





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIRIQUÍ  
LABORATORIO DE AGUAS Y SERVICIOS FÍSICOQUÍMICOS  
REGISTRO TÉCNICO



Código  
LA-PT-4-R-1  
Versión: 11

## Informe de Resultados

Página 1 de 12

LA-INF No. 098-2021  
David, 25 de mayo de 2021.

### Planeta Panamá Consultores



No. de Informe	LA-INF No. 098-2021
Fecha de Muestreo	8 y 9 de mayo de 2021
Lugar de muestreo	Estuario Chiriquí

Licda. María J. Otero P.  
Químico  
Idoneidad N° 0689



Dra. Dafys M. Rovira R.  
Directora – Fundadora  
Idoneidad # 0040

Tel.: (507) 730-5300. Ext. 3201 y 3202. Email: [lasefunachi@gmail.com](mailto:lasefunachi@gmail.com)  
Estafeta Universitaria, David, Chiriquí, República de Panamá 0427

David, Chiriquí, Barrio El Cabrero, Campus de la Universidad Autónoma de Chiriquí, detrás del Gimnasio Rolando Smith y la Facultad de Enfermería

Cualquier alteración que ponga en duda la confiabilidad de este informe, será razón suficiente para invalidarlo. Para certificar la autenticidad de un informe de resultados remitirse por escrito a la dirección del laboratorio.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIRIQUÍ  
LABORATORIO DE AGUAS Y SERVICIOS FÍSICOQUÍMICOS  
REGISTRO TÉCNICO



Código  
LA-PT-4-R-1  
Versión: 11

## Informe de Resultados

Página 2 de 12

LA-INF No. 098-2021  
David, 25 de mayo de 2021.

### 1. RESUMEN EJECUTIVO

Remitimos el presente informe final correspondiente a los resultados de los análisis físicoquímicos y biológicos de veintisiete (27) muestras simples de agua natural de acuerdo a los parámetros ofertados y aceptados en el registro LA-PG-2-R-2 No. 160-2021 del 8 de mayo de 2021.

La calidad de nuestros resultados está basada en un Sistema de Gestión acreditado por el Consejo Nacional de Acreditación (CNA) Norma **DGNTI-COPANIT ISO/IEC 17025:2006**. Cualquier aclaración o sugerencia gustosamente le atenderemos.

### 2. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Nombre del cliente	Planeta Panamá Consultores
Dirección del cliente	Panamá
Persona de contacto	Lic. Ana García
Celular	6616-2492

### 3. INFORMACIÓN TÉCNICA

Aspectos Importantes del muestreo	Las muestras <b>AN-154, AN-155, AN-156, AN-157, AN-158, AN-159, AN-160, AN-161, AN-162, AN-163, AN-164, AN-165, AN-166, AN-167, AN-168, AN-169, AN-170 y AN-171</b> ; fueron colectadas por el personal de nuestro Laboratorio: <b>Abigail González y Andrés Montenegro</b> , el día 8 de mayo de 2021, entre las 10:08 a.m. y 4:47 p.m., y fueron recibidas en el Laboratorio a las 8:00 p.m. del día 8 de mayo de 2021. Las muestras <b>AN-172, AN-173, AN-174, AN-175, AN-176, AN-177, AN-178, AN-179 y AN-180</b> ; fueron colectadas por el <b>Interesado</b> , el día 9 de mayo de 2021 y fueron recibidas en el Laboratorio a las 10:30 a.m. del día 10 de mayo de 2021.
Método o procedimiento de muestreo	Procedimiento (LA-PT-6 Muestreo) basado en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater". 23 <sup>rd</sup> edition, 2017. AWWA- WEF-APHA.
Condiciones ambientales de muestreo o transporte	Durante el muestreo el día estuvo nublado. Las muestras fueron custodiadas desde el sitio de colecta hasta la entrega en el Laboratorio (Cadena de Custodia).
Instrumentos y equipos utilizados	Incubadora de Microbiología Cámara de Bioseguridad

*Licda. María J. Otero P.*

Químico

Idoneidad N° 0689

Tel.: (507) 730-5300, Ext. 3201 ó 3202, Email: [lasefunachi@gmail.com](mailto:lasefunachi@gmail.com)  
Estafeta Universitaria, David, Chiriquí, República de Panamá 0427

David, Chiriquí, Barrio El Cabrero, Campus de la Universidad Autónoma de Chiriquí, detrás del Gimnasio Rolando Smith y la Facultad de Enfermería

*Dra. Dafys M. Rovira R.*

Directora – Fundadora

Idoneidad # 0040



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIRIQUÍ  
LABORATORIO DE AGUAS Y SERVICIOS FISICOQUÍMICOS  
REGISTRO TÉCNICO



Código  
LA-PT-4-R-1  
Versión: 11

## Informe de Resultados

Página 3 de 12

LA-INF No. 098-2021

David, 25 de mayo de 2021.

	3. Higrotermómetros y Termómetros 4. Bureta Digital 5. Turbidímetro 6. Espectrofotómetro UV-Visible 7. Rota vapor 8. Hornos y Balanza 9. Reactor de DQO 10. Incubadora para Demanda Bioquímica de Oxígeno
Actividad o CIU relacionado a las muestras	No aplica.
Análisis solicitado(s)	Se describen en los resultados.
Lugar donde se realizaron los análisis	Los parámetros fueron realizados en las instalaciones de LASEF.
Condiciones ambientales de los análisis	Los parámetros se realizaron bajo condiciones controladas de temperatura de <30 °C y humedad del Laboratorio de < 80%.
Análisis realizado por	Lic. Guillermo Branda, Lic. María Otero, Lic. Ruth González, Lic. Franz Robles, Lic. Luis Gutiérrez, Abigail González y Andrés Montenegro.
Período o fecha de análisis	Los ensayos fueron realizados del 8 al 15 de mayo de 2021.
Subcontrataciones o análisis realizados en otro laboratorio	No aplica.
Documento(s) de referencia de los ensayos (según aplique)	"Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater". 23 <sup>rd</sup> edition, 2017. AWWA- WEF-APHA.
Reglamento aplicable al tipo de muestra	No aplica.

*Licda. María J. Otero P.*  
Químico  
Idoneidad N° 0689



*Dra. Dalys M. Rovira R.*  
Directora – Fundadora  
Idoneidad # 0040

Tel.: (507) 730-5300. Ext. 3201 ó 3202, Email: [lasefunachi@gmail.com](mailto:lasefunachi@gmail.com)

Estafeta Universitaria, David, Chiriquí, República de Panamá 0427

David, Chiriquí, Barrio El Cabrero, Campus de la Universidad Autónoma de Chiriquí, detrás del Gimnasio Rolando Smith y la Facultad de Enfermería

Cualquier alteración que ponga en duda la confiabilidad de este informe, será razón suficiente para invalidarlo. Para certificar la autenticidad de un informe de resultados remitirse por escrito a la dirección del laboratorio.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIRIQUÍ**  
**LABORATORIO DE AGUAS Y SERVICIOS FÍSICOQUÍMICOS**  
**REGISTRO TÉCNICO**



Código  
LA-PT-4-R-1  
Versión: 11

## Informe de Resultados

Página 4 de 12

LA-INF No. 098-2021

David, 25 de mayo de 2021.

### 4. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS

Código de muestra	Sitio de muestreo	Coordenadas geográficas
AN-154	ES6/I	17P 356947 UTM 915396
AN-155	E-S5 G a 0 m	17P 355105 UTM 916109
AN-156	E-S5 G a 4 m	17P 355105 UTM 916109
AN-157	E-S4 B a 0 m	17P 353508 UTM 916170
AN-158	E-S4 B a 7 m	17P 353508 UTM 916170
AN-159	E A 1C a 0 m	17P 352665 UTM 919812
AN-160	E A 1C a 4 m	17P 352665 UTM 919812
AN-161	E S9 a 0 m	17P 355364 UTM 919647
AN-162	E S3 a 0 m	17P 354243 UTM 920620
AN-163	E S1B a 0 m	17P 352222 UTM 921006
AN-164	E S2 A a 0 m	17P 351989 UTM 921293
AN-165	E A0 a 0 m	17P 351539 UTM 921492
AN-166	E S 10 a 0 m	17P 351584 UTM 921866
AN-167	E S 10 a 8 m	17P 351584 UTM 921866
AN-168	E S 11 a 0 m, marea alta	17P 351702 UTM 922243
AN-169	E S 11 a 0 m, marea baja	17P 351702 UTM 922243
AN-170	E S 10 a 0 m, marea baja	17P 351584 UTM 921866
AN-171	E S 10 a 8 m, marea baja	17P 351584 UTM921866
AN-172	EA-0	N.A.
AN-173	ES2-A	N.A.
AN-174	ES1-B	N.A.
AN-175	EA-1C	N.A.
AN-176	ES-9	N.A.
AN-177	E-S3	N.A.
AN-178	ES4-B	N.A.
AN-179	S5-6	N.A.
AN-180	ES6-1	N.A.

Notas: AN= Agua Natural.

*Licda. María J. C.*  
Químico  
Idoneidad N° 0689



*Dra. Dalys M. Rovira R.*  
Directora – Fundadora  
Idoneidad # 0040

Tel.: (507) 730-5300. Ext. 3201 ó 3202, Email: [lasefunachi@gmail.com](mailto:lasefunachi@gmail.com)

Estafeta Universitaria, David, Chiriquí, República de Panamá 0427

David, Chiriquí, Barrio El Cabrero, Campus de la Universidad Autónoma de Chiriquí, detrás del Gimnasio Rolando Smith y la Facultad de Enfermería

Cualquier alteración que ponga en duda la confiabilidad de este informe, será razón suficiente para invalidarlo. Para certificar la autenticidad de un informe de resultados remitirse por escrito a la dirección del laboratorio.

LA-INF No. 098-2021  
 David, 25 de mayo de 2021.

### 5. RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y BIOLÓGICOS.

Parámetros	Métodos ensayados	AN-154	AN-155	AN-156	AN-157	*VMP	Unidad
<b>FÍSICOS</b>							
•Sólidos suspendidos	Gravimétrico, SM 2540 D	4,9±0,6	4,9±0,6	18,1±0,6	15,2±0,6	N.A.	mg/L
•Sólidos totales	Gravimétrico, SM 2540 B	28 720±1 963	28 880±1 974	31 080±2 124	28 720±1 963	N.A.	mg/L
•Turbiedad	Nefelométrico, SM 2130 B	3,1±0,2	3,7±0,2	5,9±0,4	3,4±0,2	N.A.	UNT
<b>QUÍMICOS</b>							
•Aceites y Grasas	Gravimétrico, SM 5520 B	<2	<2	<2	5±1	N.A.	mg/L
•Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Reflujo cerrado, SM 5220 D	560±37	350±38	416±37	296±38	N.A.	mg/L
•Dureza total	Titulación EDTA, SM 2340 C	4 405±176	4 855±194	5 134±205	4 585±183	N.A.	mg/L
•Fósforo total	Ácido Ascórbico, SM 4500 P E	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	N.A.	mg/L
•Nitratos	HACH, Method 8039	1,3±0,2	0,7±0,2	1,2±0,2	0,9±0,2	N.A.	mg/L
•Nitritos	Colorimétrico, SM 4500-NO2-B	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	N.A.	mg/L
•Sulfato	Method 375,4 EPA	1 842±128	2 015±127	2 260±127	1 366±131	N.A.	mg/L
<b>BIOLÓGICOS</b>							
•Coliformes totales	Tubos múltiples, SM 9221 B	14 *[5,6; 36]	22 *[6,8; 50]	2 *[0,1; 10]	22 *[6,8; 50]	N.A.	NMP/100 mL
•Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	SM 5210 B	<2	<2	<2	<2	N.A.	mg/L

**Notas:** N.A.= No Aplica, UNT= Unidad Nefelométrica de Turbiedad, NMP= Número más probable, mg/L = miligramos por litros. \*Los números entre los corchetes corresponde al valor mínimo y máximo dentro del cual existe la probabilidad de encontrar el resultado considerando un nivel de confianza del 95%, \*= Parámetros acreditados.

