuenca del Río Juan Díaz – Microcuenca Qda. La Gallinaza

Fuente: Desarrollado por el Consultor, junio 2024.

4. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

En la subcuenca del río Juan Díaz se han identificado tres formaciones geológicas. La primera y más predominante pertenece al grupo Panamá, se identifica con el símbolo TO-PA y ha sido nombrada Panamá Fase Volcánica, las formaciones de este grupo geológico, contiene rocas del Terciario Oligoceno tanto volcánicas como sedimentarias tales como: Aglomerados, tobas continentales, areniscas, calizas, lutitas, conglomerados, piroclásticos, andesitas y basaltos. Las anotaciones geológicas, describen la heterogeneidad extrema, de los sedimentos que conforman el Oligoceno, estos sedimentos se han clasificado como pertinentes a dos distintos tipos: depósitos marinos y sedimentos terrestre, consistiendo los últimos de clásticos volcánicos, despojos y sedimentos marinos de aguas poco profundas.

La segunda en predominancia es la formación Mamóní (K-Coma), forma parte del grupo Colón y pertenece al periodo secundario, esta formación se encuentra en la parte alta de la subcuenca desde el nacimiento del río, hasta aproximadamente 300 metros en línea recta abajo de la confluencia con la quebrada Rincón Bellaco. Se caracteriza principalmente por la predominancia de rocas Granodioritas, dacitas, gabros, cuarzodioritas, sienitas, serpentinas, esquistos e intrusivos ultrabásicos.

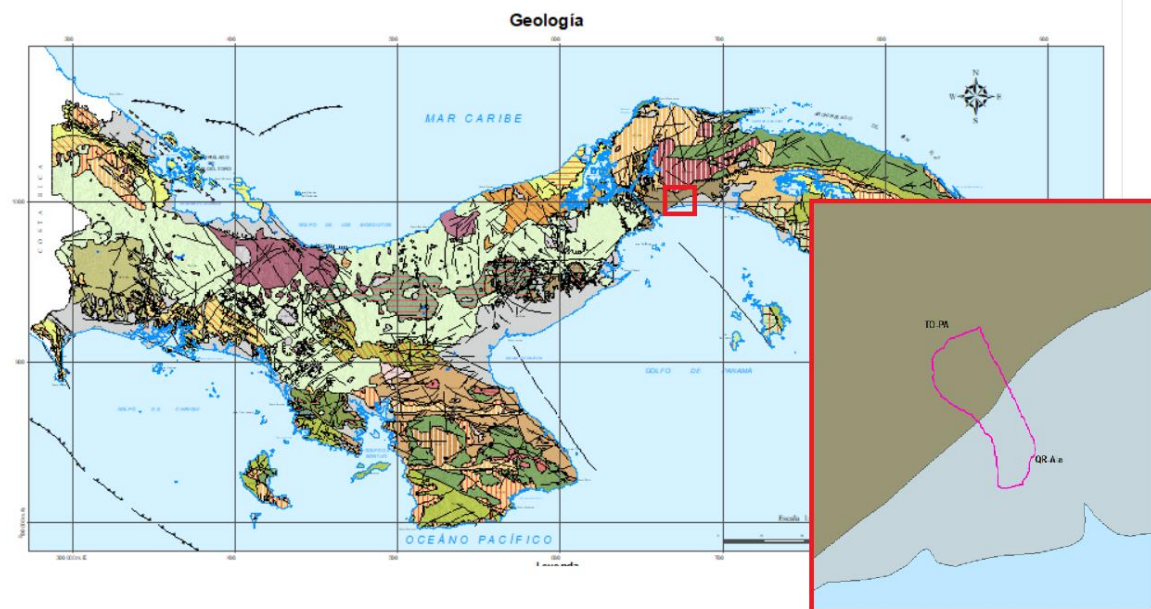
Por último, tenemos a la formación Gatuncillo (TE-G), la cual se encuentra en la vecindad del lago Alajuela y se estima que tiene espesores entre 150 y 800 m.

Tabla 2. Formaciones geológicas de la subcuenca del río Juan Díaz.					
Grupo	Formación	Símbolo	Formas	Significado	Área (km ²)
Panamá	Panamá (f. Volc)	TO-PA	Volcánicas	Andesita, aglomerado, tobas de rango fino, conglomerado depositado por corrientes	8063.22
Colón	Mamoní	K-Coma	Plutónicas	Cuarzodioritas, granodioritas y sienitas	6050.92
	Gatuncillo	TE-G	Sedimentarias	Esquistos arcillosos, lutitas, arenisca de cuarzo, caliza argácea y foraminífera.	347.86
TOTAL					14462.01

En la Microcuenca de la quebrada La Gallinaza, la distribución de las formaciones geológicas sobre la superficie de drenaje se presenta de la siguiente manera:

PERIODO	GRUPO	FORMACION	SIMBOLO	FORMAS	LEYENDA	ha
Cuaternario	Aguadulce	Las Lajas	QR-Ala	Sedimentarias	Aluviones, sedim. consolidada., areniscas, corales, mangl., conglome., lutitas carb., dep. tipo delta.	159.42
Terciario	Panamá	Panamá (f. volc.)	TO-PA	Volcánicas	Andesita, aglomerado, tobas de grano fino, conglomerado depositado por corrientes.	220.96

En la siguiente imagen se puede apreciar dicha distribución, evidenciándose un 42% de la superficie compuesta por la formación Las Lajas (QR-Ala), contra un 58% de formación TO-PA.

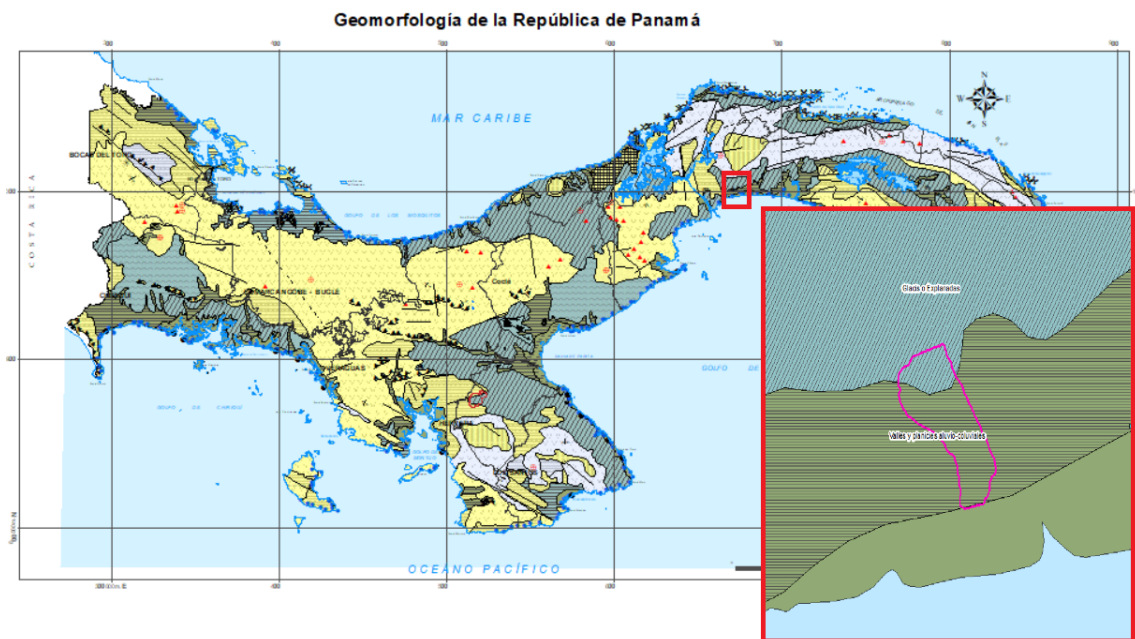


En cuanto a geomorfología se refiere, la superficie de drenaje de la subcuenca del río Juan Díaz está conformada en su mayoría por glacia o explanadas del cuaternario antiguo y medio, sin embargo, existen en menor proporción formaciones de Rocas ígneas extrusivas (basalto, andesita, toba, ignimbrita), Rocas Sedimentarias (Caliza, Lutita, Conglomerado, Arenisca) y rocas ígneas intrusivas (granodiorita, cuarzo- monzonita, diorita, dacita) etc.

Por su parte la microcuenca de la quebrada La Gallinaza, esta conformada en su mayoría por Valles y planicies aluvio-coluviales del cuaternario reciente actual y en menor proporción, por glacia o explanadas del cuaternario antiguo y medio.

A continuación se muestra la distribución espacial de la geomorfología presente en el área de estudio:

TIPO	MORFO_CRO	FORMAS_POL	LITOLOGIA	ha
Tierra	Cuaternario Antiguo y medio	Glacia o Explanadas		94.53
Tierra	Cuaternario Reciente Actual	Valles y planicies aluvio-coluviales		284.79
Tierra	Cuaternario Reciente Actual			1.07



5. TEXTURA DE LOS SUELOS:

La FAO define como textura de suelo al contenido de partículas o las cantidades relativas de arena, limo y arcilla presentes en los mismos, además, indica que esta propiedad tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en él.

Estos son los tipos de texturas definidos de acuerdo con sus características:



En la tabla 3 se presenta la distribución de los tipos de textura en los suelos de la subcuenca del río Juan Díaz:

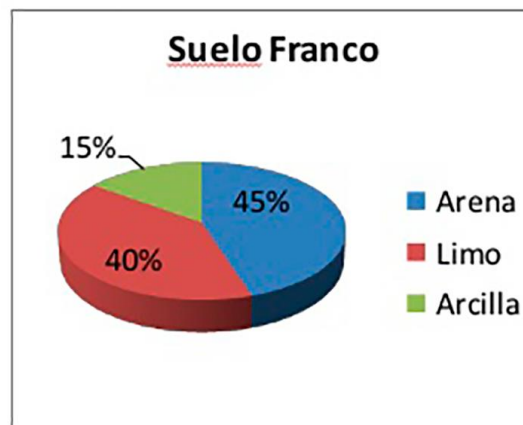
Tabla 3. Distribución de los tipos de textura en los suelos de la subcuenca del río Juan Díaz.		
Textura	Área (ha)	%
Franco	6216.786	42.98
Franco Arcillo Arenoso	2954.135	20.42
Franco Arenoso	3546.906	24.52
Franco Arcilloso	1747.875	12.08
TOTAL	14465.702	100

Fuente: Tabla generada por el Consultor con datos del IDIAP (Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá), 2006. Proyecto: "Zonificación de suelos de Panamá por niveles de nutrientes"

Como se observa en la tabla anterior, en la subcuenca del río Juan Díaz existe una predominancia por los suelos francos, generalmente estos suelos contienen más nutrientes, humedad y humus que los suelos arenosos, tienen mejor drenaje e infiltración de agua y aire que los suelos ricos en limo y arcilla, y son más fáciles de cultivar que los suelos arcillosos. Cada uno de los diferentes tipos de suelos francos tiene características ligeramente diferentes, con algunos líquidos drenando más eficientemente que otros. La textura del suelo, especialmente su capacidad para retener nutrientes y agua, son cruciales. El suelo franco es adecuado para cultivar la mayoría de las variedades de plantas.

En la superficie de drenaje de la microcuenca de la Quebrada La Gallinaza, se tiene la presencia de suelos de tipo Franco – arenosos en un 100%, lo que representa un total de 380.38 hectáreas. Dentro de sus características se mencionan su baja capacidad para retener nutrimentos y agua debido a que presentan poros grandes que facilitan la lixiviación de estos y la volatilización de nitrógeno nítrico, lo que genera en ellos una limitante en la productividad, que condicionan el crecimiento del volumen radical de las plantas, y limitada capacidad de intercambio catiónico.

La imagen presentada a continuación muestra la distribución de materia orgánica, arena, limoarcilla y poros (macroporos y microporos) en un suelo franco arenoso:



Fuente: Textura del suelo franco, Agro Krebs. 2020.

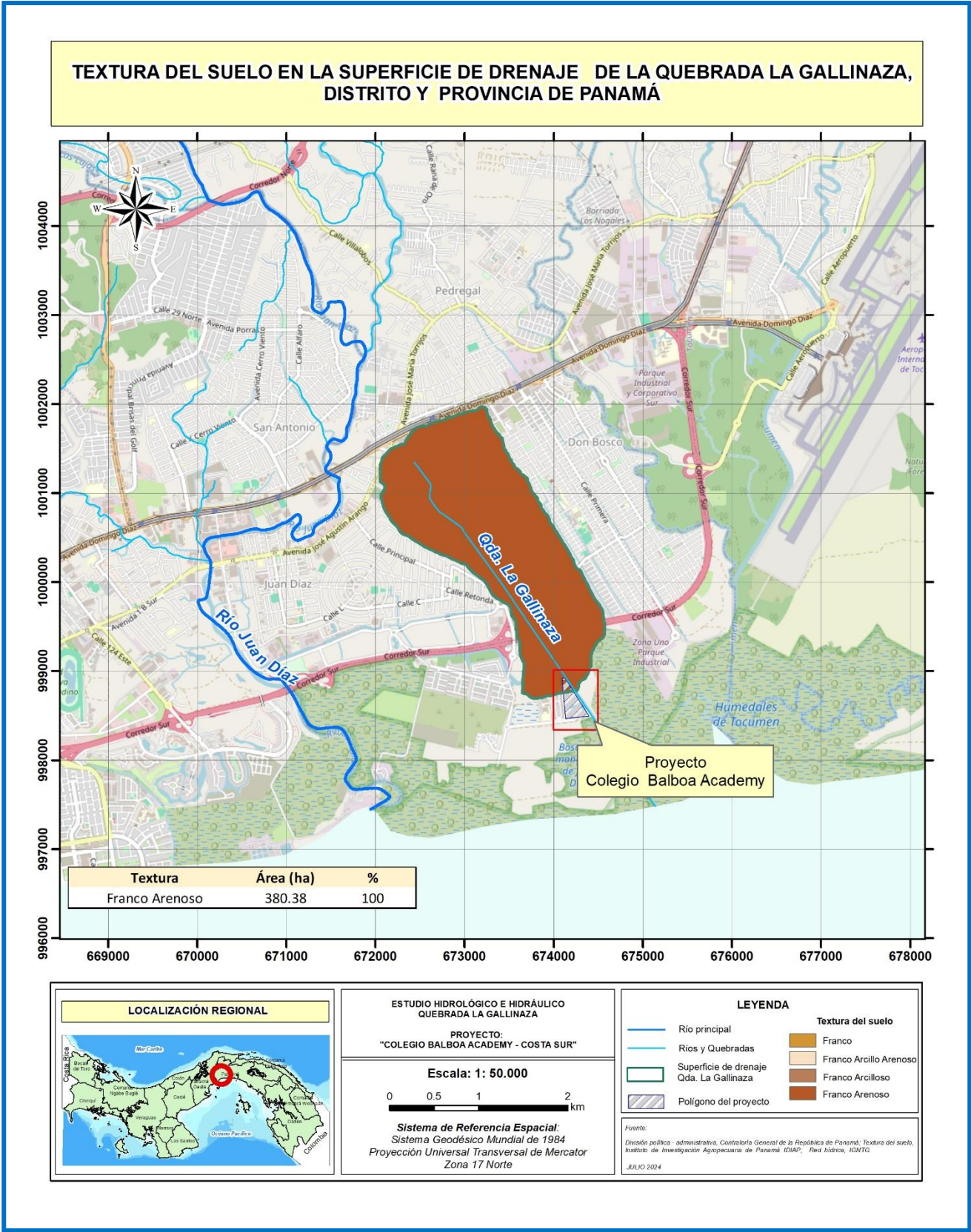


Figura 4. Mapa de textura del suelo de la microcuenca de la Qda. La Gallinaza y del área del proyecto.

Fuente: Desarrollado por el Consultor, julio 2024.

6. CAPACIDAD AGROLÓGICA DEL SUELO

Los suelos se clasifican en ocho clases de tierras y se designan con números romanos, que van del I al VIII. Las tierras de Clase I son las tierras óptimas, es decir, que no tienen limitaciones y a medida que aumentan las limitaciones se designan progresivamente con números romanos hasta la Clase VIII. Las tierras de las Clases I a IV son de uso agrícola. Las Clases II y III tienen algunas limitaciones, y la Clase IV es marginal para la agricultura. Las Clases V, VI y VII son para uso forestal, frutales o pastos. La Clase VIII son tierras destinadas a parques, áreas de esparcimiento, reservas y otras.

Los suelos de la subcuenca del río Juan Díaz se clasifican en cuatro clases, según su capacidad de uso (*Ver Figura 6. Capacidad agrológica de los suelos en la subcuenca del Juan Díaz*):

- **CLASE III Arable, severas limitaciones en la selección de las plantas:** Las tierras de esta clase son aptas para la producción de cultivos anuales. Pueden utilizarse además en las mismas actividades indicadas en la clase anterior. Los terrenos de esta clase presentan limitaciones severas que, restringen la selección de cultivos o incrementan sustancialmente los costos de producción. Requiere conservación especial.
- **CLASE VI No arable, con limitaciones severas:** Los terrenos de esta clase son aptos para la actividad forestal (plantaciones forestales). También se pueden establecer plantaciones de cultivos permanentes arbóreos tales como los frutales, aunque estos últimos requieren prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos (terrazas individuales, canales de desviación, etc.) Son aptos para pastos. Otras actividades permitidas en esta clase son el manejo del bosque natural y la protección. Presentan limitaciones severas.
- **CLASE VII No arable, con limitaciones muy severas:** Esta clase es apta para el manejo del bosque natural, además de protección. Las limitaciones son tan severas que ni siquiera las plantaciones forestales son recomendables en los terrenos de esta clase. Cuando existe bosque en estos terrenos se deben

proteger para provocar el reingreso de la cobertura forestal mediante la regeneración natural. En algunos casos y no como regla general es posible establecer plantaciones forestales con relativo éxito y también pastos.

- **CLASE VIII No arable, con limitaciones que impiden su uso en la producción de plantas comerciales.** Los suelos y áreas misceláneas tienen limitaciones que impiden su uso para producción comercial de plantas y los restringen, principalmente, a recreación, refugio de vida silvestre, provisión de agua y uso estético.

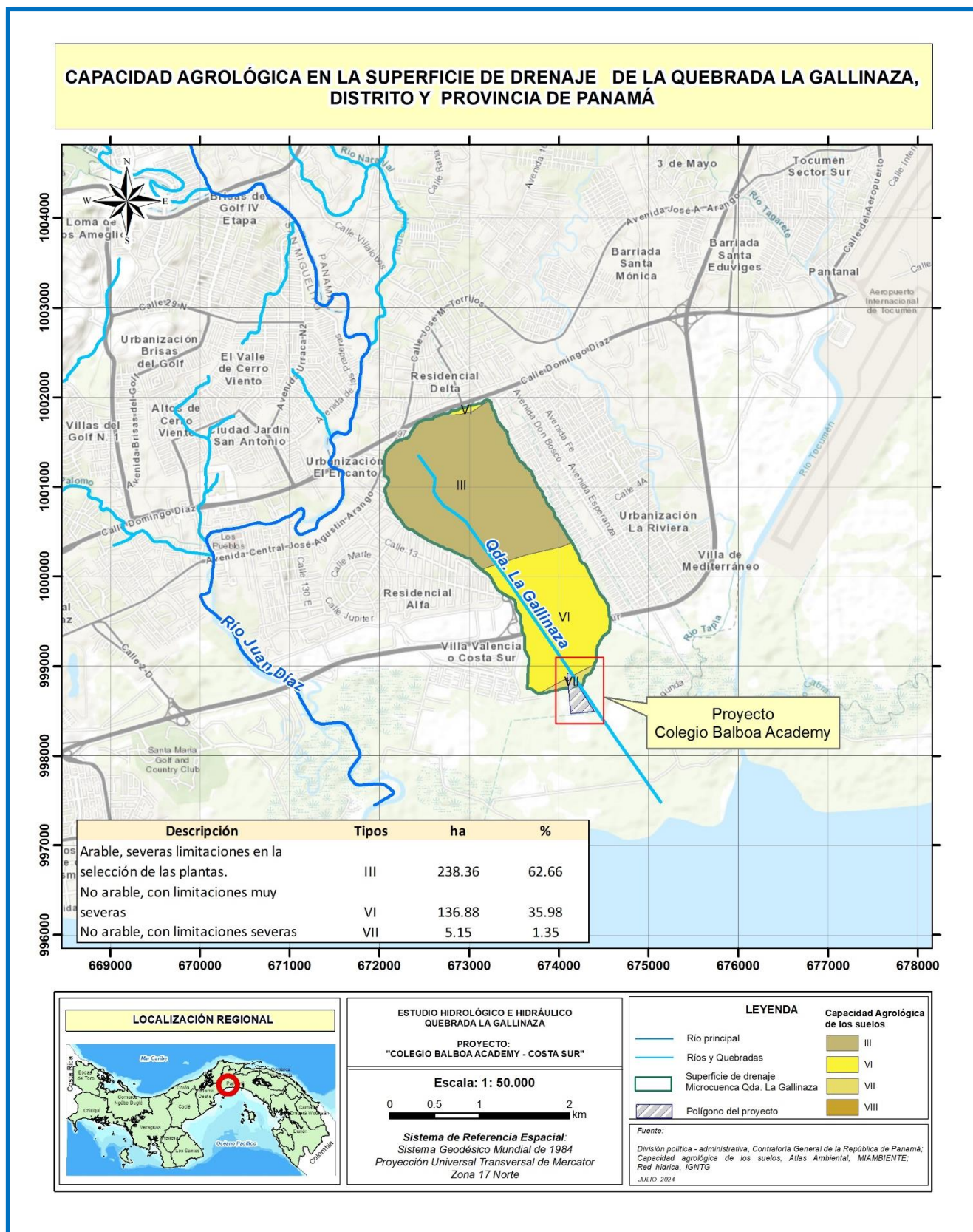
En la tabla 4 se muestra la superficie de área en hectáreas cubierta por cada una de las categorías de capacidad de uso de la tierra, descritas anteriormente.

Clases de suelo según su capacidad de uso.			
Tipos	Descripción	ha	%
III	Arable, severas limitaciones en la selección de las plantas.	1958.807	13.5
VI	No arable, con limitaciones severas.	6367.404	44.0
VII	No arable, con limitaciones muy severas.	5304.953	36.7
VIII	No arable, con limitaciones que impiden su uso en la producción de plantas comerciales.	834.538	5.8
TOTAL		14465.702	100

De estas categorías anteriormente descritas, 3 se encuentran presentes en la superficie de drenaje de la Qda. La Gallinaza (ver la tabla 4, se muestra la superficie de área en hectáreas cubierta por cada una de las categorías de capacidad de uso de la tierra, descritas anteriormente).

Tabla 4. Clases de suelo según su capacidad de uso.

Tipos	Descripción	ha	%
III	Arable, severas limitaciones en la selección de las plantas.	238.36	62.66
VI	No arable, con limitaciones muy severas	136.88	35.98
VII	No arable, con limitaciones severas	5.15	1.35
TOTAL		380.38	100



7. COBERTURA BOScosa Y USOS DEL SUELO:

La cobertura y/o uso del suelo en la subcuenca del río Juan Díaz, tiene una relación directa con las variables de elevaciones, clima y tipo de suelo.