*Lidia, Maria J. Otero P.*  
 Químico  
 Idoneidad N° 0689

*Dra. Dalys M. Rovira R.*  
 Directora – Fundadora  
 Idoneidad # 0040




Tel.: (507) 730-5300. Ext: 3700-37202, Email: [lasdefunachi@gmail.com](mailto:lasdefunachi@gmail.com)

Estadeta Universitaria, David, Chiriquí, República de Panamá 0427

David, Chiriquí, Barrio El Cabrero, Campus de la Universidad Autónoma de Chiriquí, detrás del Gimnasio Rolando Smith y la Facultad de Enfermería


Cualquier alteración que ponga en duda la confiabilidad de este informe, será razón suficiente para invalidarlo. Para certificar la autenticidad de un informe de resultados remitirse por escrito a la dirección del laboratorio.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIRIQÚ

LABORATORIO DE AGUAS Y SERVICIOS FISCOQUÍMICOS

REGISTRO TÉCNICO



Código

LA-PT-4-R-1

Versión: 11


Informe de Resultados


Página 6 de 12

LA-INF No. 098-2021  
David, 25 de mayo de 2021.

Parámetros	Métodos ensayados	AN-158	AN-159	AN-160	AN-161	*VMP	Unidad
FÍSICOS							
•Sólidos suspendidos	Gravimétrico, SM 2540 D	26,1±0,7	6,9±0,6	15,2±0,6	19,4±0,6	N.A.	mg/L
•Sólidos totales	Gravimétrico, SM 2540 B	31 800±2 173	21 520±1 471	26 260±1 795	28 380±1 940	N.A.	mg/L
•Turbiedad	Nefelométrico, SM 2130 B	22,2±1,5	4,3±0,3	6,8±0,4	3,9±0,3	N.A.	UNT
QUÍMICOS							
•Aceites y Grasas	Gravimétrico, SM 5520 B	<2	<2	<2	<2	N.A.	mg/L
•Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Reflujo cerrado, SM 5220 D	566±37	229±38	340±38	537±37	N.A.	mg/L
•Dureza total	Titulación EDTA, SM 2340 C	5 354±214	3 846±154	4 435±177	4 825±193	N.A.	mg/L
•Fósforo total	Ácido Ascórbico, SM 4500 P E	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	N.A.	mg/L
•Nitratos	HACH, Method 8039	1,2±0,2	1,1±0,2	1,1±0,2	0,5±0,2	N.A.	mg/L
•Nitritos	Colorimétrico, SM 4500-NO2-B	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	N.A.	mg/L
•Sulfato	Method 375,4 EPA	2 128±127	1 318±132	1 860±128	1 864±128	N.A.	mg/L
BIOLÓGICOS							
•Coliformes totales	Tubos múltiples, SM 9221 B	6,8 *[1,8; 15]	130 *[36; 400]	22 *[6,8; 50]	9,3 *[3,4; 22]	N.A.	NMP/100 mL
•Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	SM 5210 B	<2	<2	<2	<2	N.A.	mg/L

Notas: N.A.= No Aplica, UNT= Unidad Nefelométrica de Turbiedad, NMP = Número más probable, mg/L = miligramos por litros. \*Los números entre los corchetes corresponde al valor mínimo y máximo dentro del cual existe la probabilidad de encontrar el resultado considerando un nivel de confianza del 95%, \*= Parámetros acreditados.

  
 Lucía María J. Otero P.  
 Químico  
 Idoneidad N° 0689


  
 Dra. Daflys M. Rovira R.  
 Directora – Fundadora  
 Idoneidad # 0040

Tel.: (507) 730-5300. Ext. 328/329/330/331 Email: [lascfunachi@gmail.com](mailto:lascfunachi@gmail.com)

Estadeta Universitaria, David, Chiriquí, República de Panamá 0427

David, Chiriquí, Barrio El Cabrero, Campus de la Universidad Autónoma de Chiriquí, detrás del Gimnasio Rolando Smith y la Facultad de Enfermería


Cualquier alteración que ponga en duda la confiabilidad de este informe, será razón suficiente para invalidarlo. Para certificar la autenticidad de un informe de resultados remitirse por escrito a la dirección del laboratorio.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIRIQUÍ

LABORATORIO DE AGUAS Y SERVICIOS FISCOQUÍMICOS

REGISTRO TÉCNICO



Código

LA-PT-4-R-1

Versión: 11


Informe de Resultados

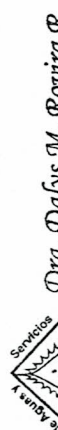
Página 7 de 12

LA-INF No. 098-2021  
David, 25 de mayo de 2021.

Parámetros	Métodos ensayados	AN-162	AN-163	AN-164	AN-165	*VMP	Unidad
FÍSICOS							
•Sólidos suspendidos	Gravimétrico, SM 2540 D	6,3±0,6	17,0±0,6	17,7±0,6	17,4±0,6	N.A.	mg/L
•Sólidos totales	Gravimétrico, SM 2540 B	28 840±1 971	25 260±1 726	24 660±1 685	24 500±1 674	N.A.	mg/L
•Turbiedad	Nefelométrico, SM 2130 B	3,4±0,2	6,2±0,4	5,1±0,3	4,7±0,3	N.A.	UNT
QUÍMICOS							
•Aceites y Grasas	Gravimétrico, SM 5520 B	<2	<2	<2	<2	N.A.	mg/L
•Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Reflujo cerrado, SM 5220 D	400±37	338±38	350±38	342±38	N.A.	mg/L
•Dureza total	Titulación EDTA, SM 2340 C	4 565±183	4 145±166	4 135±165	4 026±161	N.A.	mg/L
•Fósforo total	Ácido Ascórbico, SM 4500 P E	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	N.A.	mg/L
•Nitratos	HACH, Method 8039	0,5±0,2	2,5±0,2	1,3±0,2	1,3±0,2	N.A.	mg/L
•Nitritos	Colorimétrico, SM 4500-NO2-B	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	N.A.	mg/L
•Sulfato	Method 375,4 EPA	1 749±128	1 570±129	1 659±129	1 615±129	N.A.	mg/L
BIOLÓGICOS							
•Coliformes totales	Tubos múltiples, SM 9221 B	7,8 *[2, 1; 22]	17 *[6; 40]	13 *[4, 1; 35]	49 *[15; 150]	N.A.	NMP/100 mL
•Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	SM 5210 B	<2	<2	4±2	<2	N.A.	mg/L

Notas: N.A.= No Aplica, UNT= Unidad Nefelométrica de Turbiedad, NMP = miligramos por litros. \*Los números entre los corchetes corresponde al valor mínimo y máximo dentro del cual existe la probabilidad de encontrar el resultado considerando un nivel de confianza del 95%, \* = Parámetros acreditados.

  
 Lidia María J. Otero P.  
 Químico  
 Idoneidad N° 0689

  
 Dra. Daflys M. Rovira R.  
 Directora – Fundación  
 Idoneidad # 0040

Tel.: (507) 730-5300 Ext. 3201 ó 3202  
 Estafeta Universitaria, David, Chiriquí, República de Panamá 0427  
[info@unachi.gob.pa](mailto:info@unachi.gob.pa)

David, Chiriquí, Barrio El Cabrero, Campus de la Universidad Autónoma de Chiriquí, detrás del Gimnasio Rolando Smith y la Facultad de Enfermería

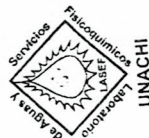
Cualquier alteración que ponga en duda la confiabilidad de este informe, será razón suficiente para invalidarlo. Para certificar la autenticidad de un informe de resultados remitirse por escrito a la dirección del laboratorio.

LA-INF No. 098-2021  
David, 25 de mayo de 2021.

Parámetros	Métodos ensayados	AN-166	AN-167	AN-168	AN-169	*VMP	Unidad
<b>FÍSICOS</b>							
•Sólidos suspendidos	Gravimétrico, SM 2540 D	16,7±0,6	24,0±0,6	13,9±0,6	13,9±0,6	N.A.	mg/L
•Sólidos totales	Gravimétrico, SM 2540 B	21 560±1 475	24 580±1 682	15 460±1 058	12 620±864	N.A.	mg/L
•Turbiedad	Nefelométrico, SM 2130 B	5,5±0,4	7,0±0,5	6,3±0,4	8,9±0,6	N.A.	UNT
<b>QUÍMICOS</b>							
•Aceites y Grasas	Gravimétrico, SM 5520 B	<2	<2	<2	<2	N.A.	mg/L
•Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Reflujo cerrado, SM 5220 D	271±38	292±38	204±38	248±38	N.A.	mg/L
•Dureza total	Titulación EDTA, SM 2340 C	3 506±140	4 115±165	2 567±103	2 118±85	N.A.	mg/L
•Fósforo total	Ácido Ascórbico, SM 4500 P E	<0,05	0,06±0,01	<0,05	<0,05	N.A.	mg/L
•Nitratos	HACH, Method 8039	2,0±0,2	1,5±0,2	1,4±0,2	2,5±0,2	N.A.	mg/L
•Nitritos	Colorimétrico, SM 4500-NO2-B	0,07±0,01	0,06±0,01	<0,05	<0,05	N.A.	mg/L
•Sulfato	Method 375,4 EPA	1 412±131	1 994±127	997±135	949±136	N.A.	mg/L
<b>BIOLÓGICOS</b>							
•Coliformes totales	Tubos múltiples, SM 9221 B	79 *[22; 220]	110 *[34; 250]	540 *[150; 1 700]	920 *[220; 2 600]	N.A.	NMP/100 mL
•Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	SM 5210 B	<2	<2	3±2	<2	N.A.	mg/L

**Notas:** N.A.= No Aplica, UNT= Unidad Nefelométrica de Turbiedad, NMP = Número más probable, mg/L = miligramos por litros. \*Los números entre los corchetes corresponde al valor mínimo y máximo dentro del cual existe la probabilidad de encontrar el resultado considerando un nivel de confianza del 95%, \*= Parámetros acreditados.

*Licda. María J. Olivo P.*  
Químico  
Idoneidad N° 0689



*Dra. Dalys M. Rovira R.*  
Directora – J. Unidad  
Idoneidad # 0040

Tel.: (507) 730-5300. Ext. 4000  
Estadeta Universitaria, David, Chiriquí, República de Panamá 0427  
Email: [lasefunachi@gmail.com](mailto:lasefunachi@gmail.com)

David, Chiriquí, Barrio El Cabrero, Campus de la Universidad Autónoma de Chiriquí, detrás del Gimnasio Rolando Smith y la Facultad de Enfermería



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIRIQUÍ**  
**LABORATORIO DE AGUAS Y SERVICIOS FÍSICOQUÍMICOS**  
**REGISTRO TÉCNICO**

Código LA-PT-4-R-1	<i>Informe de Resultados</i>	Página 9 de 12
Versión: 11		

David, 25 de mayo de 2021.

Parámetros	Métodos ensayados	AN-170	AN-171	AN-172	AN-173	*VMP	Unidad
Físicos							
•Sólidos suspendidos	Gravimétrico, SM 2540 D	15,3±0,6	33,2±0,6	18,7±0,6	17,7±0,6	N.A.	mg/L
•Sólidos totales	Gravimétrico, SM 2540 B	15 460±1 058	22 980±1 573	23 800±1 629	25 060±1 715	N.A.	mg/L
•Turbiedad	Nefelométrico, SM 2130 B	7,2±0,5	9,2±0,6	6,1±0,4	5,6±0,4	N.A.	UNT
Químicos							
•Aceites y Grasas	Gravimétrico, SM 5520 B	<2	<2	<2	<2	N.A.	mg/L
•Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Reflujo cerrado, SM 5220 D	269±38	266±38	254±38	296±38	N.A.	mg/L
•Dureza total	Titulación EDTA, SM 2340 C	2 707±108	3 346±134	3 746±150	4 036±161	N.A.	mg/L
•Fósforo total	Ácido Ascórbico, SM 4500 P E	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	N.A.	mg/L
•Nitratos	HACH, Method 8039	1,1±0,2	1,4±0,2	2,9±0,2	1,4±0,2	N.A.	mg/L
•Nitritos	Colorimétrico, SM 4500-NO2-B	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	N.A.	mg/L
•Sulfato	Method 375,4 EPA	1 064±134	1 458±130	1 526±130	1 637±129	N.A.	mg/L
Biológicos							
•Coliformes totales	Tubos múltiples, SM 9221 B	350 + <sup>r</sup> [100; 1 100]	49 + <sup>r</sup> [15; 150]	10 + <sup>r</sup> [3,5; 22]	3,7 + <sup>r</sup> [0,7; 10]	N.A.	NMP/100 mL
•Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	SM 5210 B	<2	<2	<2	<2	N.A.	mg/L

**Notas:** N.A.= No Aplica, UNT= Unidad Nefelométrica de Turbiedad, NMP = Número más probable, mg/L = miligramos por litros. \*Los números entre los corchetes corresponden al valor mínimo y máximo dentro del cual existe la probabilidad de encontrar el resultado considerando un nivel de confianza del 95%, †= Parámetros acreditados.


*Srda. Maria J. Ouro. J.*  
Químico  
Idoneidad N° 0689

**Dra. Dafys M. Rovira R.**  
Directora – Fundadora  
Idoneidad # 0040

**Unachi**  
Tel.: (507) 730-5300. Ext: 3206-3207. Email: [lasefunachi@gmail.com](mailto:lasefunachi@gmail.com)

David, Chiriquí, República de Panamá 0427


Cualquier alteración que ponga en duda la confiabilidad de este informe, será razón suficiente para invalidarlo. Para certificar la autenticidad de un informe de resultados remitirse por escrito a la dirección del laboratorio.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIRIQUÍ

LABORATORIO DE AGUAS Y SERVICIOS FISCOQUÍMICOS

REGISTRO TÉCNICO



Código

LA-PT-4-R-1

Versión: 11

Informe de Resultados

Página 10 de 12

LA-INF No. 098-2021  
David, 25 de mayo de 2021.

Parámetros	Métodos ensayados	AN-174	AN-175	AN-176	AN-177	*VMP	Unidad
FÍSICOS							
•Sólidos suspendidos	Gravimétrico, SM 2540 D	17,0±0,6	18,3±0,6	18,0±0,6	18,4±0,6	N.A.	mg/L
•Sólidos totales	Gravimétrico, SM 2540 B	25 560±1 750	28 380±1 941	30 700±2 101	28 200±1 929	N.A.	mg/L
•Turbiedad	Nefelométrico, SM 2130 B	5,7±0,4	4,3±0,3	3,5±0,2	4,0±0,3	N.A.	UNT
QUÍMICOS							
•Aceites y Grasas	Gravimétrico, SM 5520 B	<2	7±1	<2	**	N.A.	mg/L
•Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Reflujo cerrado, SM 5220 D	401±37	594±37	611±37	450±37	N.A.	mg/L
•Dureza total	Titulación EDTA, SM 2340 C	4 305±172	4 595±184	5 224±209	4 755±190	N.A.	mg/L
•Fósforo total	Ácido Ascórbico, SM 4500 P E	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	N.A.	mg/L
•Nitratos	HACH, Method 8039	1,1±0,2	0,9±0,2	0,5±0,2	1,1±0,2	N.A.	mg/L
•Nitritos	Colorimétrico, SM 4500-NO2-B	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	N.A.	mg/L
•Sulfato	Method 375,4 EPA	1 732±128	1 831±128	2 029±127	1 944±128	N.A.	mg/L
BIOLÓGICOS							
•Coliformes totales	Tubos múltiples, SM 9221 B	1,8 *[0,09; 6,9]	4 *[0,71; 12]	2 *[0,1; 10]	7,8 *[2,1; 22]	N.A.	NMP/100 mL
•Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	SM 5210 B	5±2	<2	3±2	<2	N.A.	mg/L

Notas: N.A.= No Aplica, \*\*=Muestra no entregada por el cliente para la realización de Aceites y Grasas, UNT= Unidad Nefelométrica de Turbiedad, NMP = Número más probable, mg/L = miligramos por litros. \*Los números entre los corchetes corresponde al valor mínimo y máximo dentro del cual existe la probabilidad de encontrar el resultado considerando un nivel de confianza del 95%, \* = Parámetros acreditados.

Linda Maria J. Otero P.  
Químico  
Idoneidad N° 0689

Dra. Daflys M. Rovira R.  
Directora – Fundadora  
Idoneidad # 0040

Tel.: (507) 730-5300 Ext. 201 y 202, Email: [lasefunachi@gmail.com](mailto:lasefunachi@gmail.com)

Estafeta Universitaria de Chiriquí, República de Panamá 0427

David, Chiriquí, Barrio El Cabrero, Campus de la Universidad Autónoma de Chiriquí, detrás del Gimnasio Rolando Smith y la Facultad de Enfermería

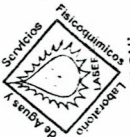
Cualquier alteración que ponga en duda la confiabilidad de este informe, será razón suficiente para invalidarlo. Para certificar la autenticidad de un informe de resultados remitirse por escrito a la dirección del laboratorio.

LA-INF No. 098-2021  
David, 25 de mayo de 2021.

Parámetros	Métodos ensayados	AN-178	AN-179	AN-180	*VMP	Unidad
FÍSICOS						
•Sólidos suspendidos	Gravimétrico, SM 2540 D	16,6±0,6	19,3±0,6	22,1±0,6	N.A.	mg/L
•Sólidos totales	Gravimétrico, SM 2540 B	28 840±1 973	30 920±2 115	33 540±2 294	N.A.	mg/L
•Turbiedad	Nefelométrico, SM 2130 B	3,4±0,2	3,7±0,2	4,6±0,3	N.A.	UNT
QUÍMICOS						
•Aceites y Grasas	Gravimétrico, SM 5520 B	<2	<2	<2	N.A.	mg/L
•Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Reflujo cerrado, SM 5220 D	468±37	540±37	597±37	N.A.	mg/L
•Dureza total	Titulación EDTA, SM 2340 C	5 014±201	5 454±218	5 494±220	N.A.	mg/L
•Fósforo total	Ácido Ascórbico, SM 4500 P E	<0,05	<0,05	<0,05	N.A.	mg/L
•Nitratos	HACH, Method 8039	0,9±0,2	0,7±0,2	1,0±0,2	N.A.	mg/L
•Nitritos	Colorimétrico, SM 4500-NO2-B	<0,05	<0,05	<0,05	N.A.	mg/L
•Sulfato	Method 375,4 EPA	1 778±128	1 962±127	2 408±127	N.A.	mg/L
BIOLÓGICOS						
•Coliformes totales	Tubos múltiples, SM 9221 B	<1,8 *[-; 6,8]	4 *[0,71; 12]	46 *[14; 120]	N.A.	NMP/100 mL
•Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	SM 5210 B	3±2	<2	<2	N.A.	mg/L

Notas: N.A.= No Aplica, UNT= Unidad Nefelométrica de Turbiedad, NMP = Número más probable, mg/L = miligramos por litros. \*Los números entre los corchetes corresponde al valor mínimo y máximo dentro del cual existe la probabilidad de encontrar el resultado considerando un nivel de confianza del 95%, \*= Parámetros acreditados.

*Linda María J. Otero G.*  
Químico  
Idoneidad N° 0689

  
*Dra. Dafys M. Rovira R.*  
Directora – Unidad  
Idoneidad # 0040  
UNACHI

Tel.: (507) 730-5300. Ext. 3201 ó 3202, Email: [laschiunachi@gmail.com](mailto:laschiunachi@gmail.com)  
Estadeta Universitaria, David, Chiriquí, República de Panamá 0427

David, Chiriquí, Barrio El Cabrero, Campus de la Universidad Autónoma de Chiriquí, detrás del Gimnasio Rolando Smith y la Facultad de Enfermería



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIRIQUÍ  
LABORATORIO DE AGUAS Y SERVICIOS FÍSICOQUÍMICOS  
REGISTRO TÉCNICO



Código  
LA-PT-4-R-1  
Versión: 11

## Informe de Resultados

Página 12 de 12

LA-INF No. 098-2021

David, 25 de mayo de 2021.

### Observaciones:

1. La incertidumbre de la medición se determina para un factor de cobertura  $k = 2$  correspondiente a un nivel de confianza aproximadamente del 95 %.
2. Este informe de resultados considera solamente las mediciones realizadas en el momento y con las condiciones ambientales del muestreo y no puede hacerse extensivo a otras situaciones.
3. Los resultados se relacionan solamente con los parámetros sometidos al análisis y las condiciones ambientales durante cada ensayo.
4. Los ensayos son evaluados mediante el uso de Materiales de Referencia (MR), y Materiales de Referencia Certificados (MRC), vigentes y trazables al National Institute of Standards Technology (NIST).
5. Parámetros incluidos dentro del alcance de la acreditación: Aceites y Grasas, Coliformes Totales NMP, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Dureza total, Fósforo total, Nitratos, Nitritos, Sólidos suspendidos, Sólidos totales, Sulfato y Turbiedad.
6. Las muestras entregadas el 10 de mayo del presente; el muestreo fue realizado por el Interesado, razón por la cual el Laboratorio no se hace responsable de posibles variaciones relacionadas con la colecta.
7. Los resultados se aplican de acuerdo a las condiciones en la que fue entregada la muestra en el laboratorio.

### 6. REPORTE GRÁFICO

No aplica.