De acuerdo con la información oficial del sistema de clasificación de la cobertura y uso de la tierra para el sistema nacional de monitoreo de los bosques, realizado por el Ministerio de Ambiente de la República de Panamá (2012), en los suelos de la superficie de drenaje del río Juan Díaz existe una predominancia de uso del 35% de suelos en categoría de Áreas pobladas, 29% con destinación de uso de Bosque secundario, 15% a Bosques Maduros y en menor proporción 11 categorías más, las cuales se muestran en la siguiente tabla (*Ver Figura 7. Mapa de cobertura boscosa y uso del suelo*):

Tabla 5. Cobertura Boscosa y Uso de Suelo del área de estudio.		
CLASE O USO DEL SUELO	Área (ha)	%
Bosque de Mangle	1.05	0.007
Vegetación Baja Inundable	2.40	0.017
Playas y arenal natural	4.97	0.034
Afloramiento rocoso y suelo desnudo	6.36	0.044
Rastrojo	21.64	0.150
Bosque Plantado Latifoliado	56.73	0.392
Bosque Plantado de Coníferas	63.37	0.438
Superficie de Agua	100.33	0.694
Infraestructuras	227.91	1.577
Vegetación herbácea	705.36	4.879
Pasto	1614.35	11.168
Bosque Maduro	2268.69	15.694
Bosque Secundario	4309.45	29.811
Áreas Pobladas	5073.06	35.094
TOTAL	14455.68	100

Fuente: Ministerio de Ambiente, 2012

La superficie de drenaje de la Quebrada La Gallinaza, inmersa dentro de esta microcuenca, cuenta con la siguiente distribución de coberturas y usos del suelo, de acuerdo con la información suministrada por el Ministerio de ambiente:

Clases	ha	%
Bosque Secundario	28.81	7.57
Vegetación Baja Inundable	8.91	2.34
Pasto	7.45	1.96
Superficie de Agua	1.13	0.30
Áreas Pobladas	322.46	84.77
Infraestructuras	11.62	3.06

Como se puede apreciar, cerca del 85% de esta microcuenca ha sido intervenida y se encuentra dentro de la categoría de áreas pobladas, con muy poca presencia de bosques y de cualquier otra clase de cobertura.

A continuación, se describen las características de las categorías de cobertura y uso de los suelos encontrados dentro del área de estudio:

7.1. Bosque secundario

Bosque en un estado sucesional anterior al bosque maduro, que se desarrolló después de que toda o la mayoría de la vegetación original fue eliminada por actividades humanas y/o fenómenos naturales. Corresponde a estados sucesionales que no presentan características de rastrojo ni de bosque maduro.

El bosque secundario se caracteriza por:

- Mayor presencia de especies pioneras.
- Poca presencia de árboles con copas grandes.
- Mayor proporción del área basal concentrada en clases diamétricas medias y bajas.
- Mayor presencia de sotobosque.

El bosque secundario se distingue del rastrojo por tener una altura promedio mayor a 5 metros y una cobertura de dosel superior al 30 por ciento. Se considera también como bosque secundario a los rastrojos con altura menor a 5 metros que hayan sido declarados para fines forestales.

7.2. Vegetación baja inundable

Comprende áreas con vegetación baja localizadas principalmente en tierras bajas que permanecen inundadas durante la mayor parte del año, pueden estar constituidas por zonas de divagación de cursos de agua, pantanos, ciénagas, llanuras de inundación,

y depresiones naturales donde la capa freática aflora de manera permanente o estacional. Comprende hondonadas donde se recogen y naturalmente se detienen las aguas, con fondos más o menos cenagosos, pueden contener pequeños islotes arenosos y lodosos, de formas irregulares alargadas y fragmentadas. Se pueden encontrar cuerpos de agua, algunos con cobertura parcial de vegetación acuática.

7.3. Pastos

Tierra utilizada para producir forraje herbáceo, ya sea que éste crezca de manera natural o que sea cultivado.

7.4. Superficie de agua

Cuerpo y cauce de agua permanente o estacional, localizado en el interior del continente, que puede bordear o encontrarse adyacente a la línea de costa continental. En caso de cuerpos y cauces de agua estacionales, deben permanecer con agua mínimo 4 meses durante el año.

7.5. Área poblada

Área poblada urbana: Lugar poblado con 1500 o más habitantes y que partiendo de un núcleo central, presenta continuidad física en todas las direcciones, hasta ser interrumpida por terrenos no edificados. Reúne todas o la mayor parte de las siguientes características:

- Servicio de alumbrado eléctrico
- Acueducto público
- Sistema de alcantarillado
- Trazado de calles, varias de ellas pavimentadas y con aceras
- Edificios contiguos o alineados
- Uno o más colegios secundarios
- Establecimientos comerciales
- Centros sociales y recreativos

Área poblada rural: Lugar poblado con menos de 1500 habitantes que no cumpla con la mayoría de las características descritas para los poblados urbanos.

7.6. Infraestructura

Comprende los territorios cubiertos por infraestructura de uso exclusivamente comercial, industrial, de servicios y comunicaciones. Se incluyen tanto las

instalaciones como las redes de comunicaciones que permiten el desarrollo de los procesos específicos de cada actividad. Ejemplo: zonas industriales o comerciales, red vial, ferroviaria y terrenos asociados, zonas portuarias, aeropuertos, obras hidráulicas, redes de transmisión eléctrica, etc.

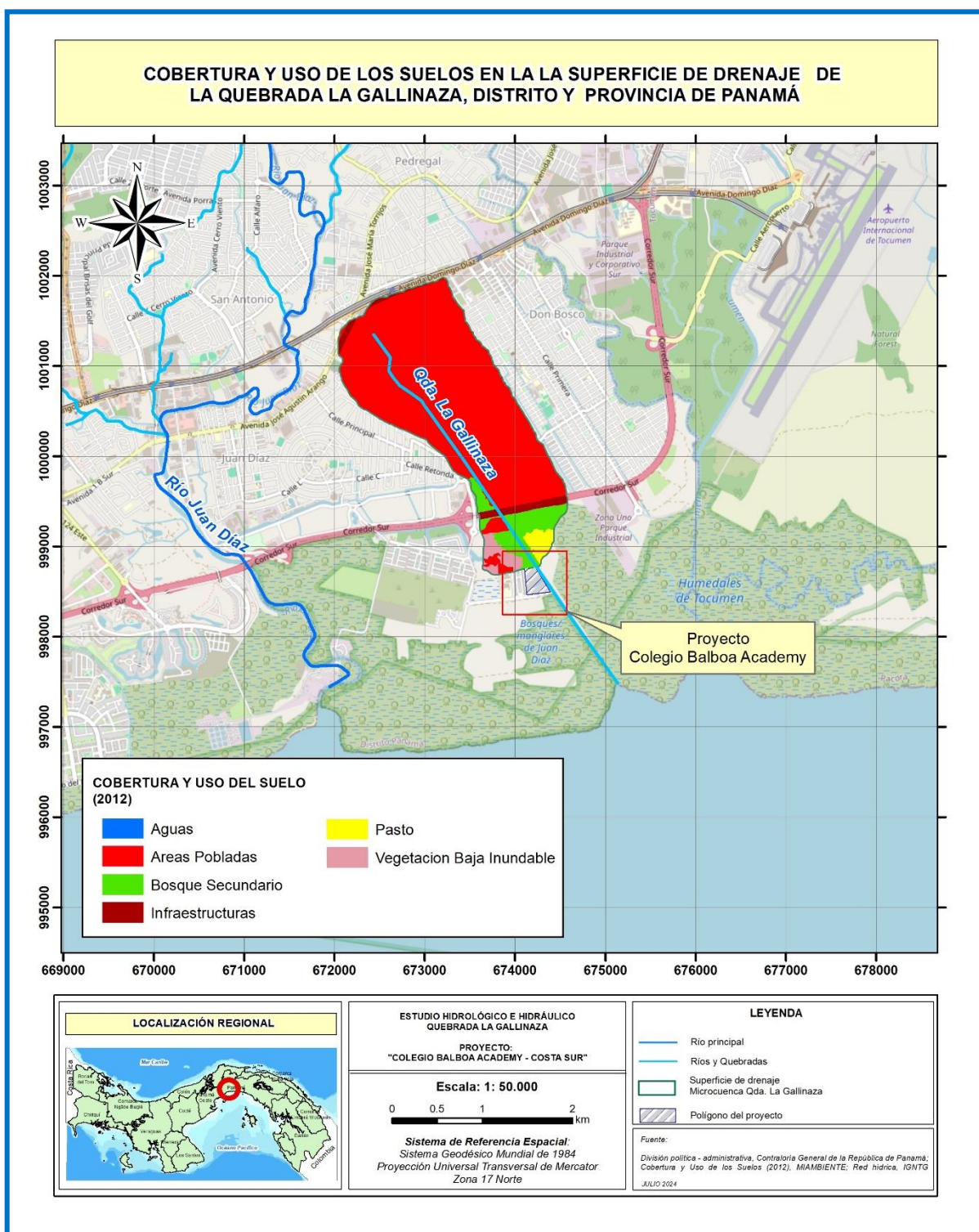


Figura 6. Mapa de cobertura y usos de los suelos.

Fuente: Desarrollado por el Consultor, julio 2024.

8. CLIMA

La República de Panamá cuenta con una superficie terrestre de 75517 km² y esta geográficamente localizado dentro de la zona de convergencia intertropical (cerca a la línea Ecuatorial), por lo que cuenta con un clima de tipo tropical, que se caracteriza por lluvias abundantes, bosques tropicales exuberantes y una gran riqueza y diversidad de especies, tanto de flora como de fauna.

En la región a lo largo de todo el año se presentan condiciones de temperatura muy regular. De acuerdo con el régimen de lluvias, el país tiene dos tipos de temporadas: la temporada seca y la lluviosa. La temporada seca se caracteriza por estar presente desde el mes de diciembre hasta finales del mes de marzo y/o mediados de abril, condicionada principalmente por los vientos alisios. La estación lluviosa que es la estación más prolongada del año se desarrolla desde finales del mes de abril hasta inicios de diciembre.

En cuanto régimen térmico se refiere, éste se ve afectado por las condiciones orográficas del relieve, lo que produce una disminución de la temperatura del aire con la elevación, afectándose también la circulación atmosférica. La temperatura media anual del país alcanza los 27°C.

De acuerdo con la clasificación climática de Alberto Mckay (2000) que se presenta en el Atlas Ambiental de la República de Panamá (2010); la subcuenca del río Juan Díaz, presenta un clima tropical con estación seca prolongada.

8.1. Clima tropical con estación seca prolongada

Este es un clima cálido y se caracteriza por presentar temperaturas medias de entre 27 a 28°C. Los totales pluviométricos anuales, siempre inferiores a 2500 mm son los más bajos de todo el país, los cuales llegan a 1122 en la provincia de Los Santos.

En la estación seca, se generan fuertes vientos, con predominio de nubes medias y altas, además hay baja humedad relativa y fuerte evaporación.

9. ZONAS DE VIDA SEGÚN HOLDRIDGE

De acuerdo con Holdridge: “Una zona de vida es un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, que se hacen teniendo en cuenta las condiciones edáficas, las etapas de sucesión y que tienen una fisonomía similar en cualquier parte del mundo”.

El sistema de zonas de vida de Holdridge permite la clasificación de dichas áreas en 30 clases, 12 de las cuales se encuentran en Panamá:

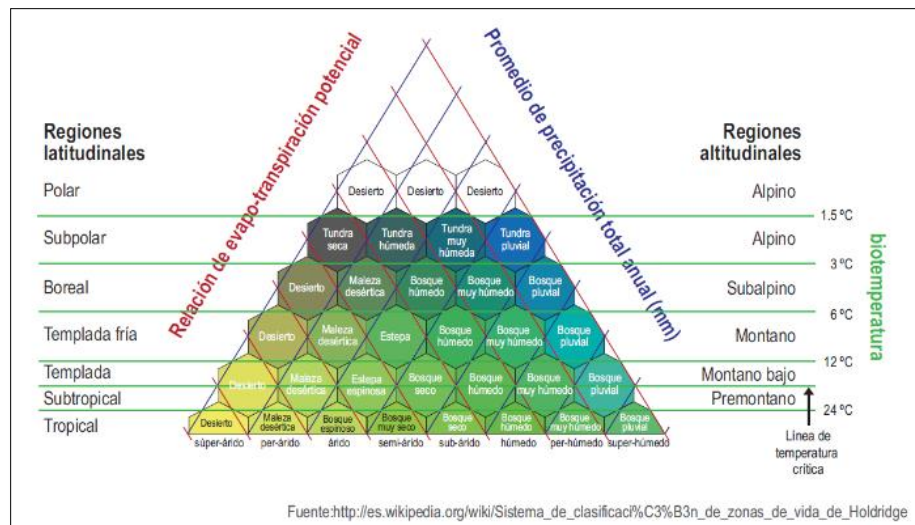


Figura 7. Nomograma de Zonas de Vida según Holdridge.

La subcuenca del río Juan Díaz se encuentra dentro de las siguientes zonas de vida:

Zona de Vida	Área (ha)	%
Bosque Húmedo Tropical	10862.5	75.091
Bosque Muy Húmedo Premontano	3083.8	21.318
Bosque Húmedo Premontano	519.4	3.590
TOTAL	14465.7	100

Sin embargo, en la microcuenca de la quebrada La Gallinaza, tenemos la presencia de dos de estas zonas de vida, las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

Zona de Vida	Nombre	ha	%
BHPM	Bosque Húmedo Premontano	258.32	67.9
BHT	Bosque Húmedo Tropical	122.06	32.1
TOTAL		380.39	100

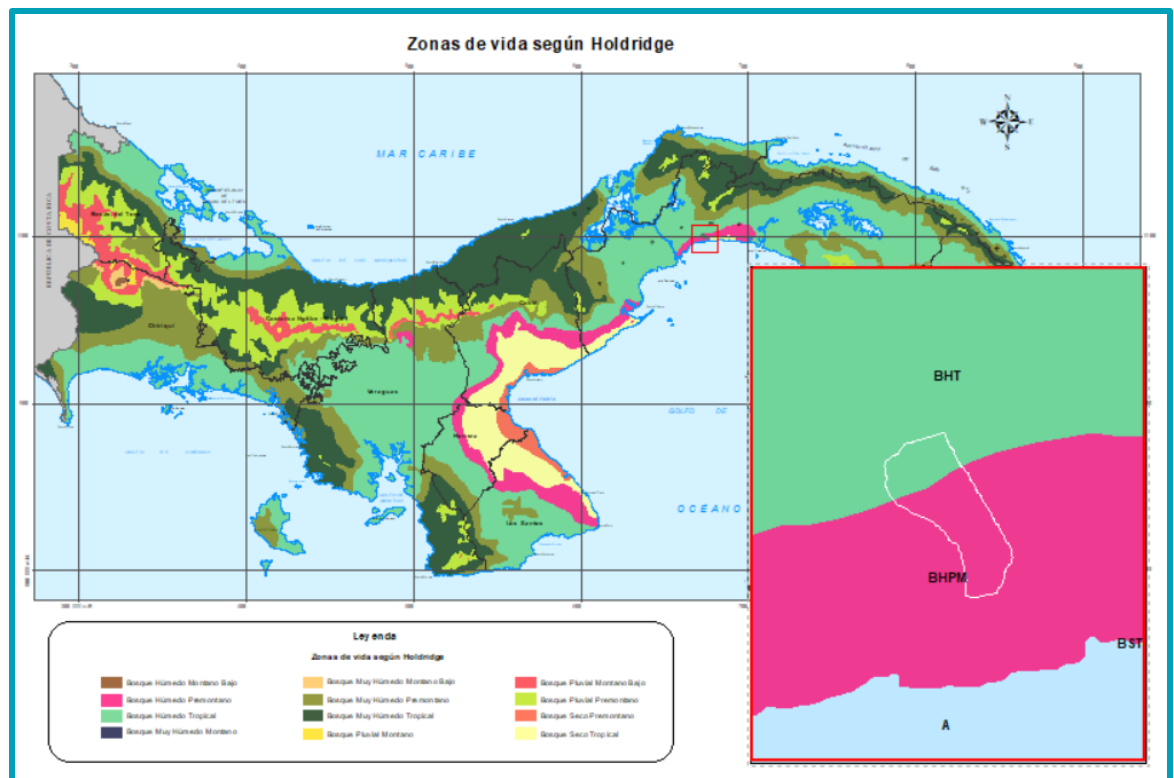


Figura 8. Mapa de Zonas de Vida según Holdridge.

Fuente: MiAmbiente 2024.

9.1. Bosque Húmedo Tropical:

Esta zona de vida ocupa una extensión total en el país de 24530 kilómetros cuadrados, correspondiente al 32% de la misma. Dentro de la subcuenca del río Juan Díaz es la zona de vida es la de mayor predominancia, ocupando el 75 % de la superficie total de la subcuenca.

Se encuentra presente tanto en la vertiente Atlántica como Pacífica del país, específicamente en las provincias de Panamá, Colón, Coclé, Darién, Chiriquí, Veraguas, Bocas del Toro y Los Santos. Es reemplazado por asociaciones del Premontano Húmedo en las tierras bajas con altitudes encontradas entre los 300 a 400 metros, o dependiendo de la rapidez con que aumente la precipitación con relación al descenso de la bio-temperatura debido a la elevación en la planicie interior y áreas montañosas por el Bosque Muy Húmedo tropical.

Se caracteriza porque en pendientes bajas y moderadas los cultivos permanentes se pueden alternar con pequeños campos cultivados a mano para la subsistencia local o para la venta (arroz, maíz). El pastoreo extensivo no es recomendado; mientras que en las pendientes fuertes que deberían estar reservadas para uso forestal o utilizarse para cultivos arbóreos permanentes (frutales u otras especies forestales), están siendo utilizadas para otros fines como la ganadería extensiva y la agricultura migratoria. La mayor parte de esta zona de vida al norte de la división continental se caracteriza por planicies de pendientes leves, ideales para el crecimiento de muchas especies forestales tropicales de valor comercial mundial, son tierras bien drenadas o que pueden drenarse transformándose en óptimas para la agricultura actual o futura para que queden disponibles para el uso forestal.

Sus temperaturas oscilan entre los 24 y 26 °C y su nivel de precipitación anual va de los 1850 a 3400 mm.

9.2. Bosque húmedo premontano

La zona de vida del Bosque Húmedo Premontano no está bien representada en Panamá. Entre las especies forestales nativas que prosperan aquí en las secciones de transición cálida son las que se desarrollan en el Bosque Seco Tropical y en el Bosque Húmedo Tropical y de valor comercial en el mercado como lo son: algarrobo (*Hymenaea courbaril*), caoba (*Swietenia macrophylla*), cedro espino (*Bombacopsis quinatum*), guayacán y robles (*Tabebuia chrysantha* y *T. pentaphylla*), corotú (*Enterolobium cyclocarpum*), quira (*Platymiscium pinnatum*), entre otras.

10. PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA

En Panamá y en la mayoría de los países tropicales, la precipitación atmosférica consiste casi en su totalidad de agua de lluvia, que es el resultado final del movimiento ascendente del aire, enfriado por expansión más allá del nivel de condensación del vapor de agua.

En la cuenca hidrográfica 144 del río Juan Díaz y entre el río Juan Díaz y Pacora se identifican dos temporadas bien definidas: la temporada seca que va de mediados de diciembre a mediados de mayo y la lluviosa que va desde mediados de mayo a mediados de diciembre.

La subcuenca del río Juan Díaz registra una precipitación media anual entre 1912 y 3000 mm. Los meses de mayor precipitación son octubre y noviembre y los de menor precipitación febrero y marzo. La esorrentía media anual está entre 800 y 1600 mm.

Las máximas precipitaciones en esta región están asociadas generalmente a sistemas atmosféricos bien organizados, como las ondas y ciclones tropicales, y la distribución estacional está asociada a la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT).

En la Figura 9, se presenta el Mapa de Isoyetas de la microcuenca de la quebrada La Gallinaza.

Hablando en términos del régimen térmico, Panamá se caracteriza por la ausencia de una estación fría, lo que hace que las condiciones térmicas sean bastante uniformes, de ahí que el factor determinante para denotar los cambios de temperatura es la altitud. Las temperaturas determinadas para esta subcuenca oscilan entre los 25 y 26°C.

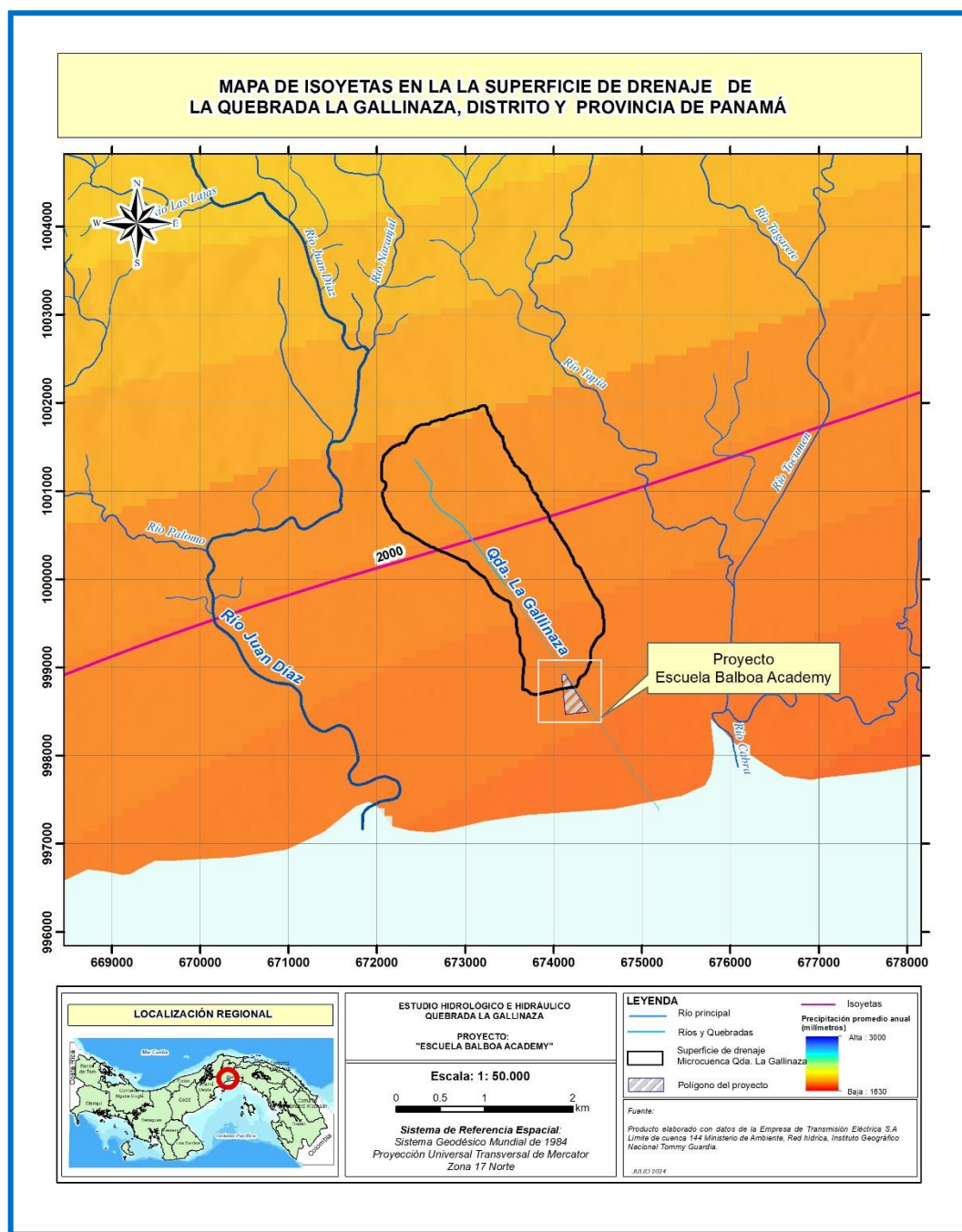


Figura 9. Mapa de Isoyetas de la microcuenca de la Qda. La Gallinaza

Fuente: Desarrollado por el Consultor, julio de 2024.