Licda. María J. Otero P.  
Químico  
Idoneidad N° 0689

Revisó:

*María J. Otero*

Licda. María J. Otero

Supervisora-LASEF  
Tel.: 730-5300. Ext. 3201 o 3202  
e-mail: [lasefunachi@gmail.com](mailto:lasefunachi@gmail.com)



Dra. Dalys M. Rovira R.  
Directora – Fundadora  
Idoneidad # 0040

Aprobó:

*Dra. Dalys M. Rovira*

Directora Fundadora-LASEF  
Tel.: 730-5300. Ext. 3201 o 3202  
e-mail: [lasefunachi@gmail.com](mailto:lasefunachi@gmail.com)

----- Última Línea de LA-INF-No. 098-2021 -----

Tel.: (507) 730-5300. Ext. 3201 ó 3202, Email: [lasefunachi@gmail.com](mailto:lasefunachi@gmail.com)  
Estafeta Universitaria, David, Chiriquí, República de Panamá 0427

David, Chiriquí, Barrio El Cabrero, Campus de la Universidad Autónoma de Chiriquí, detrás del Gimnasio Rolando Smith y la Facultad de Enfermería

Cualquier alteración que ponga en duda la confiabilidad de este informe, será razón suficiente para invalidarlo. Para certificar la autenticidad de un informe de resultados remitirse por escrito a la dirección del laboratorio.



# INFORME DE RESULTADOS DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA DE MAR

**2021**

***PLANETA PANAMÁ CONSULTORES, S.A.***



**CHIRIQUÍ**

### 1. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA/SOLICITANTE

**Nombre:** Planeta Panamá Consultores

**Contacto:** Dr. Manuel Zarate

**Teléfono/ Correo Electrónico:** ---/ [mzarate46@gmail.com](mailto:mzarate46@gmail.com)

### 2. DATOS TÉCNICOS

**Procedimiento de Planificación y Ejecución de Muestreo:** N/A

**Plan de Muestreo:** N/A

**Cadena de Custodia:** CC-188-05-21

**Dirección de Colecta de la Muestra:** Chiriquí

**Matriz:** Agua Natural (B)

**Especie:** N/A

**Lote:** N/A

**Número de Muestras:** Veintisiete (27) muestras simples

**Tipo de Ensayos a Realizar:** físicoquímicos

**Fecha de Producción:** N/A

**Fecha de Muestreo:** 8 y 9 de mayo de 2021

**Fecha de Recepción en el Laboratorio:** 11 de mayo del 2021

**Fecha de Análisis de la Muestra en el Laboratorio:** 11 al 13 de mayo del 2021

**Fecha del Reporte:** 19 de mayo del 2021

**Norma Aplicable:** N/A

### 3. RESULTADOS

Parámetro	AG-SAL 01 (E-S6/I)	AG-SAL 02 (E-S5/G)	AG-SAL 03 (E-S5/G)	AG-SAL 04 (E-S4B)	Incertidumbre (±)	L.C.	Unidad de Medida	Método
<b>**Hidrocarburos Totales</b>	6.8	< 5.0	< 5.0	< 5.0	0.115	5.0	mg/L	EPA 1664A
<b>Nitrógeno Amoniacal</b>	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	0.729	0.4	mg/L	HACH 10031
<b>*Cobre</b>	0.113	0.013	0.112	0.114	----	0.03	mg/L	EPA 2007
<b>*Hierro</b>	<0.03	<0.03	0.03	<0.03	----	0.03	mg/L	EPA 2007
<b>*Cromo Hexavalente</b>	0.04	0.02	0.05	0.02	----	0.01	mg/L	ASTM D 5463
<b>*Cadmio</b>	0.001	< 0.001	0.002	0.001	----	0.001	mg/L	EPA 2007

### 3. RESULTADOS

Parámetro	AG-SAL 05 (E-S4B)	AG-SAL 06 (E-A1/C)	AG-SAL 07 (E-A1/C)	AG-SAL 08 (E-S9)	Incertidumbre (±)	L.C.	Unidad de Medida	Método
<b>**Hidrocarburos Totales</b>	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	0.115	5.0	mg/L	EPA 1664A
<b>Nitrógeno Amoniacal</b>	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	0.729	0.4	mg/L	HACH 10031
<b>*Cobre</b>	0.114	0.112	0.113	0.113	----	0.03	mg/L	EPA 2007
<b>*Hierro</b>	0.06	0.04	0.04	0.03	----	0.03	mg/L	EPA 2007
<b>*Cromo Hexavalente</b>	0.04	0.02	0.04	0.02	----	0.01	mg/L	ASTM D 5463
<b>*Cadmio</b>	<0.001	0.001	<0.001	0.001	----	0.001	mg/L	EPA 2007

### 3. RESULTADOS

Parámetro	AG-SAL 09 (E-S3)	AG-SAL 10 (E-S1/B)	AG-SAL 11 (E-S2/A)	AG-SAL 12 (E-A0)	Incertidumbre (±)	L.C.	Unidad de Medida	Método
<b>**Hidrocarburos Totales</b>	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	0.115	5.0	mg/L	EPA 1664A
<b>Nitrógeno Amoniacal</b>	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	0.729	0.4	mg/L	HACH 10031
<b>*Cobre</b>	0.114	0.114	0.113	0.112	----	0.03	mg/L	EPA 2007
<b>*Hierro</b>	<0.02	0.04	0.05	0.04	----	0.03	mg/L	EPA 2007
<b>*Cromo Hexavalente</b>	0.018	0.03	0.037	0.026	----	0.01	mg/L	ASTM D 5463
<b>*Cadmio</b>	0.001	0.001	0.002	0.002	----	0.001	mg/L	EPA 2007

### 3. RESULTADOS

Parámetro	AG-SAL 13 (E-S10)	AG-SAL 14 (E-S10)	AG-SAL 15 (E-S11)	AG-SAL 16 (E-S11)	Incertidumbre (±)	L.C.	Unidad de Medida	Método
<b>**Hidrocarburos Totales</b>	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	0.115	5.0	mg/L	EPA 1664A
<b>Nitrógeno Amoniacal</b>	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	0.729	0.4	mg/L	HACH 10031
<b>*Cobre</b>	0.113	0.112	0.113	0.119	----	0.03	mg/L	EPA 2007
<b>*Hierro</b>	0.04	0.05	0.07	0.11	----	0.03	mg/L	EPA 2007
<b>*Cromo Hexavalente</b>	0.057	0.052	0.023	0.045	----	0.01	mg/L	ASTM D 5463
<b>*Cadmio</b>	0.002	0.003	0.001	0.003	----	0.001	mg/L	EPA 2007

### 3. RESULTADOS

Parámetro	AG-SAL 17 (E-S10)	AG-SAL 18 (E-S10)	AG-SAL 19 (E-A0)	AG-SAL 20 (E-S2/A)	Incertidumbre (±)	L.C.	Unidad de Medida	Método
<b>**Hidrocarburos Totales</b>	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	0.115	5.0	mg/L	EPA 1664A
<b>Nitrógeno Amoniacal</b>	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	0.729	0.4	mg/L	HACH 10031
<b>*Cobre</b>	0.117	0.118	0.116	0.117	----	0.03	mg/L	EPA 2007
<b>*Hierro</b>	0.07	0.006	0.05	0.03	----	0.03	mg/L	EPA 2007
<b>*Cromo Hexavalente</b>	0.048	0.030	0.028	0.047	----	0.01	mg/L	ASTM D 5463
<b>*Cadmio</b>	0.002	<0.001	0.002	0.003	----	0.001	mg/L	EPA 2007

### 3. RESULTADOS

Parámetro	AG-SAL 21 (E-S1/B)	AG-SAL 22 (E-A1/C)	AG-SAL 23 (E-S9)	AG-SAL 24 (E-S3)	Incertidumbre (±)	L.C.	Unidad de Medida	Método
<b>**Hidrocarburos Totales</b>	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	0.115	5.0	mg/L	EPA 1664A
<b>Nitrógeno Amoniacal</b>	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	0.729	0.4	mg/L	HACH 10031
<b>*Cobre</b>	0.117	0.115	0.116	0.116	----	0.03	mg/L	EPA 2007
<b>*Hierro</b>	0.07	0.07	0.04	0.09	----	0.03	mg/L	EPA 2007
<b>*Cromo Hexavalente</b>	0.029	0.027	0.027	0.041	----	0.01	mg/L	ASTM D 5463
<b>*Cadmio</b>	0.003	<0.001	0.001	0.001	----	0.001	mg/L	EPA 2007

### 3. RESULTADOS

Parámetro	AG-SAL 25 (E-S4B)	AG-SAL 26 (E-S5/G)	AG-SAL 27 (E-S6/I)	Incertidumbre (±)	L.C.	Unidad de Medida	Método
<b>**Hidrocarburos Totales</b>	< 5.0	< 5.0	< 5.0	0.115	5.0	mg/L	EPA 1664A
<b>Nitrógeno Amoniacal</b>	< 0.4	< 0.4	< 0.4	0.729	0.4	mg/L	HACH 10031
<b>*Cobre</b>	0.115	0.0116	0.115	----	0.03	mg/L	EPA 2007
<b>*Hierro</b>	< 0.03	0.04	0.03	----	0.03	mg/L	EPA 2007
<b>*Cromo Hexavalente</b>	0.043	0.028	0.021	----	0.01	mg/L	ASTM D 5463
<b>*Cadmio</b>	0.003	0.001	0.001	----	0.001	mg/L	EPA 2007

#### **4. DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS MONITOREADOS**

<b>PUNTOS</b>	<b>COORDENADAS (UTM)</b>
<b>4.1. PUNTO AG-SAL 1:</b> E-S6/I – Zona Sur, marea subiente, colectada a -0.3 metros de profundidad.	<b>N:</b> 915220 <b>E:</b> 357200
<b>4.2. PUNTO AG-SAL 2:</b> E-S5/G – Zona Sur, marea subiente, colectada a -0.3 metros de profundidad.	<b>N:</b> 916150 <b>E:</b> 355160
<b>4.3. PUNTO AG-SAL 3:</b> E-S5/G – Zona Sur, marea subiente, colectada a 4.5 metros de profundidad.	<b>N:</b> 916150 <b>E:</b> 355160
<b>4.4. PUNTO AG-SAL 4:</b> E-S4B – Zona Sur, marea subiente, colectada a -0.3 metros de profundidad	<b>N:</b> 916160 <b>E:</b> 353550
<b>4.5. PUNTO AG-SAL 5:</b> E-S4B – Zona Sur, marea subiente, colectada a 7 metros de profundidad.	<b>N:</b> 916160 <b>E:</b> 353550
<b>4.6. PUNTO AG-SAL 6:</b> E-A1/C – Zona Media, marea subiente, colectada a -0.3 metros de profundidad.	<b>N:</b> 919800 <b>E:</b> 352680
<b>4.7. PUNTO AG-SAL 7:</b> E-A1/C – Zona Media, marea subiente, colectada a 4 metros de profundidad.	<b>N:</b> 919800 <b>E:</b> 352680
<b>4.8. PUNTO AG-SAL 8:</b> E-S9 – Zona Media, marea subiente, colectada a -0.3 metros de profundidad.	<b>N:</b> 919629 <b>E:</b> 355421
<b>4.9. PUNTO AG-SAL 9:</b> E-S3 – Zona Media, marea subiente, colectada a -0.3 metros de profundidad.	<b>N:</b> 920605 <b>E:</b> 354199
<b>4.10. PUNTO AG-SAL 10:</b> E-S1/B – Zona Norte, marea subiente, colectada a -0.3 metros de profundidad.	<b>N:</b> 920950 <b>E:</b> 352200
<b>4.11. PUNTO AG-SAL 11:</b> E-S2/A – Zona Norte, marea subiente, colectada a -0.3 metros de profundidad.	<b>N:</b> 921290 <b>E:</b> 352000
<b>4.12. PUNTO AG-SAL 12:</b> E-A0 – Zona Norte, marea subiente, colectada a -0.3 metros de profundidad.	<b>N:</b> 921490 <b>E:</b> 351590
<b>4.13. PUNTO AG-SAL 13:</b> E-S10 – Zona Norte, marea subiente, colectada a -0.3 metros de profundidad.	<b>N:</b> 921882 <b>E:</b> 351573
<b>4.14. PUNTO AG-SAL 14:</b> E-S10 – Zona Norte, marea subiente, colectada a 8 metros de profundidad.	<b>N:</b> 921882 <b>E:</b> 351573
<b>4.15. PUNTO AG-SAL 15:</b> E-S11 – Zona Norte, marea subiente, colectada a -0.3 metros de profundidad.	<b>N:</b> 922228 <b>E:</b> 351706
<b>4.16. PUNTO AG-SAL 16:</b> E-S11 – Zona Norte, marea bajante, colectada a -0.3 metros de profundidad.	<b>N:</b> 922228 <b>E:</b> 351706
<b>4.17. PUNTO AG-SAL 17:</b> E-S10 – Zona Norte, marea bajante, colectada a -0.3 metros de profundidad.	<b>N:</b> 921882 <b>E:</b> 351573
<b>4.18. PUNTO AG-SAL 18:</b> E-S10 – Zona Norte, marea bajante, colectada a -0.3 metros de profundidad.	<b>N:</b> 921882 <b>E:</b> 351573