11. INFORMACIÓN METEOROLÓGICA E HIDROLÓGICA

La subcuenca del río Juan Díaz cuenta dentro de su superficie, con 2 estaciones meteorológicas y 1 hidrométrica. A continuación, se muestra la información relacionada con estas estaciones de medición pertenecientes a la cuenca hidrográfica entre el río Juan Díaz y el río Pacora. (cuenca 144) y sus áreas aledañas.

Con respecto a las estaciones meteorológicas, se cuenta con una estación cercana tipo A ubicada en el Aeropuerto de Tocumen. La distribución espacial de las estaciones meteorológicas que se encuentran cercanas y cuyo comportamiento tienen influencia dentro de la superficie de drenaje de la quebrada objeto de este estudio hidrológico e hidráulico se presenta en la Tabla 9 (*Ver Figura 10. Mapa de ubicación de estaciones meteorológicas e hidrológicas de la cuenca 144*).

Tabla 8. Estaciones Hidrométricas de la Cuenca 144 del río Juan Díaz y entre el río Juan Díaz y Pacora.

NÚMERO	RÍO	LUGAR	TIPO	ELEVACIÓN (m)	LATITUD	LONGITUD	FECHA INICIO
144-02-01	JUAN DIAZ	JUAN DIAZ	At	8	9° 03' 00"	79° 26' 00"	1/04/1957
144-03-01	CABRA	RANCHO CAFE	At	160	9° 08' 01"	79° 22' 57"	7/01/2005

Tabla 9. Estaciones Meteorológicas de la Cuenca 144 del río Juan Díaz y entre el río Juan Díaz y Pacora.

NÚMERO	NOMBRE	TIPO DE ESTACIÓN	ELEVACIÓN (m)	LATITUD	LONGITUD	FECHA INICIO
144-005	RANCHO CAFE	AA	160	9° 08' 01"	79° 22' 57"	31/12/2006
144-006	SE PANAMA 2	AA	45	9° 05' 40"	79° 27' 38"	1/07/2013
144-007	JUAN DIAZ LOS PUEBLOS	CC	12	9° 02' 55"	79° 26' 54"	13/04/2014
144-011	TOCUMEN 2	AA	38	9° 04' 56"	79° 24' 21"	17/12/2013

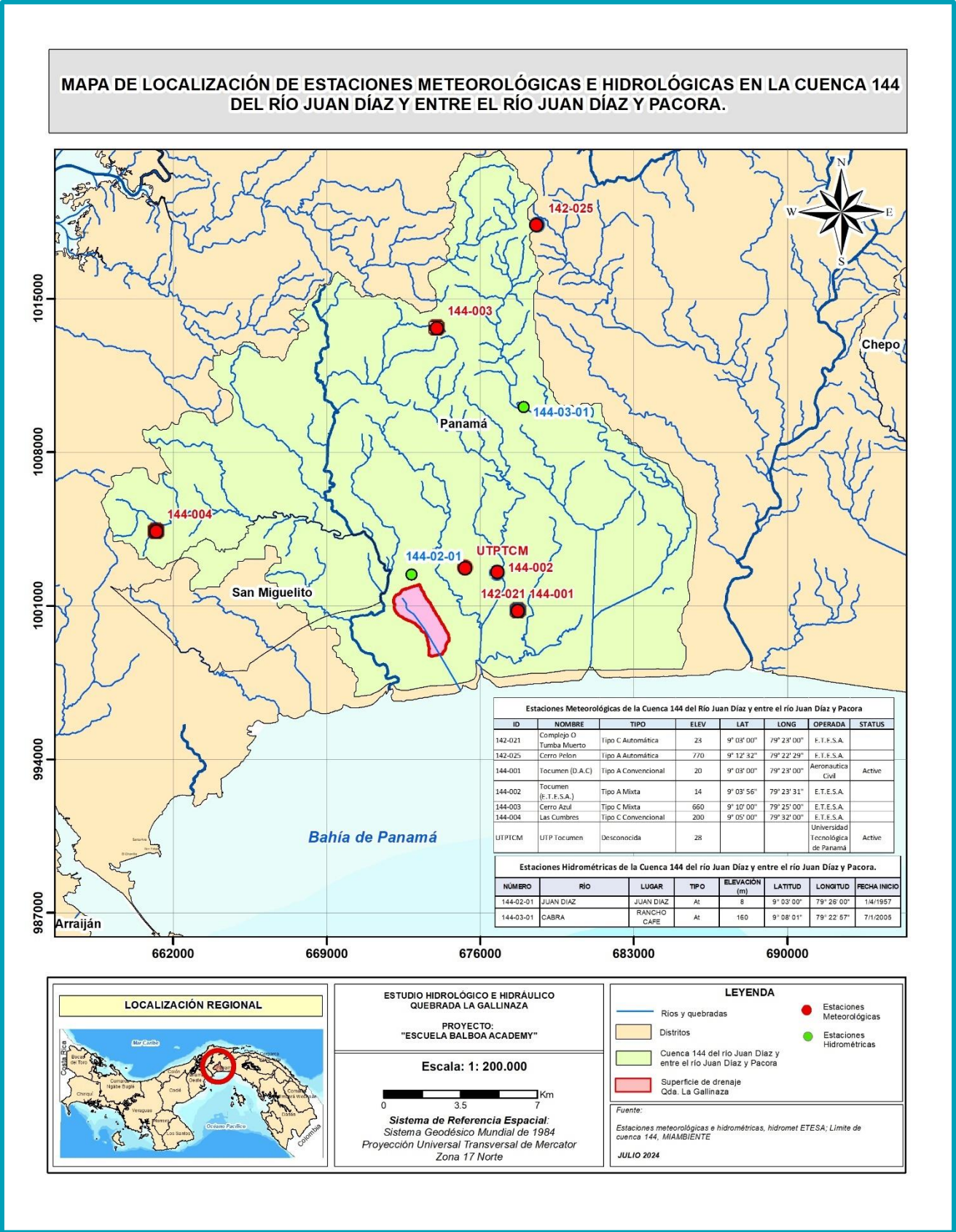


Figura 10. Mapa de ubicación de estaciones meteorológicas e hidrológicas de las cuencas vecinas.

Fuente: Desarrollado por el Consultor, julio de 2024.

12. ASPECTOS HIDROLÓGICOS:

El proyecto escolar “Colegio Balboa Academy-Costa Sur” el cual se localiza a aproximadamente a 1.2 kilómetros de la desembocadura de la quebrada La Gallinaza en la Bahía de Panamá, el terreno tiene influencia de las mareas del Pacífico lo que causa efecto un de remanso o “back water effect”. Este efecto consiste que cuando la marea está alta, el agua producto de las crecidas viaja hacia atrás o aguas arriba causando que la elevación del nivel de aguas máximas aumente con sus consecuentes inundaciones.

Cuando coincide la marea alta con una crecida extraordinaria de la quebrada La Gallinaza, se inundan ciertas áreas aguas arriba pero que son mitigadas por el efecto de amortiguamiento de los manglares.

El propósito del talud o relleno de terracería propuesta de aproximadamente 2.50 a 3.50 metros sobre el nivel de suelo natural hasta alcanzar 6.50 msnm, es que las crecidas no alcancen o sobrepasen los terrenos a edificar.

Hay que indicar, que actualmente la quebrada La Gallinaza ya ha sido intervenida mediante el enderezamiento y canalización de su cauce original. Por la razón expuesta se hace necesario modelar el comportamiento de los efectos de las crecidas y mareas altas cuando ambas coinciden.

13. CAUDAL MÁXIMO DE DISEÑO:

El Ministerio de Obras Públicas (MOP) a partir del año 2021 actualizó el “MANUAL DE REQUISITOS PARA LA REVISIÓN DE PLANOS, TERCERA EDICIÓN” (PARÁMETROS RECOMENDADOS EN EL DISEÑO DEL SISTEMA DE CALLES, Y DRENAJES PLUVIALES DE ACUERDO CON LO EXIGIDO POR EL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS). Tercera Edición, Revisada 2019-2021 según Gaceta Oficial Digital, del martes 15 de junio de 2021, donde recomienda lo siguiente:

El método racional se aceptará sólo para cálculos de soluciones con áreas de drenaje menor o iguales a 250 hectáreas. Para áreas de drenaje mayores a 250

hectáreas, se podrán utilizar otras metodologías de cálculo, como el método de las Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá, para la estimación de los caudales de diseño para el dimensionamiento de las obras de drenaje.

Las ecuaciones fueron desarrolladas por la Dirección de Hidrometeorología de ETESA, y relaciona la superficie de drenaje de la cuenca y el promedio de todas las crecidas máximas anuales registradas en el país.

Estas relaciones permiten estimar la crecida promedio anual de las cuencas no controladas a partir de su área de drenaje en Km² y de su ubicación en el país. De acuerdo con la teoría de los valores extremos, la media de todas las crecidas deberá tener su valor correspondiente a aquel de un acontecimiento de 2.33 años de periodo de retorno.

Por las razones expuestas se seleccionó el Método de Análisis Regional de Crecidas Máximas que se desarrolla a continuación-

13.1. Determinación del Caudal Máximo de Diseño mediante el Análisis Regional de Crecidas Máximas:

El modelo es el siguiente:

$$Q = K * A^n \quad (\text{ecuación N° 1})$$

Donde:

Q = Caudal máximo en m³/s

K = Constante dependiendo de la zona del país

n = Exponente dependiendo de la zona del país

Según el mapa del documento Análisis Regional de Crecidas Máximas, desarrollado por el IMHPA, el sitio de interés se encuentra en la Zona 3.

Según la Tabla 10 para la Zona 3 se aplica la ecuación número 2 y se usa la distribución de frecuencias de la Tabla #1 para estimar los distintos periodos de retorno.

En la Figura 11 se presenta un extracto del mapa de zonas con las regiones hidrológicamente homogéneas con la ubicación de la cuenca hidrográfica 144 del

río Juan Díaz donde se localiza la quebrada La Gallinaza y que corresponde a la Zona 3, el cual se utiliza para la evaluación de crecidas en las diferentes cuencas del país.

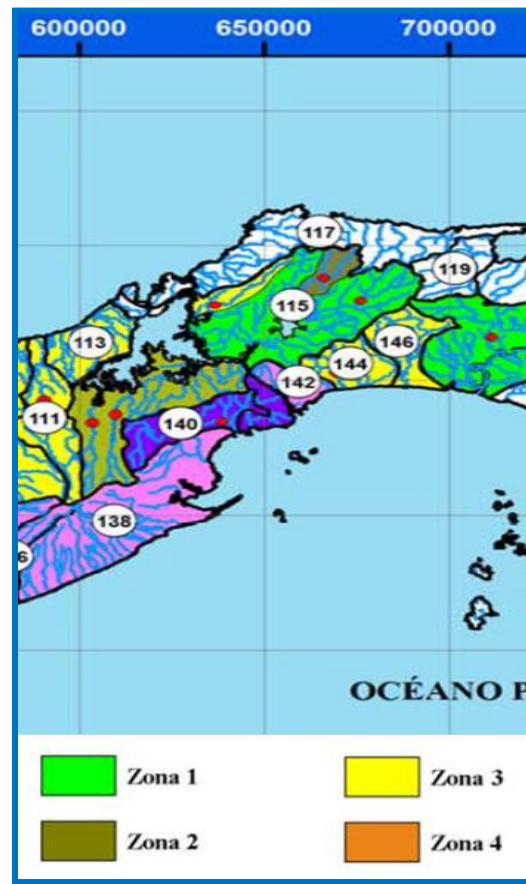


Figura 11. Extracto del mapa con la ubicación de la cuenca hidrográfica 144 del río Juan Díaz.

Fuente: IMHPA. Resumen Técnico Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá Período 1971-2006.

Tabla 10. Ecuaciones para determinar el caudal máximo para las distintas zonas del país con sus tablas de distribución de frecuencias.

Zona	Número de ecuación	Ecuación	Distribución de frecuencia
1	1	$Q_{\text{máx}} = 34A^{0.59}$	Tabla # 1
2	1	$Q_{\text{máx}} = 34A^{0.59}$	Tabla # 3
3	2	$Q_{\text{máx}} = 25A^{0.59}$	Tabla # 1
4	2	$Q_{\text{máx}} = 25A^{0.59}$	Tabla # 4
5	3	$Q_{\text{máx}} = 14A^{0.59}$	Tabla # 1
6	3	$Q_{\text{máx}} = 14A^{0.59}$	Tabla # 2
7	4	$Q_{\text{máx}} = 9A^{0.59}$	Tabla # 3
8	5	$Q_{\text{máx}} = 4.5A^{0.59}$	Tabla # 3
9	2	$Q_{\text{máx}} = 25A^{0.59}$	Tabla # 3

13.2. Cálculos para la estimación del caudal máximo en el río Juan Díaz

Según la Tabla 10 el proyecto se localiza dentro de la Zona 3, por lo que se aplica la ecuación 2, la cual se presenta a continuación.

$$Q = 25 * A^{0.59}$$

Donde:

Q = Caudal Máximo

A = Superficie de drenaje de la cuenca en Km²

La superficie de drenaje de la subcuenca de la quebrada La Gallinaza es de 3.84 km² hasta el sitio de interés.

$$Q = 25 * A^{0.59}$$

$$Q = 25 * 3.84^{0.59}$$

$$Q_{\text{max}} = 55.3 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para obtener el valor de la crecida máxima de diseño para el periodo de retorno deseado de uno en 50 años y uno en 100 años, se multiplica por el factor de la Tabla # 1 que aparece dentro de la Tabla 11, por el valor de Q_{\max} obtenido de la ecuación 2.

Tabla 11. Tablas con las frecuencias de distribuciones para obtener los caudales máximos para distintos Tr.

<i>Factores $Q_{\max}/Q_{\text{prom.máx}}$ para distintos Tr.</i>				
<i>Tr, años</i>	<i>Tabla # 1</i>	<i>Tabla # 2</i>	<i>Tabla # 3</i>	<i>Tabla # 4</i>
1.005	0.28	0.29	0.3	0.34
1.05	0.43	0.44	0.45	0.49
1.25	0.62	0.63	0.64	0.67
2	0.92	0.93	0.92	0.93
5	1.36	1.35	1.32	1.30
10	1.66	1.64	1.6	1.55
20	1.96	1.94	1.88	1.78
50	2.37	2.32	2.24	2.10
100	2.68	2.64	2.53	2.33
1,000	3.81	3.71	3.53	3.14
10,000	5.05	5.48	4.6	4.00

Fuente: IMHPA.

Donde:

$$Q_{50a} = 2.37 * 55.3 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{50a} = 131.1 \text{ m}^3/\text{s}$$

Úsese 131 m^3/s

En la Tabla 12 se presentan los resultados de los caudales máximos instantáneos calculados para distintos periodos de retorno y utilizados para el desarrollo del proyecto.

Tabla 12. Caudal Máximo según Tr en años		
Tr, años	Factor	QTr
1.005	0.28	15.49
1.05	0.43	23.79
1.25	0.62	34.30
2	0.92	50.89
5	1.36	75.23
10	1.66	91.83
20	1.96	108.42
50	2.37	131.1
100	2.68	148.3

14.MODELACIÓN HIDRÁULICA

Para establecer el modelo y realizar las simulaciones hidráulicas del Proyecto Colegio Costa Sur, para la definición de los mapas de perfiles de agua y planicies de inundación, se usó el modelo de simulación unidimensional HEC-RAS.

La simulación hidráulica de la quebrada La Gallinaza para el proyecto, se desarrollará para periodos de retorno de 1 en 50 años y 1 en 100 años y se usará en flujo permanente.

En la Figura 12 se presenta el Esquema utilizado para desarrollar la modelación hidráulica hasta el sitio del proyecto.

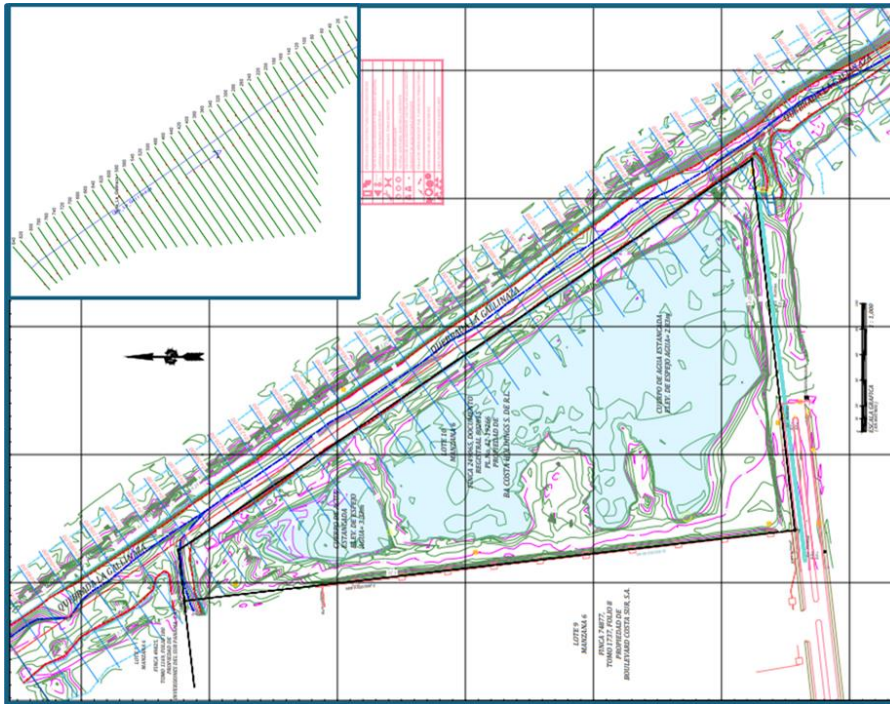


Figura 12. Esquema de modelación hidráulica de la qda. La Gallinaza.

Fuente: Elaborado por JACUM. Sin escala

14.1. Modelación hidráulica para determinar los perfiles de agua

Para determinar los perfiles de agua y la planicie de inundación a lo largo del sitio del proyecto de la quebrada La Gallinaza, con la finalidad de identificar las posibles afectaciones, se utilizó el programa de modelación hidráulica HEC-RAS, desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica (Hydrologic Engineering Center) del Cuerpo de Ingenieros Militares de los Estados Unidos (US Army Corps).

Se utilizó la versión 5.0.5 de junio de 2018, el cual permite realizar cálculos de perfiles de agua para flujo permanente y no permanente en una dimensión, análisis de transporte de sedimento del lecho y análisis de temperatura del agua.

Se seleccionó el HEC-RAS ya que es programa de dominio público, está ampliamente probado y tiene literatura disponible para consulta.

El modelo tiene disponible entre sus principales características la modelación de los perfiles de agua a lo largo de un cauce o canal, la modelación, el cálculo hidráulico de estructuras hidráulicas tales como puentes, alcantarillas, etc.

Para el desarrollo de los mapas de las planicies de inundación, se utilizó el HEC-GeoRAS que es un conjunto de procedimientos, herramientas y utilidades para procesar datos geospaciales en ArcGIS mediante una interfaz gráfica de usuario (GUI). La interfaz permite la preparación de datos geométricos para la importación a HEC-RAS y procesa los resultados de simulación exportados desde HEC-RAS. Para crear el archivo de importación, el usuario debe tener un modelo de terreno digital (DTM) existente de la red de drenaje en formato ArcInfo TIN. El usuario crea una serie de temas de línea pertinentes al desarrollo de datos geométricos para HEC-RAS. Los temas creados son el eje central del cauce del río, eje central del tránsito del caudal (opcional), orillas del canal principal (opcional) y líneas de corte de sección transversal los que se denominan temas RAS.

14.2. Requerimientos del modelo HEC-RAS

El modelo HEC-Ras requiere de información detallada de mapas topográficos, secciones transversales producto de levantamiento topográfico, parámetros físicos, coeficientes de rugosidad de Manning, curva de elevación-volumen, etc. La información necesaria para la modelación incluyó las Secciones Transversales actualizadas de la quebrada La Gallinaza levantadas en junio de 2024.

Se suministraron al modelo un total de 43 secciones transversales del canal de la quebrada La Gallinaza.

14.3. Secciones transversales (levantamiento topográfico)

El levantamiento batimétrico y topográfico del área de estudio, fue realizado en junio de 2024 por la empresa SGP SOUTH GEOSYSTEMS PANAMA. El mismo contempló el levantamiento del tramo del canal La Gallinaza localizado a 400 metros aguas abajo del puente sobre la quebrada del mismo nombre, en el Corredor Sur.

Se levantaron 43 secciones transversales para una longitud de 840 metros.

En los anexos se adjunta en informe de levantamiento topográfico.

En la figura 13 se presentan las Secciones Transversales para la quebrada La Gallinaza.



Figura 13. Localización de las secciones transversales dentro del proyecto Colegio Costa Sur en la quebrada La Gallinaza.

14.4. Coeficientes de rugosidad de Manning

Para estimar el coeficiente de rugosidad de Manning del cauce y las planicies de inundación, se usó como referencia el documento que se encuentra en línea en la Ayuda del HEC-Ras, desarrollado y actualizado por el USGS “Roughness Characteristics of Natural Channels, U.S. Geological Survey, Water Supply Paper 1849 de Harry H. Barnes, Jr”.

La técnica consiste en comparar las características de los canales y planicies bajo estudio, con las fotografías y características de cauces y riberas del documento del

USGS (del Servicio Geológico de los Estados Unidos por sus siglas en inglés). En ausencia de un procedimiento expedito cuantitativo satisfactorio, esta evaluación indirecta sigue siendo válida.

Los valores “n” seleccionados para el cauce principal del tramo del estudio varían entre 0.028. Para los bancos se usó un valor de Manning de 0.038.

14.5. Caudales máximos usados para alimentar el modelo:

Para la determinación de los caudales Máximos para periodos de retorno de uno en 50 y uno en 100 años, se utilizó el método recomendado por el Ministerio de Obras Públicas (MOP), que es el Análisis regional de Crecidas Máximas.

Los caudales máximos fueron estimados en el punto 13.1. Determinación del Caudal Máximo de Diseño mediante el Análisis Regional de Crecidas Máximas.

Para un periodo de retorno de 1 en 50 años el caudal máximo es 131 m³/s y para 1 en 100 años es 148 m³/s.

15.MODELACIÓN HIDRÁULICA PARA DETERMINAR LAS PLANICIES DE INUNDACIÓN DEL CANAL DE LA QDA. LA GALLINAZA

Determinados los caudales máximos para los periodos de retorno de 1 en 50 y 1 en 100 años, el paso siguiente fue la determinación de las planicies de inundación y su posible impacto en el proyecto propuesto.

Para la determinación de las planicies de inundación en la zona bajo estudio para los periodos de retorno considerados de 1 en 50 y 1 en 100 años, se utilizó el programa de modelación hidráulica HEC-RAS.

15.1. Descripción del modelo HEC-Ras

HEC-RAS, que ha sido desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica (Hydrologic Engineering Center) del cuerpo de ingenieros militares de los Estados Unidos (US Army Corps), el cual tiene como su predecesor al HEC-2, el cual ha sido mejorado considerablemente desde su aparición a los inicios de los años 60. La versión actual del programa permite realizar cálculos de perfiles de agua para flujo permanente y no

permanente en una dimensión, análisis de transporte de sedimento del lecho y análisis de temperatura del agua.

Se utilizó el HEC-RAS V 5.0.5 de junio de 2018, el cual es un programa de dominio público, está ampliamente probado y tiene literatura disponible para consulta. El modelo tiene disponible entre sus principales características la modelación de los perfiles de agua a lo largo de un cauce o canal, la modelación y cálculo de estructuras hidráulicas tales como puentes, alcantarillas; además, de contar con un módulo que permite el diseño hidráulico de canales y el cálculo de corte y relleno.

15.2. Corrida del modelo HEC-Ras

Con los caudales máximos obtenidos previamente para periodos de retorno de 1 en 50 y 1 en 100 años, se procedió a montar el modelo hidráulico HEC-RAS.

Se cargaron las secciones transversales para el canal principal de la quebrada La Gallinaza, sus caudales máximos para los periodos de retorno seleccionados y los coeficientes de rugosidad de Manning.

Corrido el modelo se procedió analizar las salidas que consisten para el caso bajo análisis a los perfiles de agua, las secciones transversales y los niveles de aguas máximas extraordinarias.

15.3. Metodología de análisis

El análisis hidráulico del proyecto se dividió en dos fases:

- La fase 1 consistió en la modelación hidráulica tomando en consideración las condiciones originales del terreno.
- La fase 2 consistió en la introducción de un talud relleno o terracería proyectada con una elevación de +6.50 msnm.

Con los resultados obtenidos se realizó el análisis de las planicies de inundación del área de influencia del proyecto entre las condiciones originales del terreno contra las modificaciones propuestas del terreno, para evaluar el impacto del establecimiento del talud o terracería en la zona.

15.4. Resultados de las corridas de la modelación del tramo de la quebrada La Gallinaza en condiciones originales (Fase 1)

Los resultados de la modelación hidráulica de la quebrada La Gallinaza para los periodos de retorno de 1 en 50 años y 1 en 100 años se presentan en las tablas 13 y 14, respectivamente.

En las figuras 14 y 16 se presentan las salidas de los perfiles de la quebrada La Gallinaza con los resultados de las corridas para los periodos de 1 en 50 años y 1 en 100 años, respectivamente en condiciones originales del terreno. En las figuras 15 y 17 se presenta la sección transversal de la estación 0K + 700 con los NAME para periodos de retorno de 1 en 50 y 1 en 100 años respectivamente.

Tabla 13. Salida Modelación Hidráulica del qda. La Gallinaza para Tr 50 años en condición original.						
Estación	Caudal Total	Min. Elev.	Elev. Agua	Elev. G. E.	Velocidad	#Froude
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
840	100	0.57	4.26	4.28	0.61	0.140
820	100	0.39	4.26	4.27	0.62	0.140
800	100	0.63	4.26	4.27	0.61	0.140
780	100	0.99	4.25	4.27	0.66	0.150
760	100	1.30	4.25	4.27	0.65	0.160
740	100	1.17	4.25	4.26	0.65	0.150
720	100	0.84	4.24	4.26	0.64	0.170
700	131	0.42	4.24	4.26	0.62	0.140
680	131	0.79	4.21	4.25	0.99	0.270
660	131	1.47	4.19	4.24	1.08	0.290
640	131	1.30	4.18	4.22	1.06	0.280
620	131	1.07	4.18	4.21	0.89	0.230
600	131	0.89	4.18	4.2	0.8	0.200
580	131	0.98	4.18	4.2	0.69	0.180
560	131	1.06	4.17	4.19	0.71	0.180
540	131	1.06	4.17	4.19	0.77	0.200
520	131	1.01	4.17	4.18	0.67	0.160
500	131	0.98	4.16	4.18	0.59	0.140
480	131	0.98	4.16	4.17	0.53	0.130
460	131	0.99	4.16	4.17	0.53	0.130
440	131	1.11	4.16	4.17	0.56	0.140
420	131	1.22	4.15	4.16	0.64	0.160
400	131	1.29	4.15	4.16	0.52	0.130

380	131	1.46	4.15	4.16	0.44	0.110
360	131	1.35	4.15	4.16	0.58	0.130
340	131	1.28	4.15	4.15	0.41	0.100
320	131	1.11	4.15	4.15	0.44	0.100
300	131	1.13	4.14	4.15	0.47	0.120
280	131	1.00	4.14	4.15	0.52	0.120
260	131	0.78	4.14	4.15	0.54	0.120
240	131	0.81	4.13	4.14	0.55	0.130
220	131	1.05	4.13	4.14	0.65	0.150
200	131	1.19	4.11	4.14	0.86	0.200
180	131	0.96	4.06	4.12	1.25	0.320
160	131	0.81	4.04	4.11	1.3	0.330
140	131	0.81	4.07	4.09	0.76	0.200
120	131	0.70	4.01	4.07	1.36	0.320
100	131	1.15	4.00	4.06	1.37	0.320
80	131	0.77	3.99	4.05	1.3	0.310
60	131	0.92	3.98	4.03	1.33	0.300
40	131	0.87	3.96	4.02	1.37	0.300
20	131	1.01	3.94	4.01	1.44	0.350
0	131	1.34	3.93	3.99	1.4	0.350

*Secciones transversales que cruzan el terreno a desarrollar.

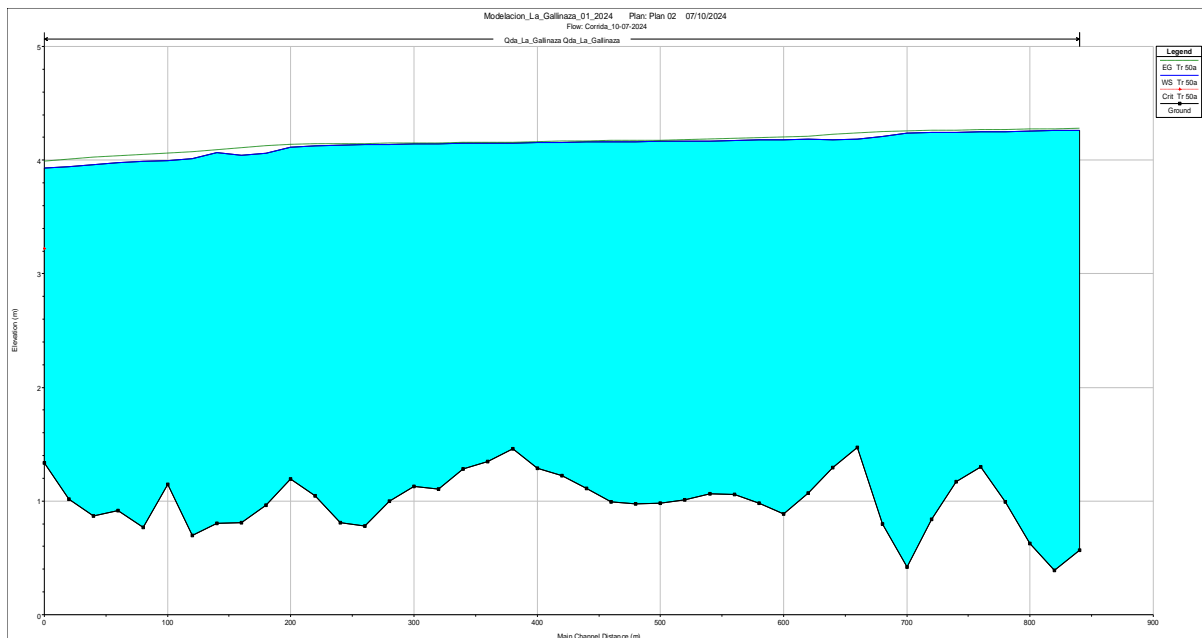


Figura 14. Salida del perfil de la quebrada La Gallinaza para un periodo de retorno de 1 en 50 años.

Los resultados de las corridas en la tabla 15 y figura 17 muestran, que para un periodo de retorno de 1 en 50 años el Nivel Máximo de Aguas Extraordinarias (NAME) obtenido es de 4.24 msnm.

La figura 17 se presenta la sección transversal 700, donde inicia el lote de terreno del proyecto y donde el Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias resultante de la modelación hidráulica es 4.24 msnm.

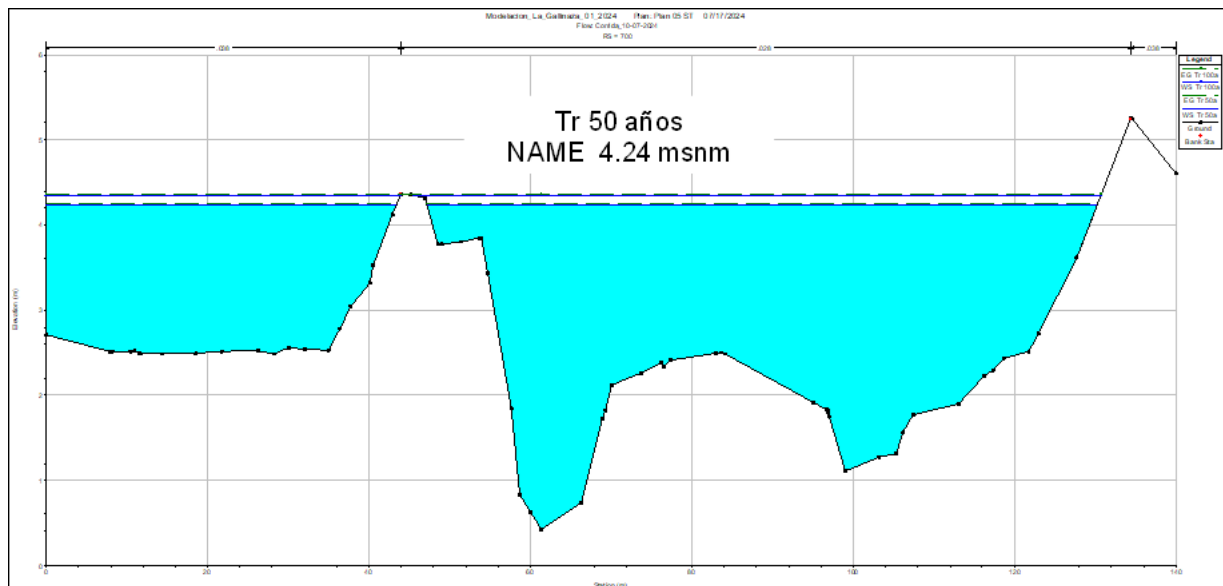


Figura 15. Sección Transversal 700.00 donde inicia el lote del proyecto en la quebrada La Gallinaza para un periodo de retorno de 1 en 50 años.

Tabla 14. Salida Modelación Hidráulica de la qda. La Gallinaza para Tr 100 años en condición original del terreno.

Estación	Caudal Total	Min. Elev.	Elev. G. E.	Elev. Critica	Velocidad	#Froude
	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
840	119	0.570	4.370	4.390	0.690	0.160
820	119	0.390	4.370	4.390	0.690	0.160
800	119	0.630	4.360	4.380	0.680	0.150
780	119	0.990	4.360	4.380	0.730	0.170
760	119	1.300	4.350	4.380	0.720	0.180
740	119	1.170	4.350	4.370	0.720	0.170
720	119	0.840	4.350	4.370	0.710	0.180
700	148	0.420	4.340	4.360	0.660	0.140
680	148	0.790	4.310	4.360	1.040	0.270
660	148	1.470	4.290	4.340	1.130	0.300
640	148	1.300	4.280	4.330	1.100	0.290
620	148	1.070	4.290	4.320	0.920	0.230
600	148	0.890	4.280	4.310	0.840	0.210
580	148	0.980	4.280	4.300	0.730	0.180
560	148	1.060	4.280	4.300	0.740	0.190
540	148	1.060	4.270	4.290	0.800	0.200
520	148	1.010	4.270	4.280	0.700	0.170
500	148	0.980	4.270	4.280	0.620	0.140
480	148	0.980	4.270	4.280	0.550	0.130
460	148	0.990	4.260	4.270	0.560	0.130
440	148	1.110	4.260	4.270	0.580	0.140
420	148	1.220	4.260	4.270	0.660	0.160
400	148	1.290	4.260	4.260	0.540	0.130
380	148	1.460	4.260	4.260	0.460	0.110
360	148	1.350	4.250	4.260	0.600	0.140
340	148	1.280	4.250	4.260	0.430	0.100
320	148	1.110	4.250	4.260	0.460	0.110
300	148	1.130	4.250	4.250	0.500	0.120
280	148	1.000	4.240	4.250	0.550	0.130
260	148	0.780	4.240	4.250	0.550	0.120
240	148	0.810	4.240	4.250	0.580	0.130
220	148	1.050	4.230	4.240	0.690	0.160
200	148	1.190	4.210	4.240	0.900	0.210
180	148	0.960	4.160	4.230	1.310	0.320
160	148	0.810	4.140	4.210	1.370	0.340
140	148	0.810	4.170	4.190	0.810	0.200

120	148	0.700	4.110	4.180	1.430	0.330
100	148	1.150	4.090	4.160	1.430	0.320
80	148	0.770	4.080	4.150	1.360	0.310
60	148	0.920	4.070	4.130	1.390	0.310
40	148	0.870	4.060	4.120	1.430	0.310
20	148	1.010	4.040	4.110	1.490	0.350
0	148	1.340	4.020	4.090	1.450	0.350

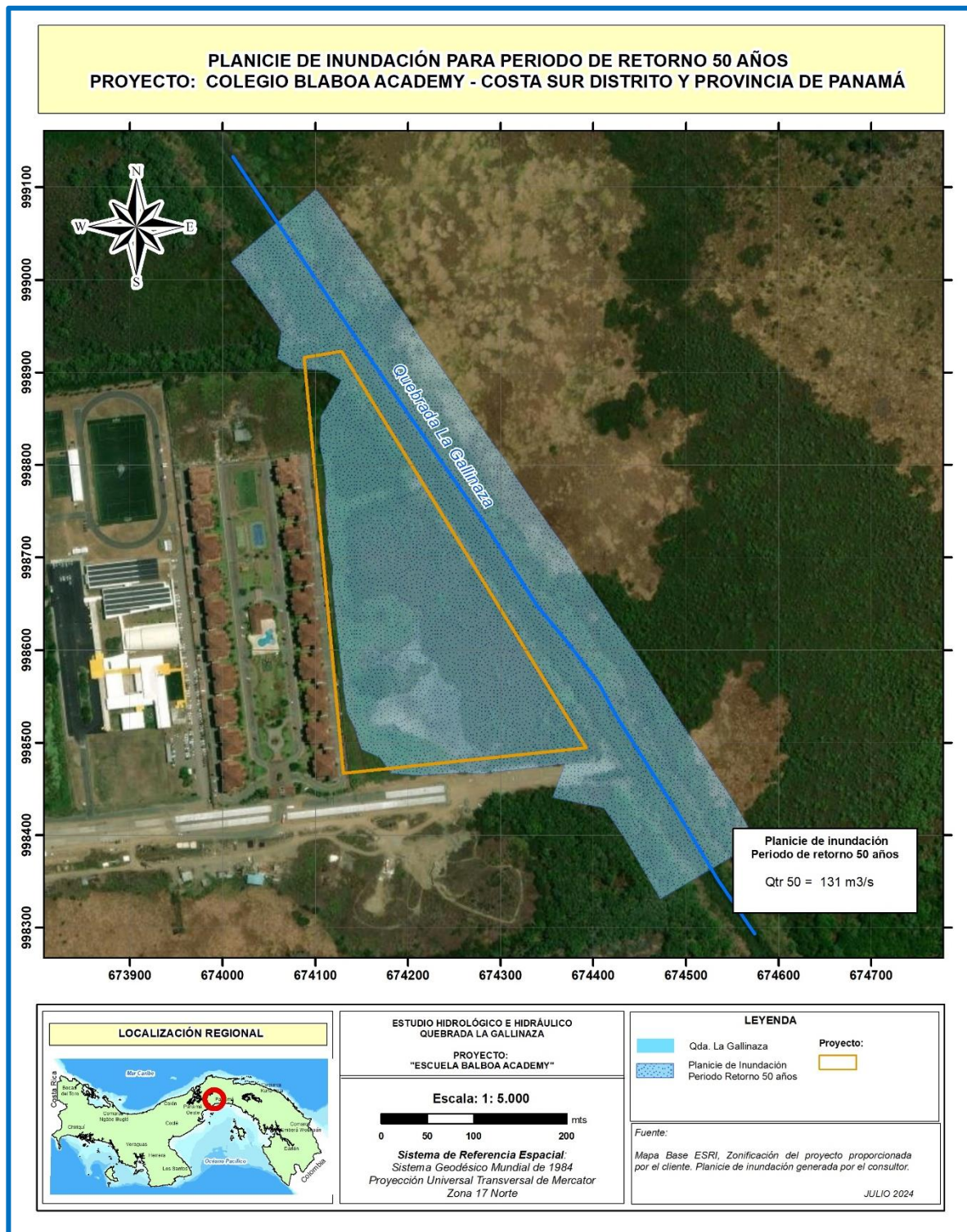


Figura 16. Mapa de planicie de inundación de modelación hidráulica para un periodo de retorno de 1 en 50 años.

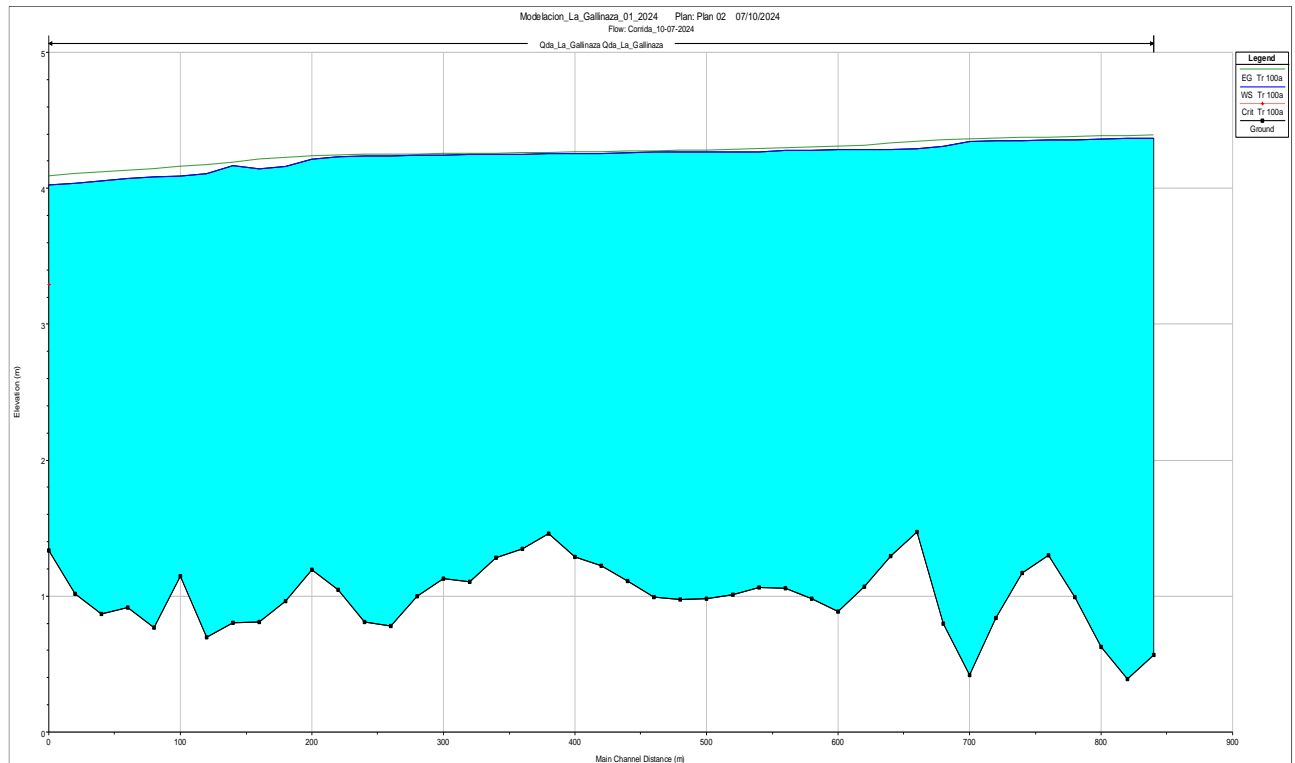


Figura 17. Salida del perfil de la quebrada La Gallinaza para un periodo de retorno de 1 en 100 años.

Los resultados de las corridas de las planicies de la quebrada La Gallinaza para un periodo de retorno de 1 en 100 años, en condiciones originales muestran que el Nivel Máximo de Aguas Extraordinarias (NAME) obtenido es de 4.34 msnm.

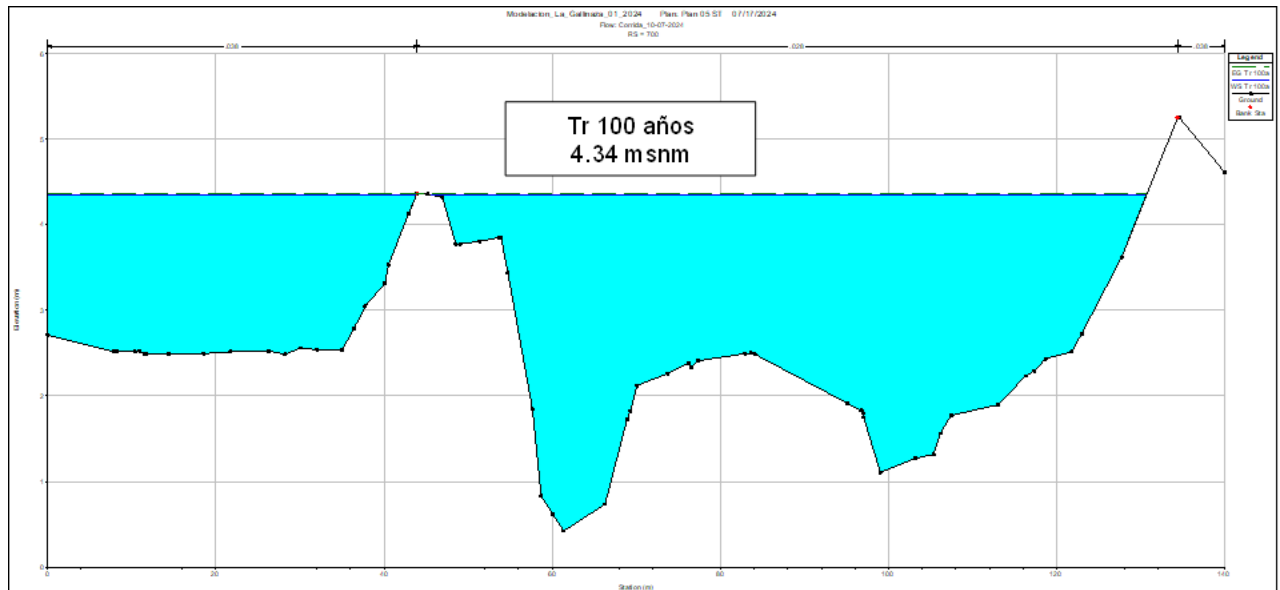


Figura 18. Sección Transversal 700.00 donde inicia el lote del proyecto en la quebrada La Gallinaza para un periodo de retorno de 1 en 100 años. NAME 4.34 msnm.