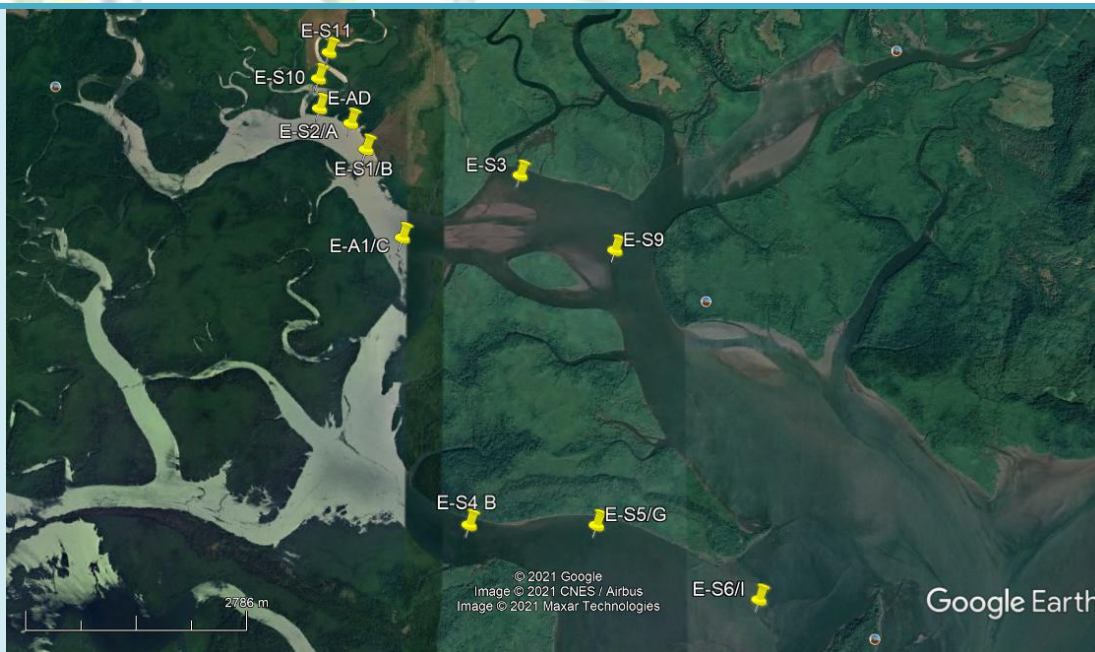
**INFORME DE RESULTADOS**

**v-5**

**CQS-INST-003-F001**

<b>4.19. PUNTO AG-SAL 19:</b> E-A0 – Zona Norte, marea bajante, colectada a -0.3 metros de profundidad.	<b>N:</b> 921490 <b>E:</b> 351590
<b>4.20. PUNTO AG-SAL 20:</b> E-S2/A – Zona Norte, marea bajante, colectada a -0.3 metros de profundidad.	<b>N:</b> 921290 <b>E:</b> 352000
<b>4.21. PUNTO AG-SAL 21:</b> E-S1/B – Zona Norte, marea bajante, colectada a -0.3 metros de profundidad.	<b>N:</b> 920950 <b>E:</b> 352200
<b>4.22. PUNTO AG-SAL 22:</b> E-A1/C – Zona Media, marea bajante, colectada a -0.3 metros de profundidad.	<b>N:</b> 919800 <b>E:</b> 352680
<b>4.23. PUNTO AG-SAL 23:</b> E-S9 – Zona Media, marea bajante, colectada a -0.3 metros de profundidad.	<b>N:</b> 919629 <b>E:</b> 355421
<b>4.24. PUNTO AG-SAL 24:</b> E-S3 – Zona Media, marea bajante, colectada a -0.3 metros de profundidad.	<b>N:</b> 920605 <b>E:</b> 354199
<b>4.25. PUNTO AG-SAL 25:</b> E-S4B – Zona Sur, marea bajante, colectada a -0.3 metros de profundidad.	<b>N:</b> 916160 <b>E:</b> 353550
<b>4.26. PUNTO AG-SAL 26:</b> E-S5/G – Zona Sur, marea bajante, colectada a -0.3 metros de profundidad.	<b>N:</b> 916150 <b>E:</b> 355160
<b>4.27. PUNTO AG-SAL 27:</b> E-S6/I – Zona Sur, marea bajante, colectada a -0.3 metros de profundidad.	<b>N:</b> 915220 <b>E:</b> 357200

**5. MAPA DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS MONITOREADOS**



**Figura No. 1. Área de Muestreo**

## 6. OBSERVACIONES

El cliente fue responsable de la etapa de muestreo, por lo cual los resultados aplican a la muestra tal como se recibió.

## 7. DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD

N/A

## 8. OPINIONES E INTERPRETACIONES

N/A

**APROBADO POR:**



**Lic. Eliodora González**  
Supervisor (a) de Laboratorio

**ELIODORA GONZÁLEZ**  
Químico  
Idoneidad No. 0667  
Ley 45 del 7 agosto de 2001

## NOTAS

1. (\*\*): Parámetro no cubierto por el alcance de la acreditación.
2. (\*): Parámetro subcontratado a un laboratorio externo.
3. (\*\*\*): Incertidumbre no calculada.
4. (d): Dato suministrado por el cliente.
5. N.D.: No detectado. Cantidad o concentración por debajo del límite de detección del método.
6. L.D.: Límite de detección.
7. L.C.: Límite de cuantificación.
8. La incertidumbre calculada corresponde a un nivel de confianza del 95% (K=2).
9. N/A: No aplica.
10. MNPC: muy numeroso para contar.
11. Los resultados de este informe solo se relacionan con las muestras sometidas a ensayo (ver muestras en punto 3 del presente documento).
12. Corporación Quality Services no se hace responsable si la información suministrada por el cliente afecta la validez de los resultados.
13. Este informe no será reproducido ni total ni parcialmente sin la autorización escrita de Corporación Quality Services.

## 9. ANEXOS

### 9.1. COPIA DE CADENA DE CUSTODIA

DATOS DEL SOLICITANTE	
SOLICITANTE:	PLANETA PANAMÁ CONSULTORES
CONTACTO:	Dr. Manuel Zarate
TÉLEFONO/ CORREO ELECT.:	0
TIPO DE ESTABLECIMIENTO:	0

DATOS DEL MUESTREO	
PROVINCIA:	PANAMÁ
DIRECCIÓN:	0

No. CADENA DE CUSTODIA:	CC-188-05-21
No. PLAN DE MUESTREO:	PM-188-05-21
No. COTIZACIÓN:	CO-269-21

EQUIPO Y VERIF.									
CÓDIGO	PARÁMETRO	T (°C)	Vteó.	Vexp.	CÓDIGO	PARÁMETRO	T (°C)	Vteó.	Vexp.
COS-_____	pH				COS-_____				
COS-_____	NTU				COS-_____				
COS-_____	CE (mS/m)/(µS/cm)				COS-_____				
COS-_____	SDT (mg/L)/(ppt)				COS-_____				

ANEXOS	
PLAN DE MUESTREO:	<input type="checkbox"/>
ACTA DE MUESTREO:	<input type="checkbox"/>
CADENA DE CUSTODIA:	<input checked="" type="checkbox"/>
NOTA DE ENTREGA:	<input type="checkbox"/>

**OBSERVACIONES:** Los parámetros de campo al igual que los de laboratorio solicitados por el cliente, se detallan en la cotización mencionada en el presente documento.

DATOS DE LA MUESTRA																													
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA						COORDENADAS		PARÁMETROS DE CAMPO								CONDICIONES DE LA MUESTRA EN RECEPCIÓN													
No.	ID DE CAMPO	ID DE LABORATORIO	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	MATRIZ	ESPECIE	TIPO DE MUESTRA	CONDICIONES AMBIENTALES [T (°C)/Clima]		NORTE	ESTE	T (°C)	pH	CE (mS/m)/(µS/cm)	SDT (mg/L)	Turbiedad (NTU)	OD (mg/L)	Cloro Res. (mg/L)	Transparencia (m)	Caudal (L/seg)	PARÁMETROS DE LAB. (SÍ / NO)								
																					VALIDEZ (SÍ / NO)	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD DE ENVASES	CANTIDAD (unidades, mL, g)	TEMPERATURA (°C)	PRESERVACIÓN	ÁREA DE DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA	* CONFORME (SÍ / NO)	
1	AG-SAL 1	LAB 444	8/05/21	10:10 AM	B	—	MS	N	915220	357200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Sí	Sí	PV	2	1500	4°C	cd	Fd	Sí
2	AG-SAL 2	LAB 445		10:20 AM	B	—	MS	N	916150	355160	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—									
3	AG-SAL 3	LAB 446		10:20 AM	B	—	MS	N	916150	355160	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
4	AG-SAL 4	LAB 447		11:00 AM	B	—	MS	N	916160	353550	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
5	AG-SAL 5	LAB 448		11:00 AM	B	—	MS	N	916160	353550	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
6	AG-SAL 6	LAB 449	12:08 PM	B	—	MS	N	919800	352680	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—									
7	AG-SAL 7	LAB 450	12:08 PM	B	—	MS	N	919800	352680	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—									
8	AG-SAL 8	LAB 451	12:44 PM	B	—	MS	N	919629	355421	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—									
9	AG-SAL 9	LAB 452	1:00 PM	B	—	MS	N	920605	354199	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—									
10	AG-SAL 10	LAB 453	1:45 PM	B	—	MS	N	920950	352200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—									

MUESTREADO POR (nombre/firma):  
Diana Arellano / 

FORMA DE ENVIO/FECHA: 11/05/21  
Terrestre

ENTREGADO POR (nombre/firma):  
Ana J. García

RECIBIDO POR (nombre/firma/fecha/hora):  
Ailene A. Adorico/Ailene A. Adorico 11/05/21 8:56