15.5. Resultado de las corridas de la modelación del tramo de la quebrada La Gallinaza Fase 2 con las modificaciones propuestas del terreno:

El segundo escenario analizado contempló la introducción en el HEC-Ras, de un relleno dique o terracería propuesta de aproximadamente 2.50 a 3.50 metros sobre el terreno natural hasta alcanzar una elevación de +6.50 msnm.

Para este análisis se utilizaron las herramientas de dique y obstrucciones del HEC-Ras para simular el comportamiento cuando se introduce el talud o relleno.

Los resultados de la modelación hidráulica de la quebrada La Gallinaza para los periodos de retorno de 1 en 50 años y 1 en 100 años se presentan en las tablas 15 y 16 respectivamente. En las figuras 19 y 20 se presentan las salidas de los perfiles del qda. La Gallinaza con los resultados de las corridas para los periodos de 1 en 50 años y 1 en 100 años, respectivamente.

Tabla 15. Salida Modelación Hidráulica de la quebrada La Gallinaza con relleno para Tr 50 años.

Estación	Caudal Total (m3/s)	Min. Elev. (m)	Elev. Agua (m)	Elev. Talud (m)	Est. Talud (m)	Elev.G.E. (m)	Velocidad (m/s)	#Froude
840.0	100	0.57	4.56			4.57	0.52	0.12
820.0	100	0.39	4.55			4.57	0.52	0.11
800.0	100	0.63	4.55			4.56	0.52	0.11
780.0	100	0.99	4.55			4.56	0.55	0.12
760.0	100	1.30	4.55			4.56	0.54	0.13
740.0	100	1.17	4.55			4.56	0.54	0.12
720.0	100	0.84	4.54			4.56	0.52	0.13
700.0	131	0.42	4.49	6.50	700.0	4.55	1.19	0.26
680.0	131	0.79	4.48	6.50	680.0	4.54	1.25	0.27
660.0	131	1.47	4.47	6.50	660.0	4.53	1.27	0.28
640.0	131	1.30	4.45	6.50	640.0	4.51	1.26	0.29
620.0	131	1.07	4.44	6.50	620.0	4.50	1.27	0.28
600.0	131	0.89	4.43	6.50	600.0	4.49	1.27	0.28
580.0	131	0.98	4.42	6.50	580.0	4.48	1.26	0.27
560.0	131	1.06	4.40	6.50	560.0	4.47	1.29	0.29
540.0	131	1.06	4.40	6.50	540.0	4.45	1.25	0.28
520.0	131	1.01	4.38	6.50	520.0	4.44	1.29	0.28
500.0	131	0.98	4.37	6.50	500.0	4.43	1.27	0.27
480.0	131	0.98	4.36	6.50	480.0	4.42	1.32	0.29
460.0	131	0.99	4.34	6.50	460.0	4.41	1.37	0.30
440.0	131	1.11	4.33	6.50	440.0	4.40	1.37	0.30
420.0	131	1.22	4.30	6.50	420.0	4.38	1.44	0.32
400.0	131	1.29	4.29	6.50	400.0	4.37	1.44	0.33
380.0	131	1.46	4.26	6.50	380.0	4.35	1.50	0.35
360.0	131	1.35	4.24	6.50	360.0	4.33	1.51	0.35
340.0	131	1.28	4.23	6.50	340.0	4.31	1.52	0.34
320.0	131	1.11	4.21	6.50	320.0	4.30	1.51	0.34
300.0	131	1.13	4.20	6.50	300.0	4.28	1.47	0.33
280.0	131	1.00	4.19	6.50	280.0	4.26	1.40	0.30
260.0	131	0.78	4.17	6.50	260.0	4.25	1.43	0.30
240.0	131	0.81	4.15	6.50	240.0	4.24	1.43	0.31
220.0	131	1.05	4.13	6.50	220.0	4.22	1.52	0.34
200.0	131	1.19	4.09	6.50	200.0	4.20	1.66	0.40
180.0	131	0.96	4.08	6.50	180.0	4.17	1.52	0.39
160.0	131	0.81	4.05	6.50	160.0	4.15	1.63	0.40
140.0	131	0.81	4.03	6.50	140.0	4.12	1.56	0.41

120.0	131	0.70	3.97	6.50	120.0	4.10	1.85	0.42
100.0	131	1.15	4.00			4.06	1.37	0.32
80.0	131	0.77	3.99			4.05	1.30	0.31
60.0	131	0.92	3.98			4.03	1.33	0.30
40.0	131	0.87	3.96			4.02	1.37	0.30
20.0	131	1.01	3.94			4.01	1.44	0.35
0.0	131	1.34	3.93			3.99	1.40	0.35

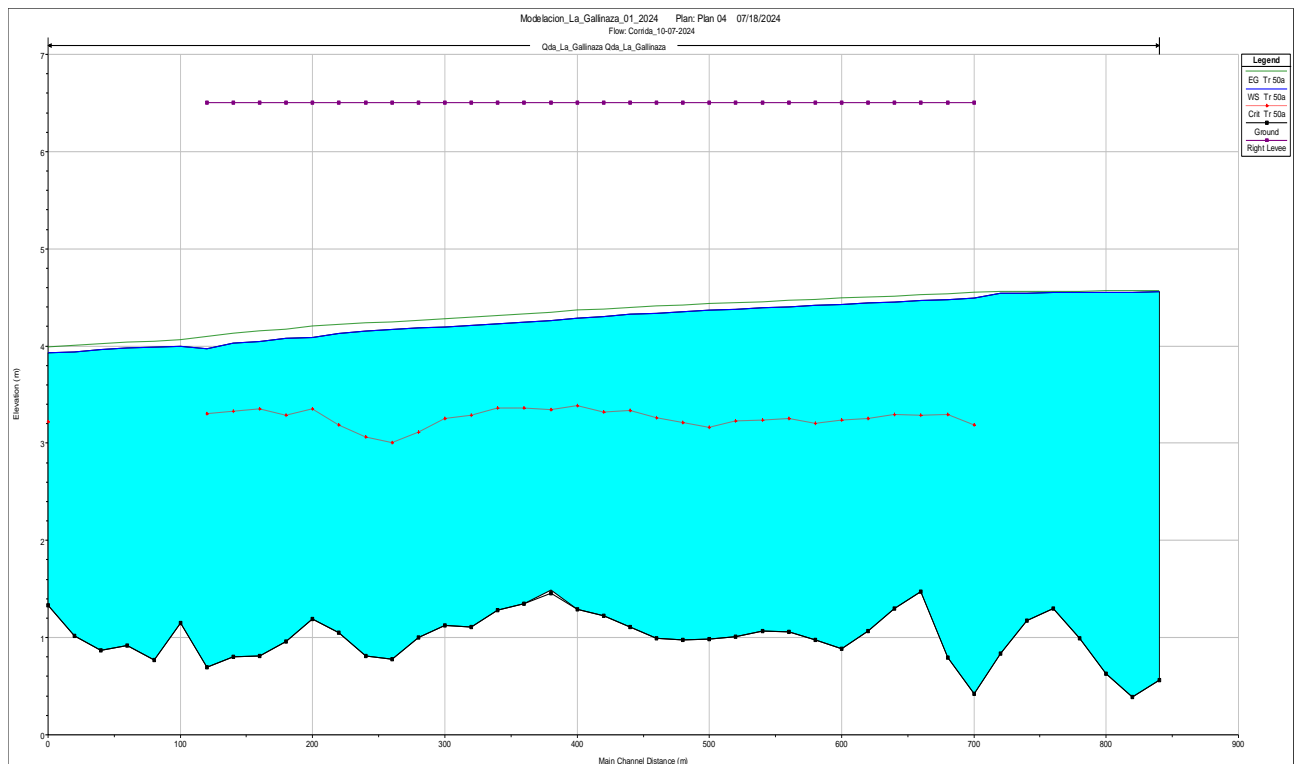


Figura 19. Salida del perfil de la quebrada La Gallinaza con dique relleno para un periodo de retorno de 1 en 50 años.

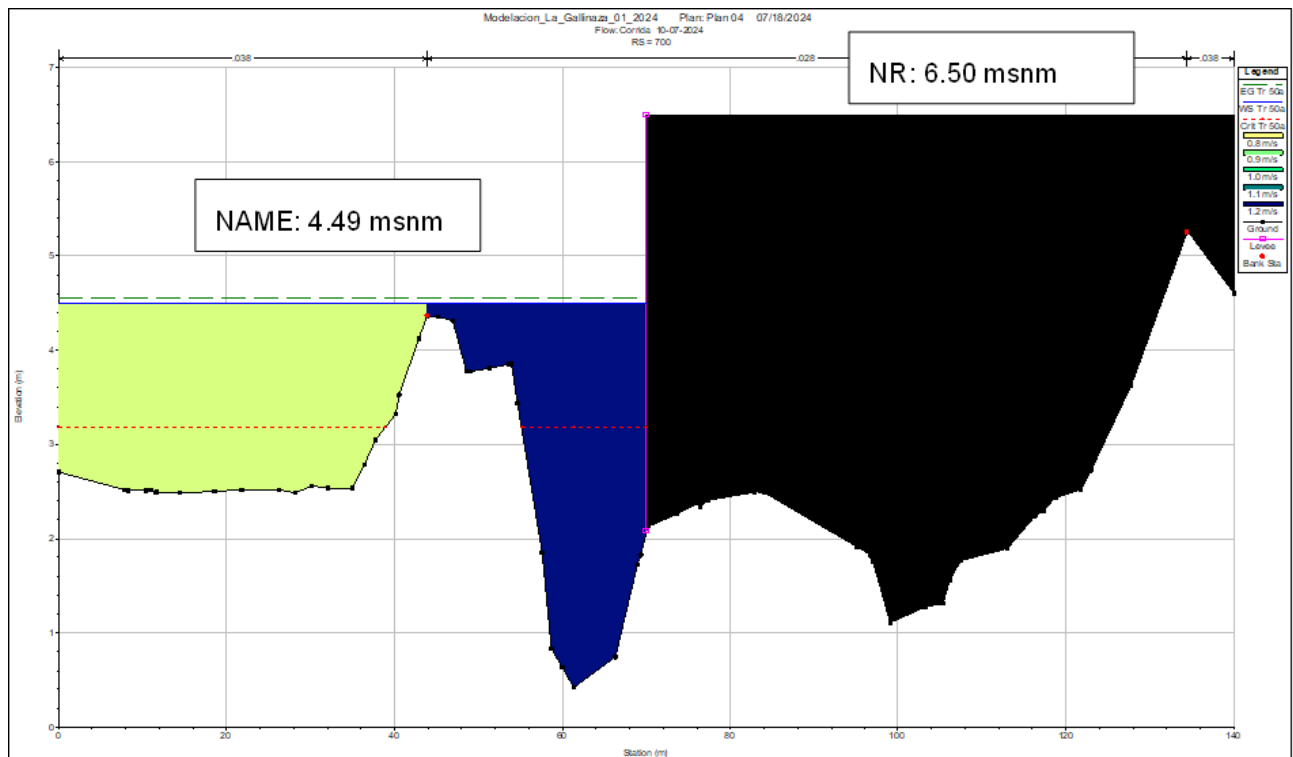


Figura 20. Sección Transversal 700.00 de La Gallinaza con talud relleno de 6.50 msnm para un periodo de retorno de 1 en 50 años. NAME 4.49 msnm.

Fuente: Consultor, julio de 2024.

Los resultados de las corridas de las planicies de la quebrada La Gallinaza para un periodo de retorno de 1 en 50 años, incorporando el talud o terracería indican que el Nivel Máximo de Aguas Extraordinarias (NAME) obtenido es de 4.49 msnm.

Tabla 16. Salida Modelación Hidráulica de la quebrada La Gallinaza con talud para Tr 100 años.

Estación	Caudal Total	Min. Elev.	Elev. Agua	Elev. Talud	Est. Talud	Elev. G.E.	Velocidad	#Froude
	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
840.0	100	0.57	4.69			4.70	0.58	0.12
820.0	100	0.39	4.69			4.70	0.58	0.12
800.0	100	0.63	4.68			4.70	0.58	0.12
780.0	100	0.99	4.68			4.69	0.62	0.13
760.0	100	1.30	4.68			4.69	0.60	0.14
740.0	100	1.17	4.68			4.69	0.61	0.13
720.0	100	0.84	4.67			4.69	0.58	0.14
700.0	131	0.42	4.62	6.50	700.0	4.68	1.26	0.27
680.0	131	0.79	4.60	6.50	680.0	4.67	1.32	0.28
660.0	131	1.47	4.59	6.50	660.0	4.66	1.34	0.29
640.0	131	1.30	4.57	6.50	640.0	4.64	1.33	0.30
620.0	131	1.07	4.56	6.50	620.0	4.63	1.33	0.29
600.0	131	0.89	4.55	6.50	600.0	4.62	1.34	0.29
580.0	131	0.98	4.54	6.50	580.0	4.61	1.34	0.28
560.0	131	1.06	4.52	6.50	560.0	4.59	1.36	0.30
540.0	131	1.06	4.51	6.50	540.0	4.58	1.32	0.29
520.0	131	1.01	4.50	6.50	520.0	4.57	1.37	0.29
500.0	131	0.98	4.49	6.50	500.0	4.56	1.34	0.28
480.0	131	0.98	4.47	6.50	480.0	4.54	1.40	0.30
460.0	131	0.99	4.45	6.50	460.0	4.53	1.45	0.31
440.0	131	1.11	4.44	6.50	440.0	4.52	1.44	0.31
420.0	131	1.22	4.41	6.50	420.0	4.50	1.52	0.33
400.0	131	1.29	4.40	6.50	400.0	4.48	1.51	0.34
380.0	131	1.46	4.37	6.50	380.0	4.47	1.58	0.36
360.0	131	1.35	4.35	6.50	360.0	4.45	1.59	0.36
340.0	131	1.28	4.33	6.50	340.0	4.43	1.60	0.35
320.0	131	1.11	4.32	6.50	320.0	4.41	1.58	0.36
300.0	131	1.13	4.30	6.50	300.0	4.39	1.55	0.34
280.0	131	1.00	4.29	6.50	280.0	4.38	1.49	0.32
260.0	131	0.78	4.27	6.50	260.0	4.36	1.53	0.32
240.0	131	0.81	4.25	6.50	240.0	4.35	1.52	0.32
220.0	131	1.05	4.23	6.50	220.0	4.33	1.62	0.36
200.0	131	1.19	4.19	6.50	200.0	4.31	1.76	0.41
180.0	131	0.96	4.17	6.50	180.0	4.28	1.61	0.40
160.0	131	0.81	4.14	6.50	160.0	4.26	1.72	0.41
140.0	131	0.81	4.12	6.50	140.0	4.23	1.65	0.42

120.0	131	0.70	4.06	6.50	120.0	4.20	1.95	0.43
100.0	131	1.15	4.09			4.16	1.43	0.32
80.0	131	0.77	4.08			4.15	1.36	0.31
60.0	131	0.92	4.07			4.13	1.39	0.31
40.0	131	0.87	4.06			4.12	1.43	0.31
20.0	131	1.01	4.04			4.11	1.49	0.35
0.0	131	1.34	4.02			4.09	1.45	0.35

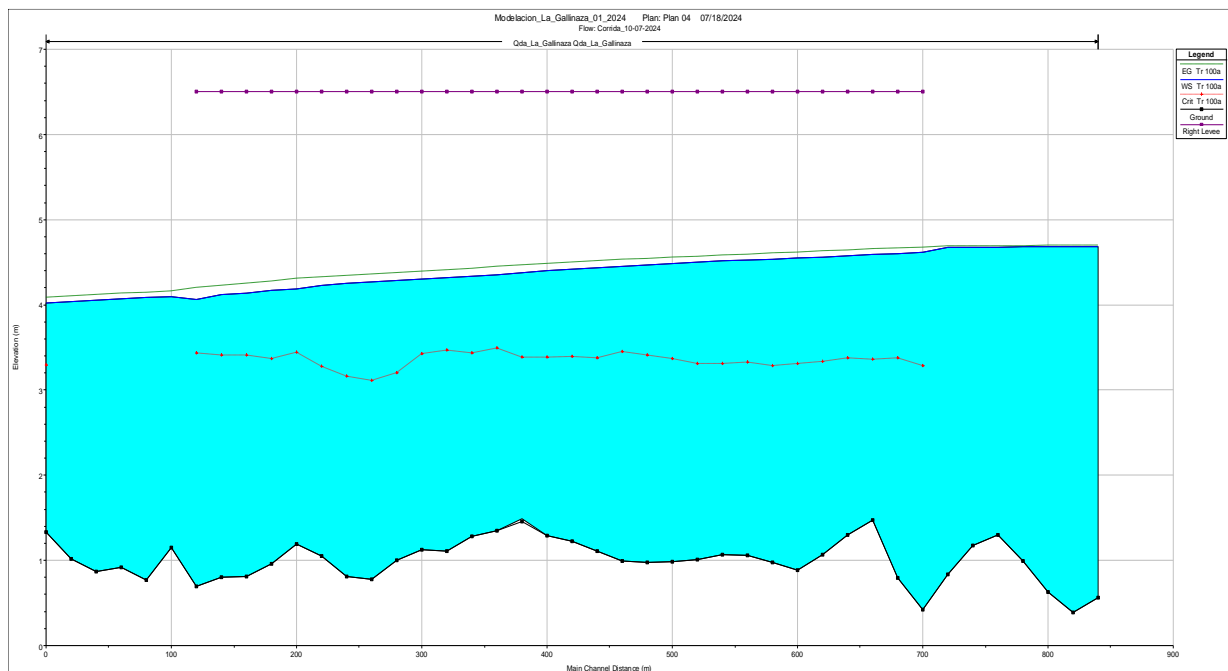


Figura 21. Salida del perfil de la qda. La Gallinaza con talud relleno de 6.50 msnm para un periodo de retorno de 1 en 100 años.

Los resultados de las corridas de las planicies de la quebrada La Gallinaza para un periodo de retorno de 1 en 100 años, incorporando el talud o relleno para terracería segura indican que el Nivel Máximo de Aguas Extraordinarias (NAME) obtenido en la estación 0K + 700.00 es de 4.62 msnm.

Recomendación del MOP para delimitación de terracerías:

El MOP recomienda demarcación de servidumbre en condiciones de inundación en una de las márgenes del cauce (NAME por encima del S.N.) existente, topografía poca accidentada – terrenos planos, con relleno para proyectos (N.T.S. = 1.50m mínimo).

La elevación mínima del relleno se recomendada es de $(4.62 + 1.50) = 6.12$ msnm.

En la figura 21 se presenta la sección transversal 700.0 con la salida de la modelación hidráulica incorporando el talud relleno de 6.50 msnm para un periodo de retorno de 1 en 50 años.

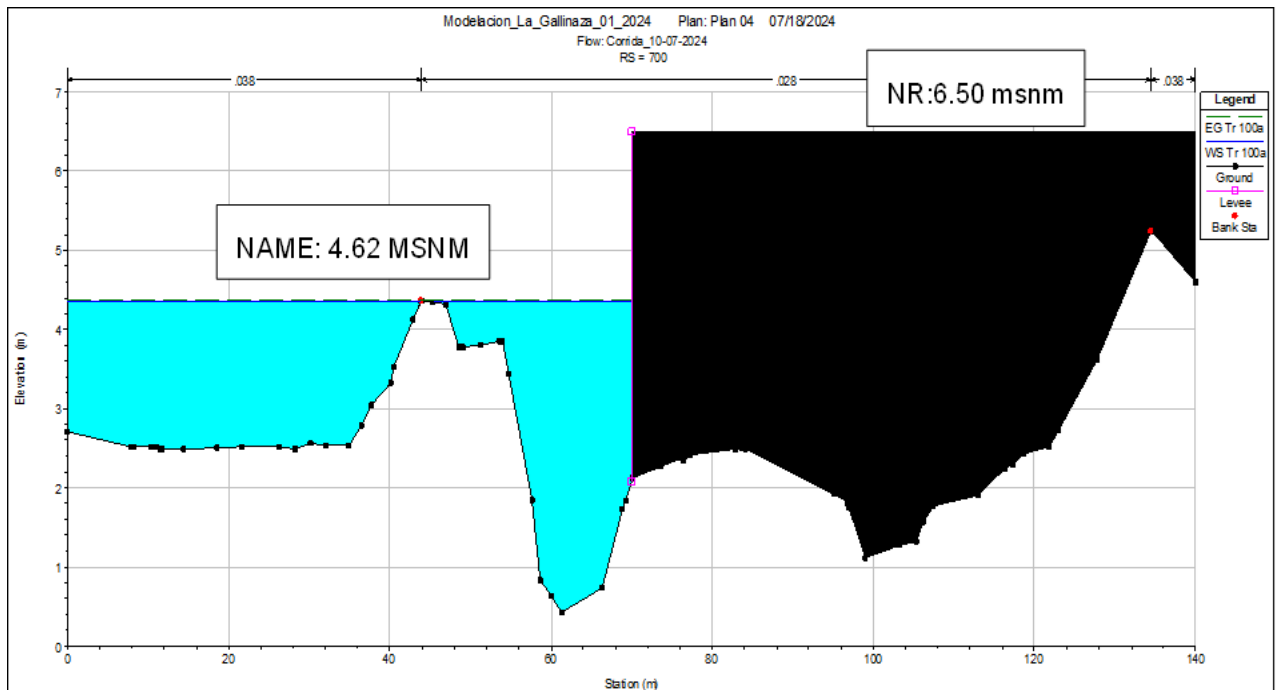


Figura 22. Elevación del NAME 4.62 msnm para un periodo de retorno de 1 en 100 años con relleno talud de 6.50 msnm. Sección transversal 700.0.

16. ANÁLISIS DE MAREAS Y CAMBIO CLIMÁTICO:

Los datos de mareas altas del Pacífico para el analizar el comportamiento de la quebrada La Gallinaza provienen de la Sección de Recursos Hídricos de la Autoridad del Canal de Panamá (ACP). Se utilizó como referencia el análisis de las mareas altas del Pacífico con datos de la estación de mareas de Diablo, para el periodo 1980-2008, para una longitud de 29 años de registro. Los datos fueron comparados con el Análisis del Ciclo Metónico (Ciclo Nodal – Tidal Epoch) periodo 1992-2010 realizado por la ACP en 2026.

Del análisis estadístico realizado se obtuvo que la marea máxima para un periodo de retorno de 100 años es de 3.38 metros sobre el nivel del mar (msnm).

Introduciendo adaptación al cambio climático por efecto de la elevación del nivel del mar se debe sumar 0.35 m (3.5 mm por año). La elevación sería $(3.38 + 0.35)$ que es 3.73 msnm.

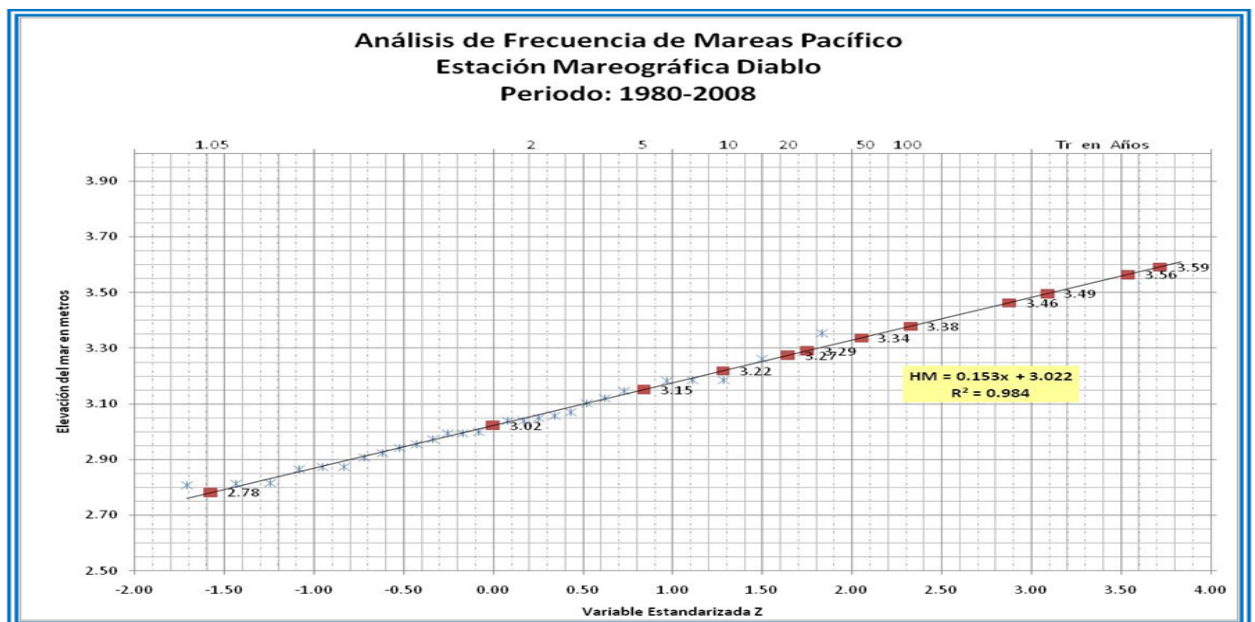


Figura 23. Análisis de Frecuencia de Mareas en metros sobre el nivel medio del mar.

La tabla 17 presenta los resultados de la corrida de la modelación hidráulica para un periodo de retorno de 50 años incluyendo el relleno y la marea.

Tabla 17. Salida Modelación Hidráulica del qda. La Gallinaza para Tr 50 años (con relleno+marea).

Estación	Caudal Total	Min. Elev.	Elev. Agua	Elev. G. E.	Velocidad	#Froude
	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
840.0	100	0.57	4.51	4.53	0.53	0.12
820.0	100	0.39	4.51	4.53	0.53	0.12
800.0	100	0.63	4.51	4.52	0.53	0.12
780.0	100	0.99	4.51	4.52	0.57	0.13
760.0	100	1.30	4.51	4.52	0.56	0.13
740.0	100	1.17	4.50	4.52	0.56	0.12
720.0	100	0.84	4.50	4.51	0.54	0.13
700.0	131	0.42	4.45	4.51	1.22	0.27
680.0	131	0.79	4.43	4.49	1.28	0.28
660.0	131	1.47	4.42	4.48	1.30	0.29
640.0	131	1.30	4.40	4.47	1.30	0.30
620.0	131	1.07	4.39	4.46	1.30	0.29
600.0	131	0.89	4.38	4.44	1.31	0.29
580.0	131	0.98	4.37	4.43	1.30	0.28
560.0	131	1.06	4.35	4.42	1.33	0.30
540.0	131	1.06	4.34	4.40	1.29	0.29
520.0	131	1.01	4.33	4.39	1.33	0.29
500.0	131	0.98	4.32	4.38	1.31	0.28
480.0	131	0.98	4.30	4.37	1.36	0.30
460.0	131	0.99	4.28	4.35	1.42	0.31
440.0	131	1.11	4.26	4.34	1.42	0.31
420.0	131	1.22	4.24	4.32	1.50	0.34
400.0	131	1.29	4.22	4.31	1.50	0.35
380.0	131	1.49	4.20	4.29	1.57	0.37
360.0	131	1.35	4.17	4.27	1.59	0.37
340.0	131	1.28	4.15	4.25	1.60	0.37
320.0	131	1.11	4.13	4.23	1.59	0.36
300.0	131	1.13	4.12	4.21	1.54	0.35
280.0	131	1.00	4.10	4.19	1.47	0.32
260.0	131	0.78	4.08	4.17	1.50	0.32
240.0	131	0.81	4.07	4.16	1.51	0.33
220.0	131	1.05	4.04	4.14	1.61	0.37
200.0	131	1.19	3.99	4.12	1.80	0.43
180.0	131	0.96	3.97	4.08	1.66	0.43
160.0	131	0.81	3.93	4.05	1.78	0.45
140.0	131	0.81	3.90	4.02	1.72	0.47
120.0	131	0.70	3.82	3.98	2.09	0.50
100.0	131	1.15	3.85	3.93	1.50	0.36

80.0	131	0.77	3.84	3.91	1.46	0.35
60.0	131	0.92	3.82	3.90	1.54	0.36
40.0	131	0.87	3.79	3.88	1.60	0.37
20.0	131	1.01	3.75	3.85	1.75	0.45
0.0	131	1.34	3.73	3.82	1.72	0.45

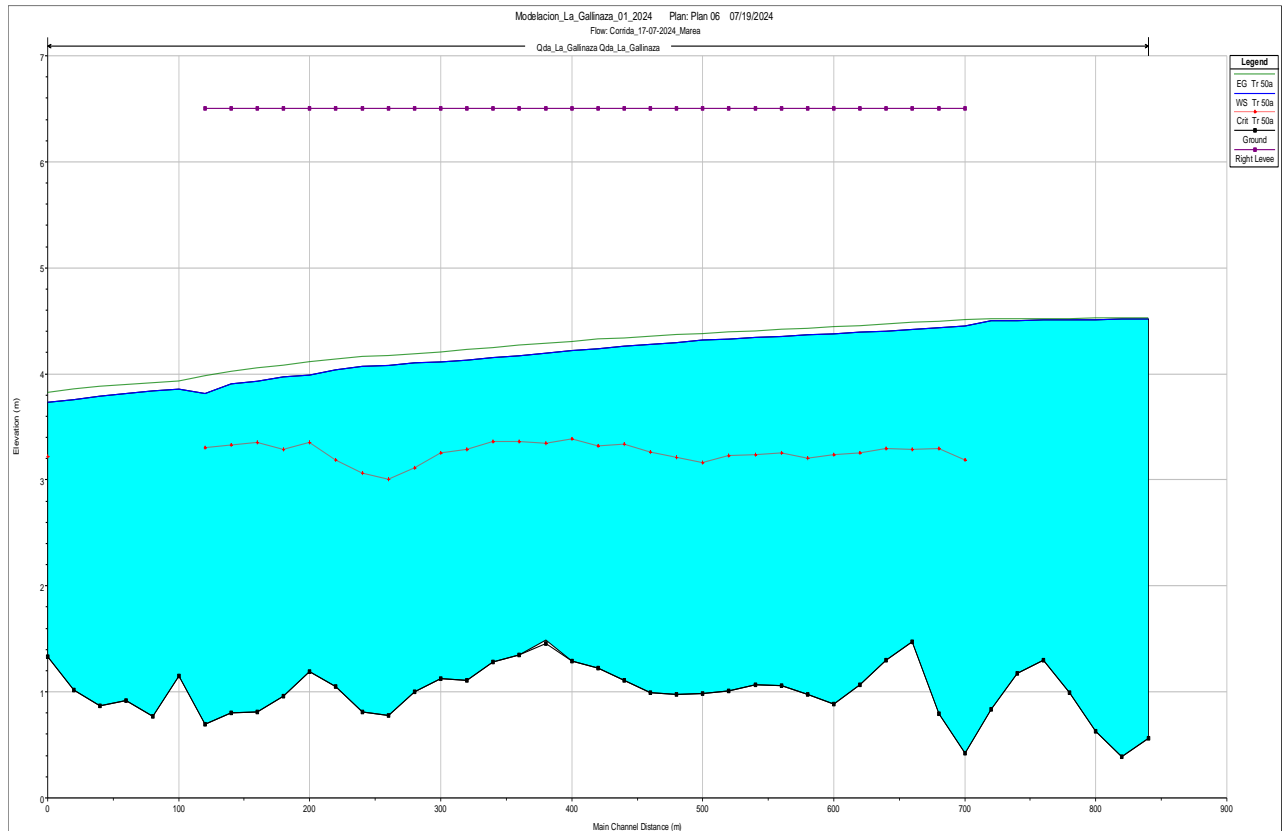


Figura 24. Salida del perfil de la qda. La Gallinaza con talud relleno de 6.50 msnm más marea para un periodo de retorno de 1 en 50 años.

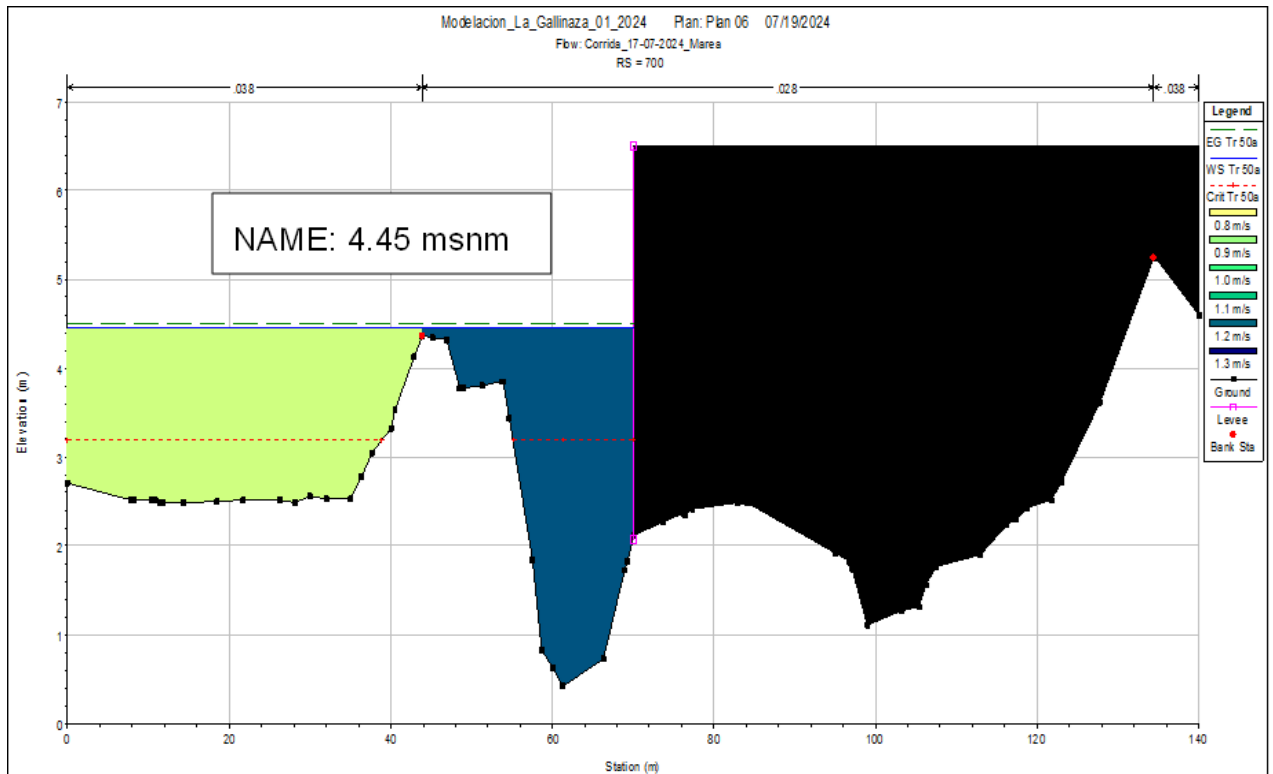


Figura 25. Sección Transversal 700.00 con talud relleno de 6.50 msnm más marea para un periodo de retorno de 1 en 50 años. NAME 4.45 msnm.

Los resultados de la modelación hidráulica para un periodo de retorno de 1 en 50 años introduciendo el talud más la elevación de la marea con un periodo de retorno de 100 años es 4.45 msnm.

En la tabla 18 se presenta los resultados de la corrida de la modelación hidráulica para un periodo de retorno de 100 años incluyendo el relleno y la marea.

Tabla 18. Salida Modelación Hidráulica del qda. La Gallinaza para Tr 100 años (con relleno+ marea).

Estación	Caudal Total	Min. Elev.	Elev. Agua	Elev. G. E.	Velocidad	#Froude
	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
840	119	0.570	4.630	4.650	0.600	0.130
820	119	0.390	4.630	4.650	0.600	0.130
800	119	0.630	4.630	4.640	0.590	0.130
780	119	0.990	4.630	4.640	0.630	0.140
760	119	1.300	4.620	4.640	0.620	0.140
740	119	1.170	4.620	4.640	0.620	0.130
720	119	0.840	4.620	4.630	0.590	0.140
700	148	0.420	4.560	4.620	1.300	0.280
680	148	0.790	4.540	4.610	1.360	0.300
660	148	1.470	4.530	4.600	1.380	0.300
640	148	1.300	4.510	4.590	1.380	0.310
620	148	1.070	4.500	4.570	1.380	0.300
600	148	0.890	4.480	4.560	1.390	0.300
580	148	0.980	4.470	4.550	1.380	0.300
560	148	1.060	4.460	4.530	1.410	0.310
540	148	1.060	4.440	4.520	1.370	0.310
520	148	1.010	4.430	4.500	1.420	0.310
500	148	0.980	4.420	4.490	1.390	0.290
480	148	0.980	4.400	4.480	1.460	0.310
460	148	0.990	4.380	4.460	1.520	0.330
440	148	1.110	4.360	4.450	1.510	0.330
420	148	1.220	4.330	4.430	1.600	0.360
400	148	1.290	4.310	4.410	1.600	0.360
380	148	1.490	4.280	4.390	1.670	0.390
360	148	1.350	4.260	4.370	1.690	0.390
340	148	1.280	4.230	4.340	1.710	0.380
320	148	1.110	4.210	4.320	1.700	0.380
300	148	1.130	4.200	4.300	1.660	0.370
280	148	1.000	4.180	4.280	1.590	0.340
260	148	0.780	4.160	4.260	1.630	0.340
240	148	0.810	4.140	4.250	1.630	0.350
220	148	1.050	4.100	4.230	1.750	0.390
200	148	1.190	4.050	4.200	1.950	0.460
180	148	0.960	4.030	4.160	1.780	0.460

160	148	0.810	3.980	4.120	1.930	0.480
140	148	0.810	3.950	4.090	1.870	0.500
120	148	0.700	3.840	4.040	2.320	0.550
100	148	1.150	3.890	3.980	1.640	0.400
80	148	0.770	3.870	3.960	1.600	0.380
60	148	0.920	3.840	3.940	1.700	0.400
40	148	0.870	3.810	3.920	1.770	0.410
20	148	1.010	3.760	3.890	1.960	0.500
0	148	1.340	3.730	3.850	1.940	0.510

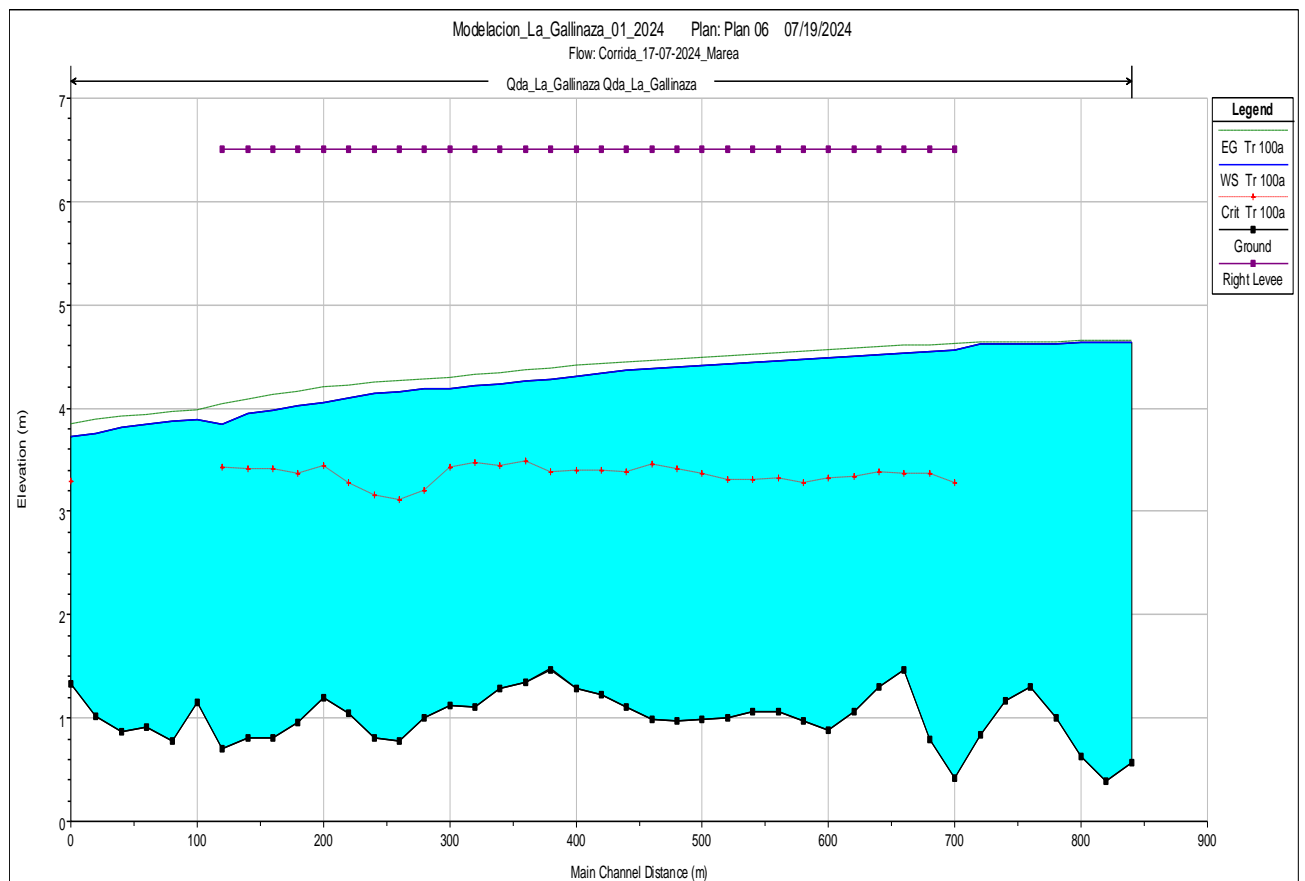


Figura 26. Salida del perfil de la qda. La Gallinaza con talud relleno de 6.50 msnm más marea para un periodo de retorno de 1 en 100 años.

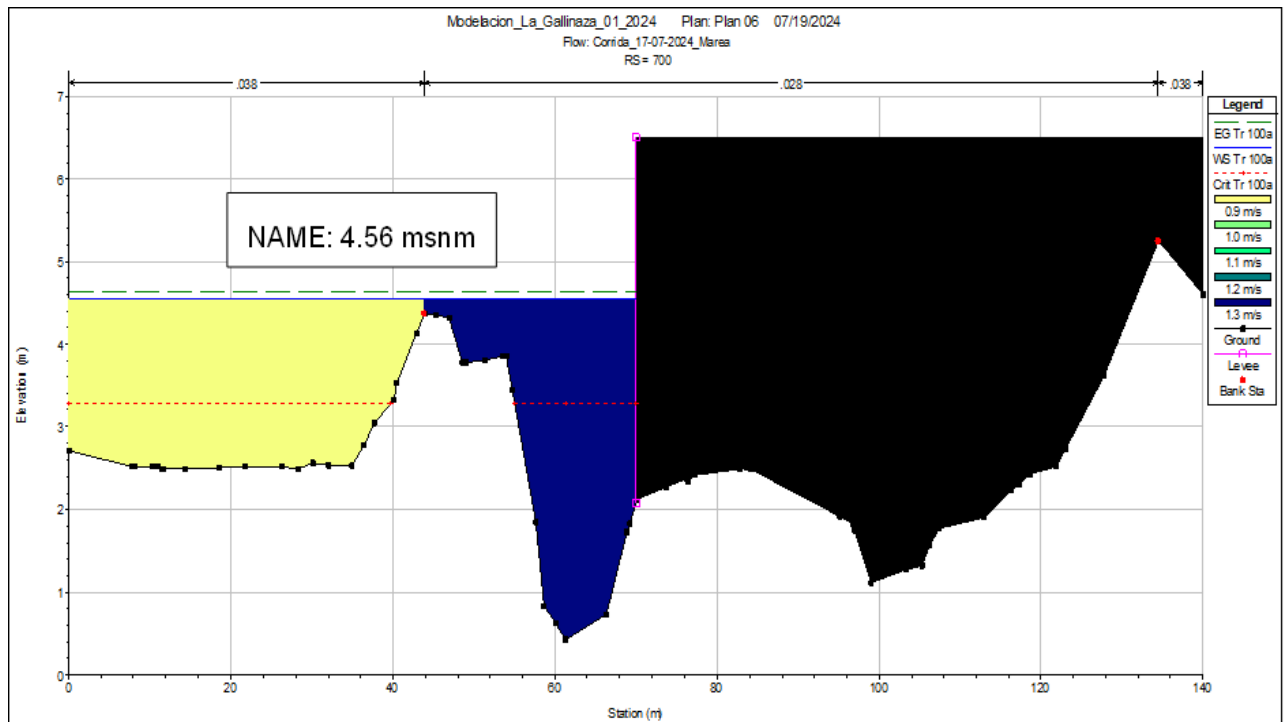


Figura 27. Sección Transversal 700.00 con talud relleno de 6.50 msnm más marea para un periodo de retorno de 1 en 100 años. NAME 4.56 msnm.

Los resultados de la modelación hidráulica para un periodo de retorno de 1 en 100 años introduciendo el talud más la elevación de la marea con un periodo de retorno de 100 años es 4.56 msnm.