(*) La conformidad de una muestra se indica en base a todos los requisitos que esta debe cumplir por parámetro (envase, preservación y validez), estos requisitos se detallan en la <i>Tabla 1</i> del procedimiento CQS-PTL-001 y CQS-PTL-002
Matriz: A = agua potable, B = agua natural, C = agua residual, Alm = Alimento, SU = suelo, LO = lodo, SE = sedimento, EC = Escoria, CZ = Ceniza
Tipo de muestra: ms = muestra simple, mc = muestra compuesta
Clima: S = soleado, N = nublado, LI = lluvioso
Tipo de envase: P = plástico, V = vidrio
Análisis requeridos o área de distribución: FO = fisicoquímica, MB = microbiología
Preservación: (a) = hielo, (b) = H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , (c) = HCl, (d) = HNO <sub>3</sub> , (e) = NaOH, (f) = otra
FORM = formato   PROCED = procedimiento   V = versión   Vteó = valor teórico   Vexp = valor experimental   MUEST = muestreo   LAB = laboratorio   N/A = no aplica



LABORATORIO DE ENSAYO

CADENA DE CUSTODIA (COLECTA Y RECEPCIÓN DE MUESTRAS)

SOLICITANTE: 0

CONTACTO: 0

TELÉFONO/ CORREO ELECTRÓNICO: 0

TIPO DE ESTABLECIMIENTO: 0

PROVINCIA: 0

DIRECCIÓN: 0

FORMA/V: CQS-PTL-001-T002/4  
PROCED./V: CQS-PTL-001/8  
CQS-PTL-002/7

No. CADENA DE CUSTODIA: CC-192-05-21

No. PLAN DE MUESTREO: 0

No. COTIZACIÓN: CC-269-210

OBSERVACIONES: Los parámetros de campo al igual que los de laboratorio solicitados por el cliente, se detallan en la cotización mencionada en el presente documento.

CÓDIGO	PARÁMETRO	T (°C)	Vteó.	Vexp.	CÓDIGO	PARÁMETRO	T (°C)	Vteó.	Vexp.
CQS-	pH				CQS-				
CQS-	NTU				CQS-				
CQS-	CE (mS/m)/(μS/cm)				CQS-				
CQS-	SDT (mg/l)/(ppt)				CQS-				

ANEXOS

PLAN DE MUESTREO: ☐

ACTA DE MUESTREO: ☐

CADENA DE CUSTODIA: ☒

NOTA DE ENTREGA: ☐

DATOS DE LA MUESTRA										COORDENADAS		PARÁMETROS DE CAMPO										CONDICIONES DE LA MUESTRA EN RECEPCIÓN							
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA								CONDICIONES AMBIENTALES [T (°C)/Clima]				PARÁMETROS DE LAB. (Sí / NO)										CONDICIONES DE LA MUESTRA EN RECEPCIÓN							
No.	ID DE CAMPO	ID DE LABORATORIO	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	MATRIZ	ESPECIE	TIPO DE MUESTRA	NORTE	ESTE	T (°C)	pH	CE (mS/m)/(µS/cm)	SDT (mg/L)	Turbiedad (NTU)	OD (mg/L)	Cloro Res. (mg/L)	Transparencia (m)	Caudal (L/seg)		VALIDEZ (SÍ / NO)	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD DE ENVASES	CANTIDAD (unidades, mL, g)	TEMPERATURA (°C)	PRESERVACIÓN	ÁREA DE DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA	*CONFORME (SÍ / NO)		
11	AG-SAL11	LAB-454	8/05/21	11:49pm	B	—	ms	N	921290	352000	—	—	—	—	—	—	—	—	—		Sí	PV	2	1500	4°C	C, d	FR	Sí	
12	AG-SAL12	LAB-455		2:10pm	B	—		S	921490	351590	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	
13	AG-SAL13	LAB-456		2:25pm	B	—		S	921882	351573	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—
14	AG-SAL14	LAB-457		2:25pm	B	—		S	921882	351573	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—
15	AG-SAL15	LAB-458		3:01pm	B	—		S	922228	351706	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—
16	AG-SAL16	LAB-459		3:43pm	B	—		S	922228	351706	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—
17	AG-SAL17	LAB-460		4:30pm	B	—		S	921882	351573	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	
18	AG-SAL18	LAB-461		4:30pm	B	—		S	921882	351573	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—
19	AG-SAL19	LAB-462	9/05/21	2:15pm	B	—		S	921490	351590	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—
20	AG-SAL20	LAB-463	9/05/21	2:27pm	B	—	↑	S	921290	352200	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	

(\*) La conformidad de una muestra se indica en base a todos los requisitos que esta debe cumplir por parámetro (envase, preservación y validez), estos requisitos se detallan en la Tabla 1 del procedimiento CQS-PTL-001 y CQS-PTL-002

Matriz: A = agua potable, B = agua natural, C = agua residual, Alm = Alimento, SU = suelo, LO = lodo, SE = sedimento, EC = Escoria, CZ = Ceniza

Tipo de muestra: ms = muestra simple, mc = muestra compuesta

Clima: S = soleado, N = nublado, LI = lluvioso

Tipo de envase: P = plástico, V = vidrio

Análisis requeridos o área de distribución: FQ = físicoquímica, MB = microbiología

Preservación: (a) = hielo, (b) = H2SO4, (c) = HCl, (d) = HNO3, (e) = NaOH, (f) = otra

FORMA = formato | PROCED. = procedimiento | V. = versión | Vteó. = valor teórico | Vexp. = valor experimental | MUEST. = muestreo | LAB. = laboratorio | N/A = no aplica

MUESTREO POR (nombre/firma): Diana Anzures

FORMA DE ENVÍO/ FECHA:

Terrestre 11/05/21

ENTREGADO POR (nombre/firma): Diana Anzures

RECIBIDO POR (nombre/firma/fecha/hora): Aliene A. Aparicio

11/05/21 8:56AM

DATOS DEL SOLICITANTE	
SOLICITANTE:	0
CONTACTO:	0
TELÉFONO/ CORREO ELECTRÓNICO:	0
TIPO DE ESTABLECIMIENTO:	0

DATOS DEL MUESTREO	
PROVINCIA:	0
DIRECCIÓN:	0

NO. CADENA DE CUSTODIA:	CC-193-05-21
NO. PLAN DE MUESTREO:	—
NO. COTIZACIÓN:	Co-209-21

EQUIPO Y VERIF.									
CÓDIGO	PARÁMETRO	T (°C)	Vteó.	Vexp.	CÓDIGO	PARÁMETRO	T (°C)	Vteó.	Vexp.
COS-_____	pH				COS-_____				
COS-_____	NTU				COS-_____				
COS-_____	CE (mS/m)/(µS/cm)				COS-_____				
COS-_____	SDT (mg/L)/(ppt)				COS-_____				

PLAN DE MUESTREO:	<input type="checkbox"/>
ACTA DE MUESTREO:	<input type="checkbox"/>
CADENA DE CUSTODIA:	<input checked="" type="checkbox"/>
NOTA DE ENTREGA:	<input type="checkbox"/>

**OBSERVACIONES:** Los parámetros de campo al igual que los de laboratorio solicitados por el cliente, se detallan en la cotización mencionada en el presente documento.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA										COORDENADAS		PARÁMETROS DE CAMPO										CONDICIONES DE LA MUESTRA EN RECEPCIÓN							
No.	ID DE CAMPO	ID DE LABORATORIO	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	MATRIZ	ESPECIE	TIPO DE MUESTRA	CONDICIONES AMBIENTALES [T (°C)/Clima]	NORTE	ESTE	T (°C)	pH	CE (mS/m)/(µS/cm)	SDT (mg/L)	Turbiedad (NTU)	OD (mg/L)	Cloro Res. (mg/L)	Transparencia (m)	Caudal (L/seg)	PARÁMETROS DE LAB. (SÍ / NO)	VALIDEZ (SÍ / NO)	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD DE ENVASES	CANTIDAD (unidades, mL, g)	TEMPERATURA (°C)	PRESERVACIÓN	ÁREA DE DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA	*CONFORME (SÍ / NO)	
21	AG-SAL21	LAB-464	9/05/21	2:45 pm	B	-	MS	S	920950	362200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SÍ	SÍ	PV	2	1500	48	9,0	FQ	SÍ
22	AG-SAL22	LAB-465	1	3:10 pm	B	-	MS	S	919800	352680	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SÍ	SÍ	PV	2	1500	48	9,0	FQ	SÍ
23	AG-SAL23	LAB-466	1	3:30 pm	B	-	MS	S	919629	355421	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SÍ	SÍ	PV	2	1500	48	9,0	FQ	SÍ
24	AG-SAL24	LAB-467	1	4:00 pm	B	-	MS	S	920605	354199	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SÍ	SÍ	PV	2	1500	48	9,0	FQ	SÍ
25	AG-SAL25	LAB-468	1	4:30 pm	B	-	MS	S	916160	353550	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SÍ	SÍ	PV	2	1500	48	9,0	FQ	SÍ
26	AG-SAL26	LAB-469	1	5:00 pm	B	-	MS	S	916150	355160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SÍ	SÍ	PV	2	1500	48	9,0	FQ	SÍ
27	AG-SAL27	LAB-470	1	5:30 pm	B	-	MS	S	915220	357200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SÍ	SÍ	PV	2	1500	48	9,0	FQ	SÍ

MUESTREADO POR (nombre/firma):  
Diana Aguilar

FORMA DE ENVÍO/ FECHA

Terrestre 11/05/21

RECIBIDO POR (nombre/firma/fecha/hora): *Am. J. Pareda*

Alene Arancio / Liliana G. Caporaso 11/05/21

(\*) La conformidad de una muestra se indica en base a todos los requisitos que esta debe cumplir por parámetro (envase, preservación y validez), estos requisitos se detallan en la *Tabla 1* del procedimiento CQS-P7L-001 y CQS-P7L-002

Tipo de muestra: ms = muestra simple, mc = muestra compuesta

Clima: S = soleado, N = nublado, L = lluvioso

Tipo de envase: P = plástico, V = vidrio

Análisis requeridos o área de distribución: FQ = fisicoquímica, MB = microbiología