17. RESULTADOS Y CONCLUSIONES:

- Los resultados de las modelaciones hidráulicas de la zona de impacto de la quebrada La Gallinaza para los periodos de retorno recomendados de 1 en 50 y 1 en 100 años representan las condiciones actuales del área.
- De los métodos analizados para obtener el caudal máximo extraordinario para los distintos periodos a analizar, se utilizó el recomendado por el MOP) a partir del año 2021. Que es el Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá.
- Los caudales máximos instantáneos obtenidos mediante este método son muy conservadores, con relación a los calculados por los métodos hidrológicos, resultando en escorrentías máximas entre 20 al 40% mayores que los métodos hidrológicos.
- Los caudales máximos extraordinarios determinados por el método de Análisis de Crecidas Máximas para la quebrada La Gallinaza hasta el sitio del proyecto es de 131 m³/s para un periodo de retorno de 1 en 50 años y de 148 m³/s para un periodo de retorno de 1 en 100 años.
- Los Niveles Máximos de Aguas Extraordinarias (NAME) para periodos de retorno de 1 en 50 y 1 en 100 años para las secciones transversales en condiciones originales del terreno son 4.24 y 4.34 msnm, respectivamente.
- Los Niveles Máximos de Aguas Extraordinarias (NAME) para periodos de retorno de 1 en 50 y 1 en 100 años para las secciones transversales en condiciones modificadas del terreno con introducción del talud son, 4.49 y 4.62 msnm, respectivamente.
- Las elevaciones obtenidas de la simulación hidráulica muestran que para las condiciones originales del terreno hay que realizar un relleno entre 2.50 a 3.00 m para alcanzar una terracería segura.
- Las elevaciones de terracería segura recomendadas por el MOP son de 1.50 m sobre el NAME, que sería en ambos casos, para Tr 1 en 50 años 5.74 msnm (4.24m + 1.50m) y de 5.84 msnm (4.34m + 1.50m), por lo que no cumple el criterio estipulado.
- Los resultados del terreno modificado con talud a elevación de 1.50 m para Tr 1 en 50 años es 5.99 msnm (4.49m + 1.50m) y de 6.12 msnm (4.62m + 1.50m) indican que la incorporación del talud o terracería para el desarrollo del proyecto no tiene impacto significativo en la elevación por inundación del río.
- Introduciendo a la modelación hidráulica el relleno más el efecto de mareas para periodos de retorno de 1 en 50 y 1 en 100 años no tiene impactos significativo en el relleno propuesto.
- Los resultados de las corridas para la quebrada La Gallinaza, indica que la implantación del talud o terracería para el desarrollo del proyecto cumple con los criterios del MOP y con la zona de amortiguamiento ambiental.

18. RECOMENDACIONES:

- Dentro de los terrenos del proyecto, mantener una zona de amortiguamiento con vegetación para el desalojo e infiltración de las aguas pluviales.

- Mantener una elevación mínima de 1.50 metros sobre el nivel de aguas máximas extraordinarias (NAME).
- Se recomienda una elevación de terracería segura de 6.50 msnm.

19. BIBLIOGRAFÍA:

- Chow, V.T., Maidment, D y Mays, L. (1993). *Hidrología Aplicada*. Lugar: McGraw Hill.
- Chow, V.T. (1995). *Hidráulica de Canales Abiertos*. Lugar: McGraw Hill.
- Gonzalez D., Jaramillo I y De Calzadilla L. G. (2008). *Resumen Técnico Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá*. Panamá.
- Linsley, R. y Franzini, J. (1984). *Ingeniería de los Recursos Hidráulicos*. Lugar: CECSA.
- Lau A. y Pérez A. (2015) *Generación de Relaciones Intensidad Duración Frecuencia para Cuencas en La República de Panamá*. Universidad Tecnológica de Panamá.
- Ministerio de Ambiente (2010). *Atlas Ambiental de la República de Panamá*. Panamá.
- “MANUAL DE REQUISITOS PARA LA REVISIÓN DE PLANOS, TERCERA EDICIÓN” (PARÁMETROS RECOMENDADOS EN EL DISEÑO DEL SISTEMA DE CALLES, Y DRENAJES PLUVIALES DE ACUERDO CON LO EXIGIDO POR EL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS). Tercera Edición, Revisada 2019-2021 según Gaceta Oficial Digital, del martes 15 de junio de 2021.
- Ministerio de Vivienda (2003). *Requisitos-Dirección-Nacional-de-Ventanilla-Única-Urbanizaciones-y-Segregaciones*. Panamá.

ANEXOS:

Anexo 1: Secciones del levantamiento hidrotopográfico de la quebrada La Gallinaza utilizadas para la modelación.

Secciones transversales del tramo de la quebrada La Gallinaza.			
LEVANTAMIENTO HIDROGRÁFICO		LEVANTAMIENTO HIDROGRÁFICO QUEBRADA LA GALLINAZA	
Sección del levantamiento	Sección del levantamiento	Sección del levantamiento	Sección del levantamiento
1	840.0	36	140.0
2	820.0	37	120.0
3	800.0	38	100.0
4	780.0	39	80.0
5	760.0	40	60.0
6	740.0	41	40.0
7	720.0	42	20.0
8	700.0	43	0.0
9	680.0		
10	660.0		
11	640.0		
12	620.0		
13	600.0		
14	580.0		
15	560.0		
16	540.0		
17	520.0		
18	500.0		
19	480.0		
20	460.0		
21	440.0		
22	420.0		
23	400.0		
24	380.0		
25	360.0		
26	340.0		
27	320.0		
28	300.0		
29	280.0		
30	260.0		
31	240.0		
32	220.0		
33	200.0		
34	180.0		
35	160.0		

Anexo 2: Informe de levantamiento hidro topográfico.

INFORME TECNICO



ESTUDIO TOPOGRAFICO

FINCA 249065

DOCUMENTO REGISTRAL 802815

CODIGO DE UBICACIÓN 8712

PROPIEDAD DE

BA COSTA HOLDINGS S. DE R.L.

Y

COLINDANCIA CON QUEBRADA LA GALLINAZA

PROVINCIA DE PANAMA,

DISTRITO DE PANAMA,

CORREGIMIENTO DE JUAN DIAZ,

LUGAR COSTA SUR

ELABORADO POR

TOP. ARISTIDES CASTILLO T.



PANAMA, LUNES, 8 DE JULIO DE 2024.

INFORME TÉCNICO TOPOGRÁFICO

1. Introducción

El presente informe técnico describe el levantamiento topográfico realizado a la Finca 249065, Documento Registral 802815, propiedad de BA COSTA HOLDINGS S. DE R.L. y su colindancia con la Quebrada La Gallinaza.

El levantamiento topográfico se llevó a cabo en el área delimitada por las coordenadas geográficas con datum WGS-84 en

Latitud= 09°01'49.71" N ~ Longitud= 79°24'53.03" W,

La finca se ubicada en la provincia de Panamá, Distrito de Panamá, Corregimiento de Juan Diaz, lugar Costa Sur. Esta zona de estudio se encuentra adyacente a importantes ecosistemas de manglar y humedales, el terreno se caracteriza por tener una topografía predominantemente plana y baja, con elevaciones promedio que oscilan entre los 0.5 y 3 metros sobre el nivel del mar.

Se observó un dique en pleno deterioro por falta de mantenimiento preventivo y el crecimiento de la masa vegetal tipo mangle y alto nivel de sedimentación del suelo donde se conformaron los taludes del dique en ambas caras de la Quebrada Canalizada. En el historial de imágenes de Google Earth, se observa que en para el año 2015 y 2016 se realizó una limpieza y restauración de diques sobre la canalización de la quebrada La Gallinaza, ya para este año 2024 la sedimentación ha obstruido flujo libre de aguas que descargan al mar.

Los ecosistemas de Manglar que aquí encontramos se encuentran fuertemente influenciados por las fluctuaciones de las mareas y los niveles de agua, presentando zonas intermareales y periodos de inundación temporal.

La vegetación en estas zonas está compuesta por especies hidrófitas características, como los diferentes tipos de mangle, juncos y plantas

acuáticas. Estos sistemas albergan una rica biodiversidad de aves, peces, crustáceos anfibios y reptiles.

Los suelos de estas áreas se caracterizan por ser inundados o estar saturados de agua durante periodos prolongados, lo que les confiere una naturaleza hidrológica particular. Esto, sumado a la presencia del complejo sistema radicular de los manglares, contribuye a la estabilización de los sedimentos y suelos.

Los trabajos de campo se realizaron entre 27-may-2024 y 21-jun-2024, utilizando tecnología GNSS (Global Navigation Satellite System) de alta precisión, complementada con el empleo de estaciones totales y otras herramientas de medición.

2. Objetivos del levantamiento topográfico

El objetivo principal de este estudio es obtener información precisa y detallada sobre las características físicas del terreno, incluyendo la topografía especial para realizar el estudio hidrológico y otros elementos relevantes, de manera que se pueda contar con los insumos necesarios para el diseño y planificación del futuro proyecto a desarrollar.

3. Metodología

Este informe presenta la metodología aplicada, los resultados obtenidos y el correspondiente análisis de la información topográfica recopilada. Los hallazgos de este estudio servirán de base para los próximos pasos del proyecto.

- Tipo de levantamiento

Para la realización del estudio topográfico del área de interés, se llevó a cabo un levantamiento terrestre utilizando tecnología GNSS (Global

Navigation Satellite System) de alta precisión, complementado con el empleo de estaciones totales.

El levantamiento GNSS se basó en el uso de receptores de doble frecuencia, los cuales permitieron obtener coordenadas tridimensionales (X, Y, Z) de puntos de control distribuidos estratégicamente a lo largo del sitio. Estos puntos de control fueron materializados en el terreno mediante hitos o señales claramente identificables.

Adicionalmente, se utilizaron estaciones totales para complementar y densificar la red de puntos levantados con GNSS. Las estaciones totales permitieron capturar detalles topográficos adicionales, como cambios abruptos en la superficie, drenajes, elementos construidos, entre otros.

La integración de los datos recopilados con GNSS y estaciones totales permitió la generación de un modelo digital del terreno (MDT) preciso y detallado, que refleja fielmente las características topográficas del área de estudio.

El procesamiento y análisis de los datos se llevó a cabo utilizando software especializado en topografía

- **Método de posicionamiento**

La metodología de posicionamiento GNSS incluyó los siguientes pasos:

- 1) **Establecimiento de una estación base GNSS:**

Se instaló una estación base GNSS utilizando la Tecnología NTRIP VRS de la Red Geodésica de Estaciones Permanentes TOPORED, cuyas coordenadas están debidamente calculadas a partir de estaciones pertenecientes a la red GEODESICA NACIONAL del INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL TOMMY GUARDIA, en un

punto de control de coordenadas en el sitio de proyecto, desde la cual se transmitieron correcciones diferenciales a los receptores móviles.

2) Levantamiento de puntos de control:



Los receptores móviles GNSS se utilizaron para levantar puntos de control, cuyas coordenadas tridimensionales fueron determinadas mediante procesamiento diferencial con la estación base en sitio a través de GNSS RTK (Real Time Kinematic), la cual permite obtener coordenadas tridimensionales de alta precisión en tiempo real.

Instituto Geográfico Nacional
"Tommy Guardia"



FICHA TÉCNICA DE SEÑAL GEODÉSICA

Nombre de la Estación:		Características de la Marca:	
Aeropuerto Tocumen		Placa de Cobre de 4 cm.	
Número/Código:		Establecida por:	
16		IGNTG/Contratista	
Localidad:		Ubicación:	
Tocumen		Aeropuerto Tocumen	
Datum:		Elipsoide:	
WGS-84 / ITRF-97		WGS-84	
Latitud	Longitud	Altura Elipsoidal	
09 ° 04 ' 14.960529 "	79 ° 23 ' 17.332470 "	28.5560 m.	
X Geocéntrica	Y Geocéntrica	Z Geocéntrica	
1159976.610 m.	-6191196.894 m.	998902.630 m.	
Norte	Este	Zona	
1003075.046 m.	677152.854 m.	17	
Modelo Geoidal	Altura Geoidal	Fecha	Orden
EGM-96	14.90 m.	ABRIL - 2001	RED PRIMARIA



RESEÑA ESTACIÓN PERMANENTE

SITUACIÓN:

Estado: **Activo**
Nombre: **Panamá**
Fecha de instalación: **10-08-2018**
Altura instrumental: **0.00 Metros.**

Código
PANA
Red
TOPORED

País: **Panamá**
Provincia: **Panamá**
Ciudad: **Ciudad de Panamá**

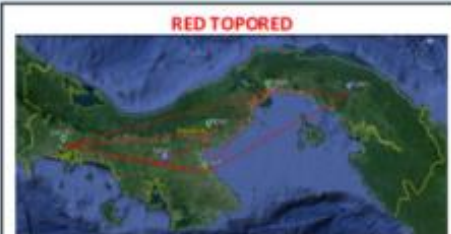


Localización: **Plaza Fanny, Calle 10 Río Abajo Final, Av. La Pulida.**
Construcción: **Mástil fundido en concreto, las marcas de las coordenadas se encuentran en la parte superior del mástil.**

COORDENADAS
GEOGRÁFICAS WGS-84
✚ Latitud: **09° 01' 05.29403" N**
✚ Longitud: **79° 30' 08.34934" W**
✚ Altura elipsoidal: **40.1063**

UTM WGS-84 ZONA 17N
✚ UTM este X: **664625.801**
✚ UTM norte Y: **997194.6916**
Las coordenadas de esta estación están debidamente calculadas a partir de estaciones pertenecientes a la red GEODESICA NACIONAL del INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL TOMMY GUARDIA.

INSTRUMENTACIÓN
RECEPTOR:
✚ Marca: **Hi-Target**
✚ Modelo: **V-net 8 Plus**
ANTENA:
✚ Marca: **Hi-target**
✚ Modelo: **HITAT35101CR+HITS**

INFORMACIÓN ADICIONAL
✚ Link de calibración antena según NOAA:
https://www.ngs.noaa.gov/ANTCAL/LoadFile?file=HITAT35101CR_HITS.atx
✚ Intervalo de grabación: **15 segundos**
✚ Datos de grabación: **Diario 24 horas, corte 23:30 Horas.**
✚ Tecnología: **Ntrip VRS**
✚ Email de contacto: afernandez@casadeltopografo.com



mayor información:
DIRECCIÓN: Plaza Fanny, Calle 10 Río Abajo Final, Av. La Pulida.
TELÉFONO: 2911-4099
WWW.CASADELTPOGRAFO.COM
PRODUCTO DE CASA DEL TOPOGRAFO

75

3) Densificación de la red:

- Adicionalmente, se emplearon estaciones totales para densificar la red de puntos levantados, capturando detalles topográficos del terreno.
- El procesamiento de los datos GNSS se realizó mediante software especializado, aplicando técnicas de post-procesamiento para mejorar la precisión de las coordenadas obtenidas. Esto incluyó el uso de correcciones diferenciales, soluciones de fase fija y el ajuste de la red de puntos de control.
- La integración de los datos GNSS y de estaciones totales permitió generar un modelo digital del terreno (MDT) de alta precisión, que refleja fielmente las características topográficas del área de estudio.

4) Configuración de los equipos utilizados

- Estación Base GNSS:
Marca/Modelo: Topcon/ Hiper
Receptor de doble frecuencia L1/L2
Antena de referencia Hiper V
Conexión a red para transmisión de correcciones diferenciales
Alimentación mediante batería y/o conexión a la red eléctrica
- Receptores Móviles GNSS:
Marca/Modelo: EFIX/ F
Receptores de doble frecuencia L1/L2
Antenas GNSS integradas EFIX F7
Capacidad de recepción de correcciones diferenciales en tiempo real
Almacenamiento interno de datos y conectividad Bluetooth/Wi-Fi
Alimentación mediante baterías recargables
- Estaciones Totales:
Marca/Modelo: Topcon/ ES105

Resolución angular: 5 segundo de arco

Pantalla/Teclado: 2 LCD/ Alfanumérico

Precisión de medición de distancias: 2 mm + 2 ppm

Compensador de doble eje

Alimentación mediante baterías recargables

5) Procedimientos de campo

(a) Establecimiento de la Estación Base GNSS:

- Selección de un punto de coordenadas conocidas (puntos de control) para instalar la estación base.
- Nivelación y centrado preciso del receptor GNSS en el punto.
- Configuración de la estación base para la transmisión de correcciones diferenciales en tiempo real.
- Verificación de la conexión y transmisión de datos a los receptores móviles.
- Mediciones con Receptores Móviles GNSS:
- Distribución estratégica de los receptores móviles en el área de trabajo.
- Captura de coordenadas tridimensionales de los puntos de interés.
- Registro continuo de las mediciones con actualización en tiempo real.
- Control de la calidad de las mediciones mediante indicadores como PDOP, número de satélites, etc.

(b) Levantamiento Complementario con Estaciones Totales:

- Establecimiento de puntos de control adicionales mediante estaciones totales.
- Medición de puntos característicos, bordes, estructuras, etc. con alta precisión.

- Integración de las mediciones de la estación total con los datos GNSS.
- Verificación de la consistencia entre las diferentes técnicas de medición.

(c) Control de Calidad:

- Realización de mediciones de verificación en puntos de control conocidos.
- Comparación de las coordenadas obtenidas con los valores de referencia.
- Cálculo y análisis de los errores de medición para asegurar la precisión requerida.

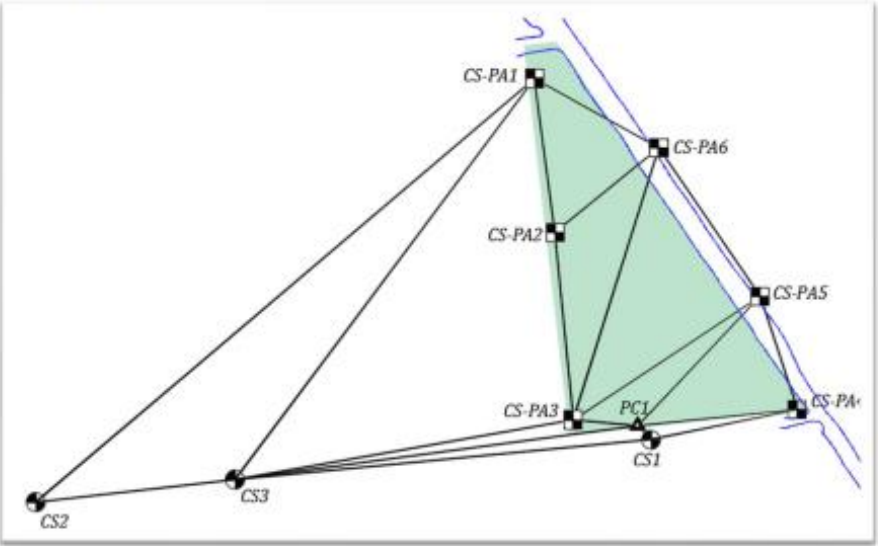
(d) Procesamiento de Datos:

- Descarga y post-procesamiento de los datos recolectados en campo.
- Aplicación de filtros y correcciones a las mediciones GNSS.
- Integración de los datos GNSS y de estación total en un modelo digital del terreno.
- Generación de cartografía y productos finales (planos, secciones transversales).



4. Puntos de control

Ubicación de los puntos de Control Establecidos para realizar el estudio topográfico:



Las Coordenadas utilizadas se muestran en el Sistema de Proyección UTM (Universal Transversal de Mercator), Zona17 en el Hemisferio Norte, con Datum Geodésico de Referencia (WGS84):

Tabla con Puntos de Control Permanente

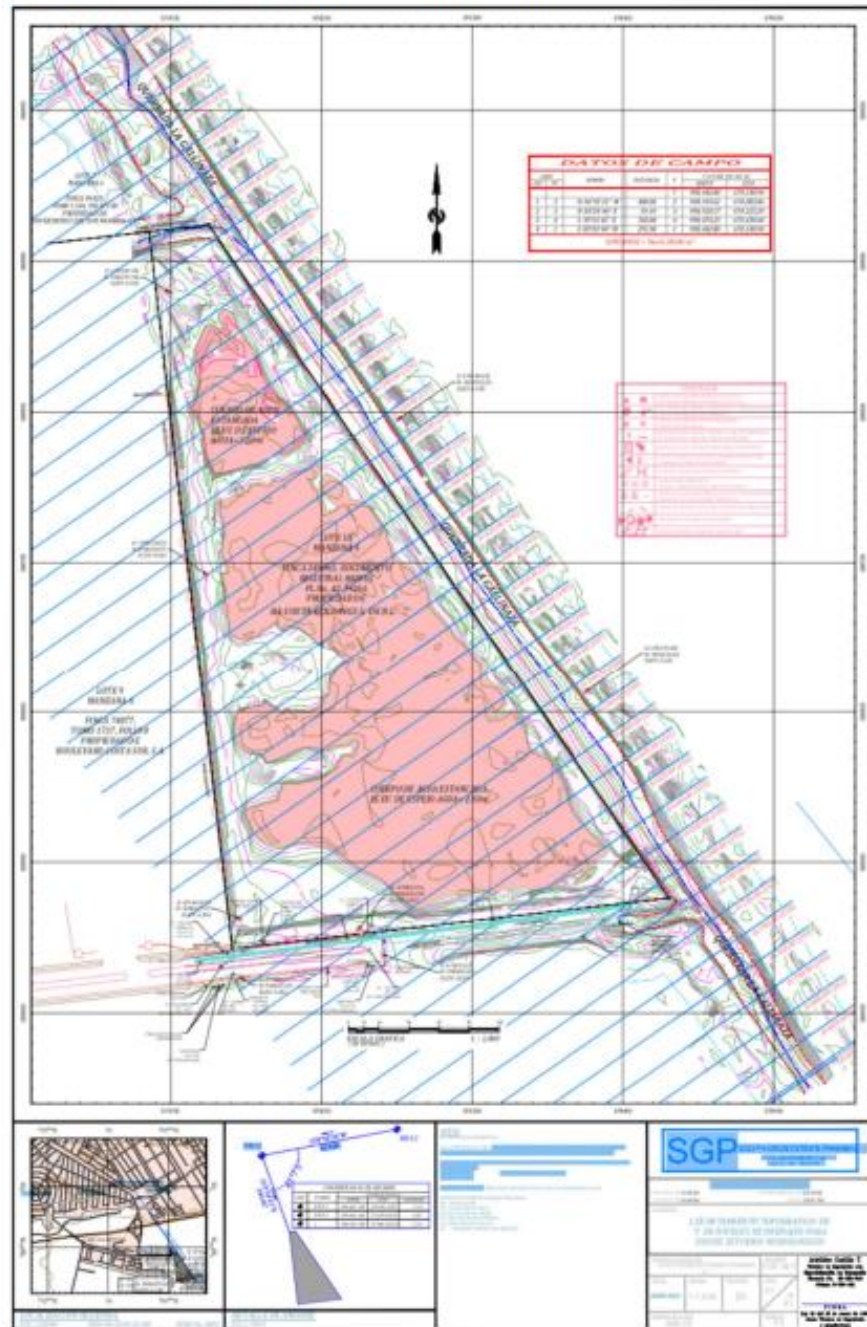
Nombre	Este	Norte	Elevación	Observación
PC1	674224.766	998455.839	5.895	Pin empotrado en Concreto
CS1	674241.223	998438.639	6.059	Pin a presión Perforado en Concreto
CS2	673487.643	998361.978	6.615	Pin a presión Perforado en Concreto
CS3	673731.581	998389.677	6.247	Pin a presión Perforado en Concreto