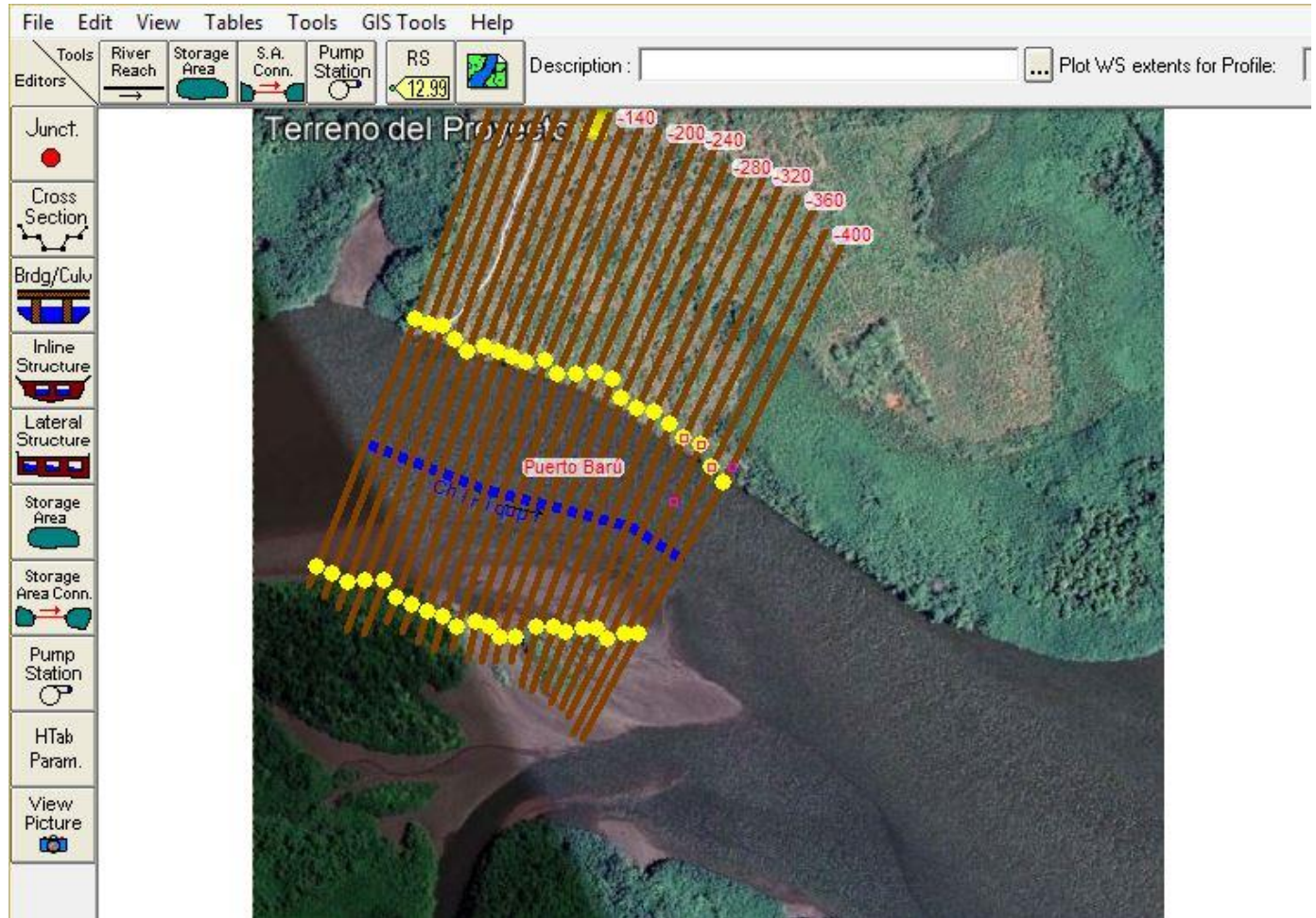
Preservación: (a) = hielo, (b) =  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , (c) =  $\text{HCl}$ , (d) =  $\text{HNO}_3$ , (e)  $\text{NaOH}$ , (f) = otra

FORM. = formato | PROCED. = procedimiento | V. = versión | Vteó. = valor teórico | Vexp. = valor experimental | MUEST. = muestreo | LAB. = laboratorio | N/A = no aplica



## ANÁLISIS HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE UN TRAMO DEL RÍO CHIRIQUÍ “PROYECTO PUERTO BARÚ”

### Diagrama de HEC-RAS



Panamá, Agosto de 2021

MATIAS CARRERA D.  
INGENIERO CIVIL  
Lic. No. 93 096-997  
*Matias Carrera D.*  
FIRMA  
Ley 16 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Agosto, 2021

## INDICE

DESCRIPCIÓN	Pág.
I. Introducción	3
II. Localización y características hidrográficas de la cuenca	5
III. Análisis hidrológico	14
IV. El modelo hidráulico HEC-RAS	18
V. Análisis y resultados de la simulación con el modelo HEC-RAS	23
VI. Conclusiones y Recomendaciones	28
VII. Referencias	29

**Anexo 1.** Niveles del agua en tramo analizado del Río Caimito y quebrada Intermitente sin nombre para los periodos de retorno de 50 y 100 años.



Agosto, 2021

## I. INTRODUCCION

A solicitud de PLANETA Panamá Consultores S. A., empresa consultora que responde a los promotores del Proyecto Puerto Barú, se presenta un estudio hidrológico e hidráulico de un tramo del río Chiriquí localizado en el área conocida como Puerto Cabrito en el Corregimiento de Chiriquí, Distrito de David, Provincia de Chiriquí, República de Panamá. El tramo del río Chiriquí conocido como el efluente, Nuevo Chiriquí, descarga sus aguas en el estuario en su viaje al mar. Para estimar los caudales de diseño se utilizó la serie de tiempo de caudales máximos instantáneos registrados a lo largo de 48 años (1955 al 2003) en la estación hidrológica Chiriquí Interamericana (108-01-02). El área de drenaje hasta este punto es de 1,337 km<sup>2</sup>. Se descartó el uso de los caudales más allá del 2003 porque se considera que el desarrollo de los proyectos hidroenergéticos conjuntamente con las estructuras como represas, canales y los trasvases entre subcuencas han modificado el proceso de precipitación-escorrentía en la cuenca del río Chiriquí. La distribución de probabilidad que mejor se ajusta a la serie de tiempo de caudales fue la Pearson Tipo III; a través de ella, los caudales de diseño para periodos de retorno de 50 y 100 años, se estimaron como 3,339 y 3,608 m<sup>3</sup>/s respectivamente. Los caudales de diseño sirvieron de base para continuar con el análisis hidráulico realizado con el modelo HEC-RAS.

Las simulaciones hidráulicas se realizaron con el modelo hidráulico HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center – River Analysis Systems), desarrollado por el U.S. Army Corps of Engineers. Los resultados muestran que para los caudales  $Q_{50}$  y  $Q_{100}$  se obtuvieron velocidades máximas en la corriente de 1.64 y 1.78 m/s, respectivamente, en el sitio donde se propone construir el puerto. Para ambos caudales de diseño, las magnitudes del número de Froude fueron menores que la unidad en todas las secciones transversales para indicarnos que el flujo es subcrítico en el tramo de 419.15 metros. Se observó que las diferencias de altura entre las cotas del terreno y los niveles del agua varían desde 5.72 metros (en la sección transversal 0km+000 metros, aguas arriba) a 2.00 metros (en la sección transversal 0km+300 metros, aguas abajo). En el **Anexo 1** se

MATIAS CARRERA D.  
INGENIERO CIVIL  
Lic. No. 93 096-907  
  
F I R M A  
Ley 16 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Agosto, 2021

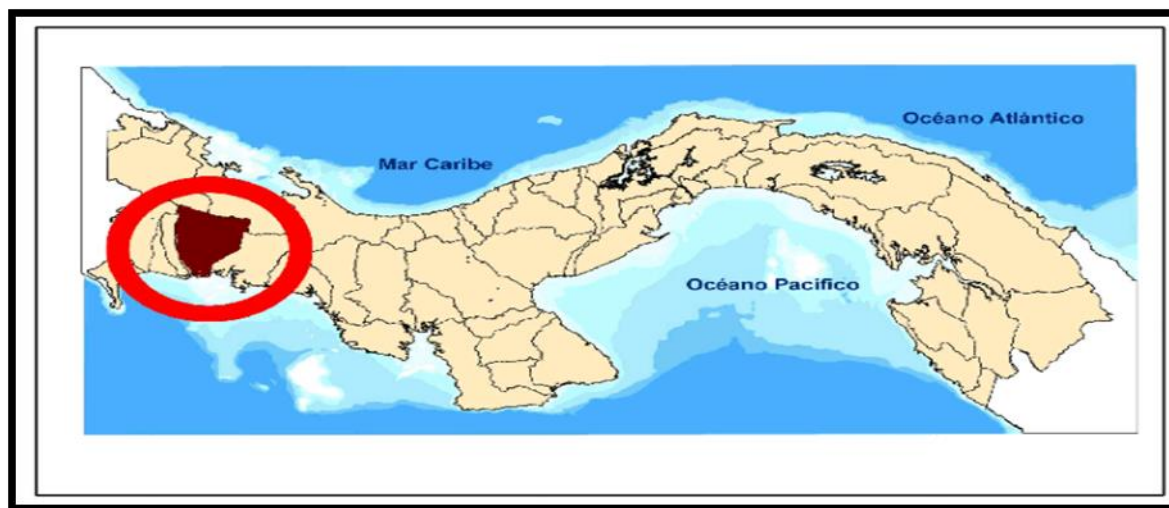
muestran todas las secciones transversales y los niveles del agua. Para los caudales analizados, los niveles del agua sobrepasan los bancos de arena que se observan durante las mareas bajas en el lado derecho de la corriente y llegan a inundar los manglares de la ribera derecha.



Agosto, 2021

## II. LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS HIDROGRÁFICAS DE LA CUENCA

La cuenca del río Chiriquí (N° 108) está localizada hacia el occidente de la provincia de Chiriquí a una distancia superior a los 400 km desde la ciudad de Panamá. Sus puntos extremos se encuentran entre los 8°17'14.67" y 8°52'29.13" de Latitud Norte y 82°6'32.81" y 82°32'30.29" de longitud oeste (**Figura 1**).



**Figura 1.** Localización de la cuenca del río Chiriquí

*Fuente: Informe de Monitoreo de la Calidad del Agua en las Cuencas Hidrográficas de Panamá (2009-2012)*

Limita al norte con la Cordillera Continental, al sur con el Océano Pacífico, al este con la cuenca denominada entre río Fonseca y entre río Chiriquí y río San Juan (N° 110), hacia el noroeste con la cuenca el río Chiriquí Viejo (N° 102) y hacia el oeste con la cuenca del río Chico (N° 106).

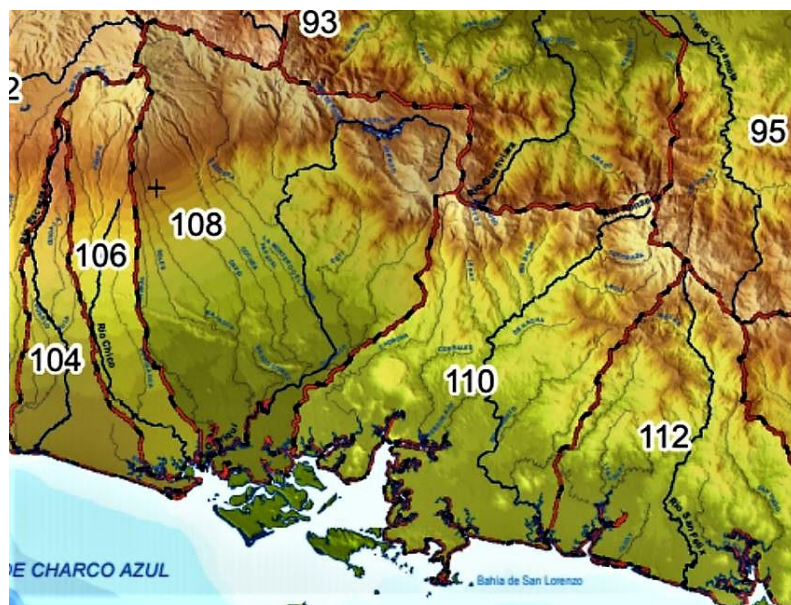
Desde el punto de vista hidrográfico el proyecto Puerto Barú pertenece a la Región Hídrica del Pacífico Occidental, de acuerdo con el agrupamiento de cuencas establecido por el Plan Nacional de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de la ANAM (hoy Mi Ambiente). Esta comprende la provincia de Chiriquí, el Sur de la Comarca Ngäbe-Buglé y la parte Oeste Sur de la provincia de Veraguas. Es una región cuya precipitación logra superar, entre las oscilaciones interanuales, los 3,000 mm al año en varias áreas, llegando hasta los 6,000 mm en las zonas elevadas de la Cordillera Central.