Tabla con Puntos de Control Auxiliar

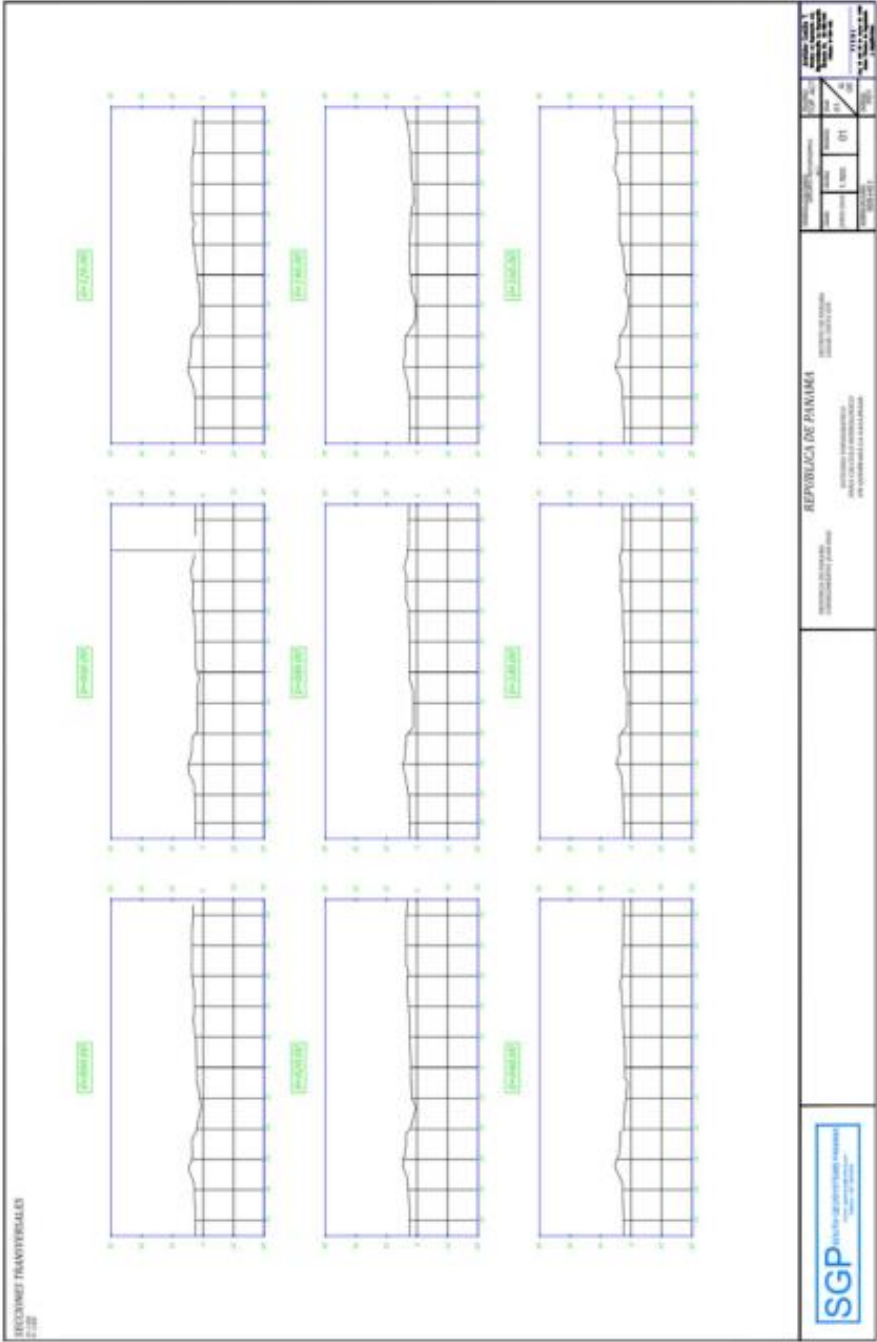
Nombre	Este	Norte	Elevación	Observación
CS-PA1	674098.704	998879.796	4.422	Pin de hierro enterrado en suelo firme
CS-PA2	674123.826	998692.077	4.032	Pin de hierro enterrado en suelo firme
CS-PA3	674145.878	998462.797	4.394	Pin de hierro enterrado en suelo firme
CS-PA4	674421.212	998475.673	4.303	Pin de hierro enterrado en suelo firme
CS-PA5	674375.441	998613.664	3.621	Pin de hierro enterrado en suelo firme
CS-PA6	674250.812	998795.224	3.543	Pin de hierro enterrado en suelo firme

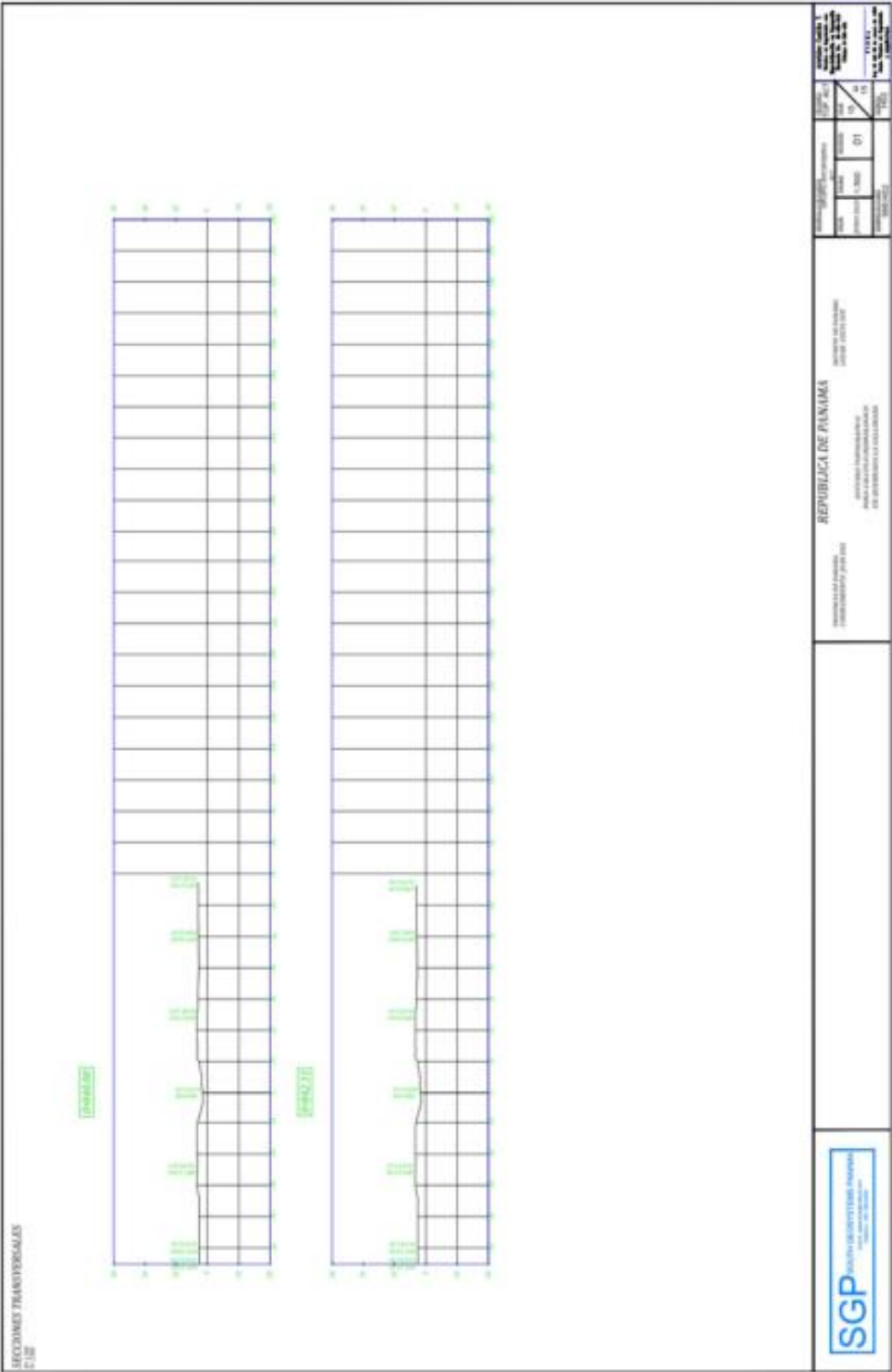
5. Resultados del levantamiento

1. Planos topográficos (digitales o impresos)



2. Perfiles transversales





6. Conclusiones y recomendaciones

1) Conclusiones sobre el Trabajo Realizado

- El levantamiento topográfico se llevó a cabo con éxito, cumpliendo con los requisitos de precisión y calidad establecidos para el proyecto.
- La integración de los sistemas GNSS y estación total permitió obtener un modelo digital del terreno completo y preciso, con una cobertura exhaustiva del área de estudio.
- Los controles de calidad realizados, incluyendo mediciones de verificación en puntos de control, demostraron que los datos recolectados cumplen con los estándares de precisión requeridos.
- El procesamiento y análisis de los datos resultó en la generación de productos cartográficos y modelos digitales confiables, que servirán de insumo clave para las siguientes etapas del proyecto.
- La documentación detallada de los procedimientos de campo y el control de calidad garantiza la trazabilidad y validez de los datos generados.

2) Recomendaciones para Usos Posteriores de los Datos

- Utilizar los datos topográficos como insumo fundamental para el diseño de infraestructura, la planificación de obras y la modelación de procesos físicos en el área de estudio.
- Integrar los datos topográficos con información adicional, como estudios geológicos, hidrológicos o ambientales, para realizar análisis más completos y tomar decisiones informadas.
- Mantener actualizada la información topográfica a través de levantamientos periódicos, especialmente en áreas donde se prevén cambios significativos en el terreno.
- Compartir los datos topográficos con las autoridades y partes interesadas, respetando los protocolos de seguridad y privacidad, para facilitar la coordinación y el desarrollo de proyectos en la zona.
- Emplear los datos topográficos en la generación de modelos 3D, simulaciones y visualizaciones que permitan una mejor comprensión y comunicación del entorno físico.

Anexo 3: Informe de Inspección a sitio por el Consultor.



INSPECCION “PROYECTO LA GALLINAZA”.

INFORME DE GIRA

12 de julio de 2024

DESCRIPCIÓN BREVE

Inspección de la zona donde se localiza el proyecto “Colegio Balboa Academy – Costa Sur”, para complementar la información para el desarrollo del estudio hidrológico e hidráulico.

Johnny A. Cuevas M.

Tabla de Contenido

1. ANTECEDENTES:	
88	
2. OBJETIVOS	DE LA INSPECCIÓN:
.....	88
3.DESCRIPCIÓN	EL PROYECTO
.....	88
4.INSPECCION	AL SITIO:
.....	89
5.DETALLE	DE LA INSPECCIÓN:
.....	91
RESULTADOS:	94
6.ANEXO	1:
.....	¡Error! Marcador no definido.

1. ANTECEDENTES:

Para complementar la información para el desarrollo del estudio hidrológico e hidráulico del Proyecto “Colegio Balboa Academy- Costa Sur”, se coordinó con el Ing. Gonzalo Menéndez la inspección al sitio del futuro proyecto.

El proyecto se localiza en la vía Corredor Norte, en la mano derecha viajando hacia el Aeropuerto de Tocumen, contiguo al residencial Costa Mare, corregimiento de Don Bosco, distrito de Panamá, Provincia de Panamá y consiste en la construcción de un colegio, oficinas administrativas, edificio de salones de clases, sanitarios y vestidores, depósito y áreas de estacionamientos.

2. OBJETIVOS DE LA INSPECCIÓN:

Recorrido del Consultor por la zona donde se localizará las estructuras para el desarrollo del proyecto.

Reconocer el cuerpo de agua principal que desaloja los aportes de la escorrentía superficial y recorrido por el terreno del proyecto.

Identificar el tipo de vegetación, bosques y suelos colindantes para establecer los coeficientes de Manning que alimentarán el modelo hidráulico.

3. DESCRIPCIÓN EL PROYECTO

El Proyecto denominado “COLEGIO BALBOA ACADEMY - COSTA SUR”, se encuentra localizado geográficamente en las coordenadas 79°24'46.37" de longitud Oeste y 9° 1'45.58" de latitud Norte, al final de la Avenida de Los Colegios de la Urbanización La Marina, Corregimiento de Don Bosco, Ciudad de Panamá, aproximadamente a 15 km en línea recta al Este de la ciudad de Panamá. Ver Figura 1, mapa de localización del proyecto.

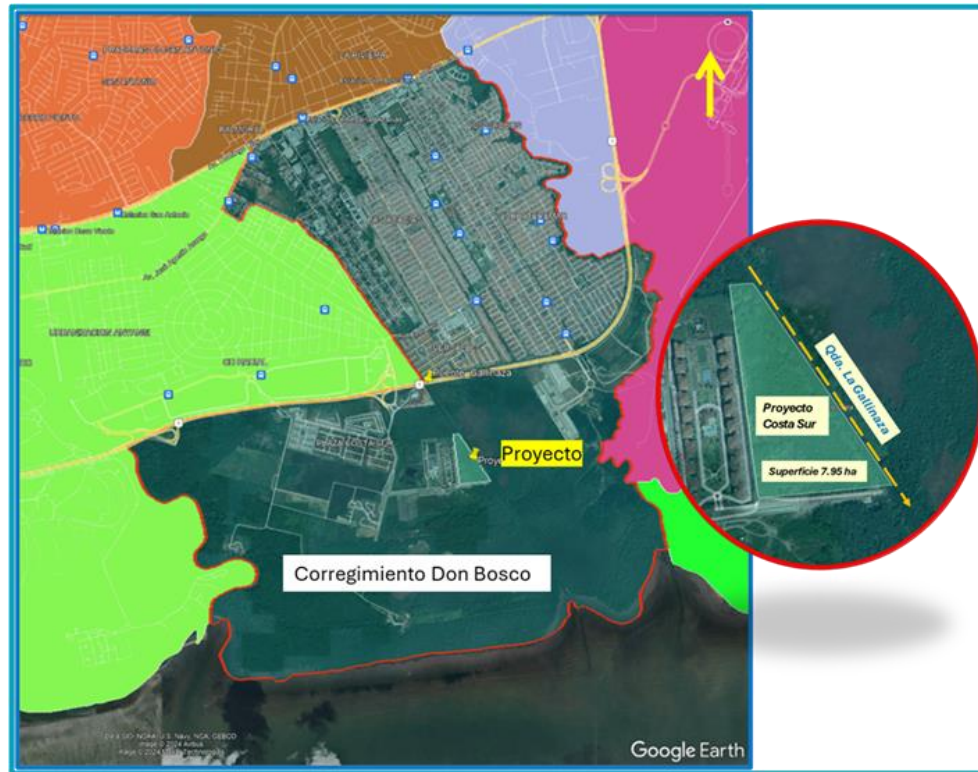


Ilustración 1. Localización del Proyecto Colegio Balboa Academy – Costa Sur.

Fuente: Consultor-

4. INSPECCION AL SITIO:

La inspección de campo se realizó en compañía del Sr. Edwin Martínez el miércoles 12 de julio de 2024.

Estado del tiempo: Soleado y húmedo.

Hora: 10:15 – 11:30 am

Se llegó al sitio del proyecto a las 10:15 e iniciamos con la identificación de los límites de propiedad localizados en la del futuro proyecto y se mpo en que consiste el proyecto y los límites del lote donde se propone desarrollarlo.

El recorrido realizado fue el siguiente:

- P1: Inicio del recorrido en el pin 1 localizado al Sur proyecto.

- P4: Recorrido por el borde del polígono del proyecto que colinda con la carretera de acceso a la zona (en construcción) y que conecta con el canal de la quebrada La Gallinaza.
- P3: No se pudo llegar debido a las condiciones fangosas del terreno.
- P2: Inspección del pin 3 del terreno a desarrollar que se encuentra contiguo al complejo Residencial Costa Mare.

En la Ilustración 2 se presenta el recorrido realizado durante la inspección del viernes 12 de julio de 2024, Puntos P1, P4 y P2.

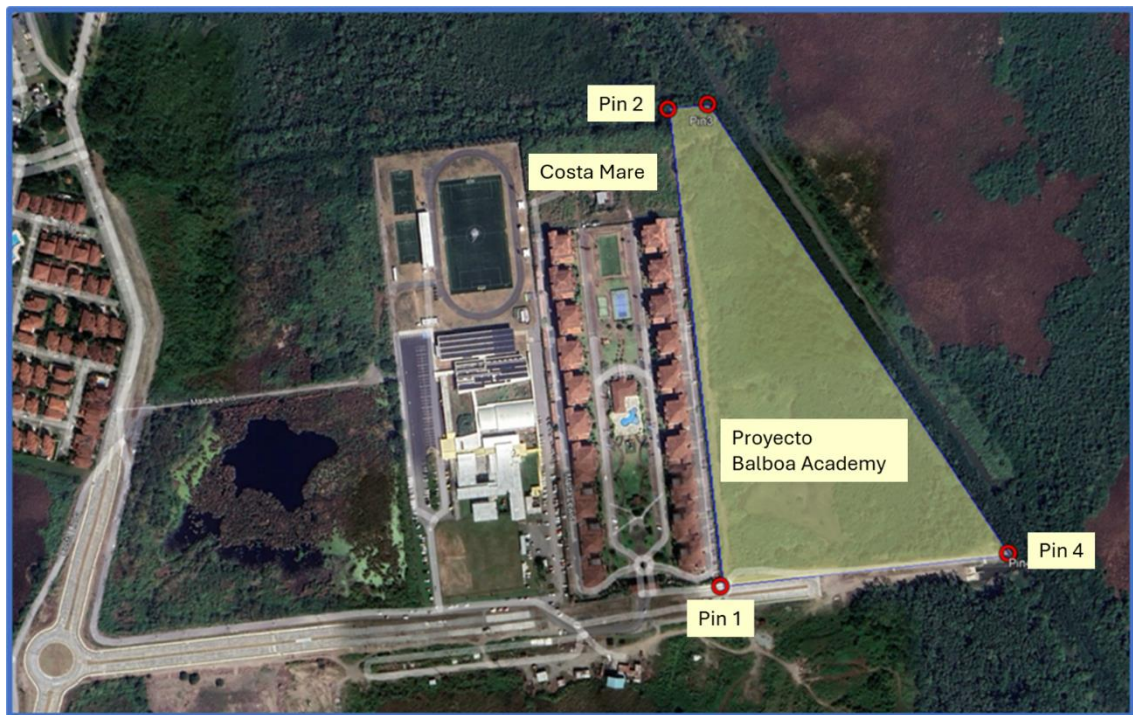


Ilustración 2. Sitios visitados el **12 de julio** de 2024. Puntos P1 a P3.

Fuente: Consultor

5. DETALLE DE LA INSPECCIÓN:

Punto 1:

Se inició la inspección en el extremo Sur del polígono propuesto para desarrollar el proyecto, contiguo al complejo residencial Costa Mare. El pin 1 se localiza contiguo a la Avenida denominada de Los Colegios que comunica a la avenida Costa Linda con la zona, que actualmente se encuentra en desarrollo de distintos proyectos residenciales.

La vista es desde Norte hacia el Sur del proyecto y se puede observar hacia la mano derecha un remanente de bosque galería del río Agua Mula compuesto por árboles secundarios con altura entre 8 a 12 metros de altura. Estos se localizan principalmente en la margen izquierda del río.



Ilustración 3. Vista hacia el pin 1, inicio de la inspección, del polígono donde se desarrollará el proyecto.

Fuente: Consultor 12-07-2024

Punto 2:

El punto 2 se localiza al Norte de polígono del proyecto, contiguo al residencial Costa Mare. En este punto se pudo observar un remanente de arbustos y hacia el Este (pin 4), exuberante vegetación de remanentes de manglares de corta edad. Se accedió al sitio por medio de una trocha compactada y bastante limpia. La cobertura vegetal del terreno viendo hacia el Este del camino, está compuesta principalmente por paja canalera (*Saccharum Spontaneum*), algunos arbustos y agua empozada. Ver ilustración 4.



*Ilustración 4. Recorrido **desde el punto 1 al punto 2**, por **el camino contiguo al residencial Costa Mareav** que colinda con el polígono del proyecto.*

Fuente: Consultor 12-07-2024

Punto 3:

Al punto 3 no se pudo llegar debido a la vegetación espesa y el terreno cenagoso saturado de agua.

Punto 4:

El punto 4 se localiza al Sur y Este del proyecto y contiguo al canal de la quebrada La Gallinaza. Se pudo identificar que existe un sistema pluvial contiguo a la futura calle y otro sistema que corre debajo de la calle.

Se observa que el canal de la Gallinaza ha sido invadido por la vegetación de manglar que existe en el área- Se debe considerar la recuperación del canal cuando se desarrolle el proyecto.

Este es el punto más bajo del proyecto y el polígono del terreno se encuentra saturado de agua y cubierta de vegetación típica de zona de manglares y ciénagas.

Luego de realizada la inspección, se pudo observar que el terreno donde se planea desarrollar el proyecto requerirá de ser sometido a un tratamiento geotécnico severo para poder ser utilizado para la construcción de estructuras permanentes. Ver ilustración



Ilustración 5. Vista hacia el punto 4 donde se observa el canal de la quebrada en el lado derecho.

Fuente: Consultor 12-07-2024



Ilustración 6. Punto 4 donde se localiza el pin 4 al final de la calle. Se observan dos drenajes pluviales separados.

Fuente: Consultor: 12-07-2024.

OBSERVACIÓN GENERAL:

Se pudo observar que el lote de terreno donde se propone desarrollar el proyecto Balboa Academy – Costa Sur, está totalmente anegado y la vegetación está compuesta principalmente de paja canalera, vegetación pionera y arbustos de manglares (mangle negro (*Avicennia germinans*), el mangle rojo (*Rhizophora mangle*)).



Ilustración 7. Terreno donde se propone desarrollar el proyecto. Se observa el terreno anegado y el tipo de vegetación del área.

Fuente: Consultor: 12-07-2024.

RESULTADOS:

1. El punto 1, donde inicio el recorrido, el lote de terreno se encuentra a desnivel de calle, por lo que se requiere la construcción de taludes para que el terreno sea aprovechable.
2. Se pudo observar por el recorrido por los puntos 2 y 4, que el terreno se encuentra a desnivel con la calle e igualmente para que sea aprovechable hay que darle un tratamiento previo adecuado al tipo de suelo del polígono del terreno.
3. El cauce del canal de la quebrada La Gallinaza se ha perdido totalmente y ha sido comido por la vegetación y la sedimentación de material proveniente de aguas arriba.
4. En el punto 4 se observa un sistema de drenaje compuesto por un canal de aproximadamente 5 x 4 metros y uno tipo alcantarilla, que descarga el agua pluvial de la zona.

5. CONCLUSIONES:

Según los resultados de la inspección realizada se llegan a las consideraciones siguientes:

- Se observó que el canal de la quebrada La Gallinaza ha perdido su cauce y ha sido invadido por los remanentes de bosques tipo manglar y los sedimentos provenientes de aguas arriba.
- Para que el polígono del terreno pueda ser aprovechado por el promotor del proyecto, se requiere realizar un tratamiento geotécnico intensivo para mejorar la capacidad de soporte del suelo.
- Se requiere de un movimiento de tierra para lograr el grado de terracería seguro y que contemple además la construcción de taludes para lograr el nivel de la calle.
- El desarrollo del proyecto tendrá un impacto positivo en la comunidad por el desarrollo de un colegio que evita que los estudiantes se desplacen fuera de su sitio.