La ubicación territorial del proyecto, al igual que sus áreas de influencia comparten dentro de la región hídrica dos cuencas: la Cuenca N°108 del río Chiriquí y la Cuenca N°110 del río Fonseca y el entre ríos Chiriquí y San Juan (**Figura 2**). La primera, de gran importancia por su impacto en la economía del país, dado el uso agrícola y energético de sus aguas posee una extensión de 1,924.77 km<sup>2</sup> y 130 km de largo, tiene origen en la cara Oeste del Cerro Chorchá, Distrito de Besiko, a una altura aproximada de 2,125 msnm y comparte el valle de escurrimiento con las laderas orientales del Volcán Barú (3,475 msnm). La segunda (cuenca N°110), con una extensión de 1,661 km<sup>2</sup> y una longitud de 90 km, arranca asimismo en el Cerro Chorchá, en su cara Sur, a una altura aproximada

MATIAS CARRERA D.  
INGENIERO CIVIL  
Lic. No. 93 096-907  
*Matias Carrera*  
FIRMA  
Ley 16 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Agosto, 2021

de 2,130 msnm, incorporando en su recorrido descendiente a la conocida Meseta del Chorcha a la altura del bajo piedemonte (410 msnm), la cual es bordeada por el río Chorcha con sus cargas hídricas, en camino hacia el estuario de estudio. Una particularidad de la frontera entre las dos es que, justamente, su parteaguas común en el bajo litoral del estuario pasa por el centro del terreno del proyecto.



**Figura 2.** Cuencas N° 108 y N° 110

*Fuente: Instituto Geográfico Nacional "Tommy" Guardia.*

De estas cuencas, dos son los ríos que tienen incidencia sobre la actividad del proyecto y sus instalaciones. Uno es el propio río Chiriquí, que en el marco estuarino presenta dos desembocaduras: una por el lado de la comunidad de Pedregal, Distrito de David, con influencia indirecta sobre el proyecto, cuya descarga al mar se produce por la Boca de San Pedro y Punta Las Pavas (Desembocadura I); la otra por el Este, mediante el efluente Nuevo Chiriquí, de influencia directa en la obra, que fluye por Boca Brava y Punta Chalapa hacia el mar (Desembocadura II). El otro río es el Chorcha en la cuenca N°110, que alimenta de sedimentos los manglares y las aguas estuarinas del entorno Sureste del complejo y descarga su masa hídrica por el Estero Mata Gorda hacia Bahía de Los Muertos y de ahí finalmente al mar por Boca Brava (**Figura 3**).

MATIAS CARRERA D.  
INGENIERO CIVIL  
Ldo. No. 93 096-907  
*Matias Carrera*  
FIRMA  
Ley 16 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Agosto, 2021



**Figura 3.** Ríos de influencia directa del proyecto portuario

*Fuente: Google Earth.*

La cuenca hidrográfica N° 108 está integrada por 14 subcuencas, el río Chiriquí forma parte de un conjunto de ríos con un patrón de drenaje radial en su zona vertiente, entre los cuales destellan el Chorrcha y el Gualaca hacia el Pacífico, y el Guariviara hacia el Caribe bocatoreño. Pasa luego a trezado en los niveles del piedemonte y la cuenca media aluvial, asume un patrón meándrico en la parte baja y termina en la zona de sedimentación y litoral costero con un esquema anastomosado, determinando uno de los estuarios manglaríticos más importantes del Pacífico panameño. En el recorrido recibe el tributo de afluentes destacados como son el Caldera, Los Valles, Estí y Gualaca, además de los que nacen en el Volcán Barú: Cochea, David, Majagua, Soles y Platanal, gran parte dando lugar a varias generadoras para el consumo energético nacional. Al respecto cabe señalar que, la serie de hidroeléctricas, instaladas (**Tabla 1**), con una secuencia de cascada (**Figura 4 y 5**), crea de hecho condiciones favorables a los proyectos productivos de la planicie estuarina, al convertir el caudal del río principal en uno de los flujos hídricos de gran regulación.

MATIAS CARRERA D.  
INGENIERO CIVIL  
Lc. No. 93 096-997  
*Matias Carrera D.*  
FIRMA  
Ley 16 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Agosto, 2021

# Proyecto Puerto Barú

Nombre del Proyecto	Propietario	Año de Inicio de Construcción	Año de Inicio de Operación	Generación	Área	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Ubicación	Tipo de Generador
Central Hidroeléctrica Fortuna	AES Panamá/Enel Green Power Panama	1972	1984	300 MW	166 km <sup>2</sup>	26	Río Chiriquí	3 unidades de generación tipo Pelton (de impulso)
Central Hidroeléctrica Cochea	Generadora Alto Valle (Panama Power group)	2011-2012	-	15.50 MW	103.27 km <sup>2</sup>	14	Río Cochea	2 turbinas Francis
Central Hidroeléctrica Dolega	Naturgy S.A.	-	2001	3.12 MW	121 km <sup>2</sup>	-	Río Cochea (Dolega)	-
Central Hidroeléctrica Los Planetas I	sdf Energy Group (Saltos del Francolí S.A.)	2007	2011	4.95 MW	61.20 km <sup>2</sup>	13.5	Río David	-
Central Hidroeléctrica Los Planetas II	Fuerza Eléctrica del Istmo S.A. (FEISA)	2012	Finales 2014	8.87 MW	68.78 km <sup>2</sup>	13.5	Río David	2 turbinas Francis de eje horizontal
Central Hidroeléctrica Los Algarrobos	ESEPSA (Unión Fenosa)	-	2009	9.86 MW	17.26 km <sup>2</sup>	2.3	Quebrada Algarrobos y Río Casita de Piedra	2 turbinas Pelton
Central Hidroeléctrica Mendre I	Caldera Energy Corp.	-	-	19.75 MW	180.8 km <sup>2</sup>	40	Río Chiriquí	2 turbinas Kaplan

**Tabla 1.** Proyectos hidroeléctricos dentro de la cuenca N° 108

*Fuente: Página web de la Empresa de Transmisión Eléctrica, S. A. (ETESA).*



Agosto, 2021

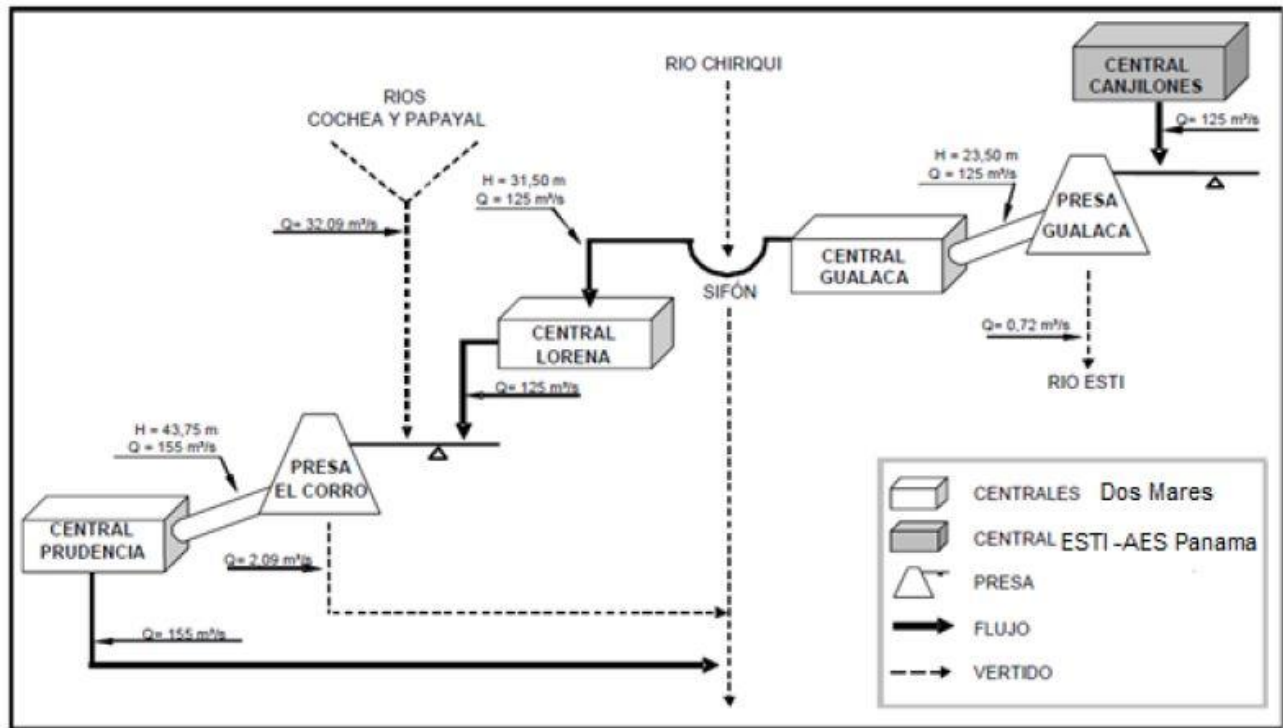
# Proyecto Puerto Barú

Nombre del Proyecto	Propietario	Año de Inicio de Construcción	Año de Inicio de Operación	Generación	Área	Caudal (m³/s)	Ubicación	Tipo de Generador
Central Hidroeléctrica Mendre II	Electro Generadora del Istmo, S.A.	-	-	8.2 MW	180.8 km²	40 - 43.5	Río Chiriquí	2 turbinas Kaplan
Central Hidroeléctrica Gualaca	GDF Suez Energía Centroamérica	-	Finales 2010	25.34 MW	62 km²	125	Río Estí	-
Central Hidroeléctrica Estí	AES Panamá	1999	-	120 MW	703 km²	-	Presa Barrigón	-
Central Hidroeléctrica Prudencia	GDF Suez Energía Centroamérica	-	Finales 2011	58.66 MW	113 km²	155	Río Chiriquí	-
Central Hidroeléctrica Lorena	GDF Suez Energía Centroamérica	-	23 de febrero de 2011	33.8 MW	113 km²	125	Río Chiriquí	-
Central Hidroeléctrica La Estrella	AES Panamá	-	1979	47.20 MW	137 km²	-	Río Caldera	-
Central Hidroeléctrica Los Valles	AES Panamá	-	1979	54.76 MW	58.2 km²	-	Río Los Valles	2 turbinas Francis

**Tabla 1.** Proyectos hidroeléctricos dentro de la cuenca N° 108 (continuación)

MATIAS CARRERA D.  
INGENIERO CIVIL  
Ldo. No. 93 096-907  
*Matias Carrera*  
F I R M A  
Ley 16 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Agosto, 2021



**Figura 4.** Complejo Hidroeléctrico Dos Mares (Hidroeléctricas Gualaca, Lorena y Prudencia)

*Fuente. Plan de Acción Durante Emergencias: CH Gualaca (Hidro Consult, S. A., 2020)*

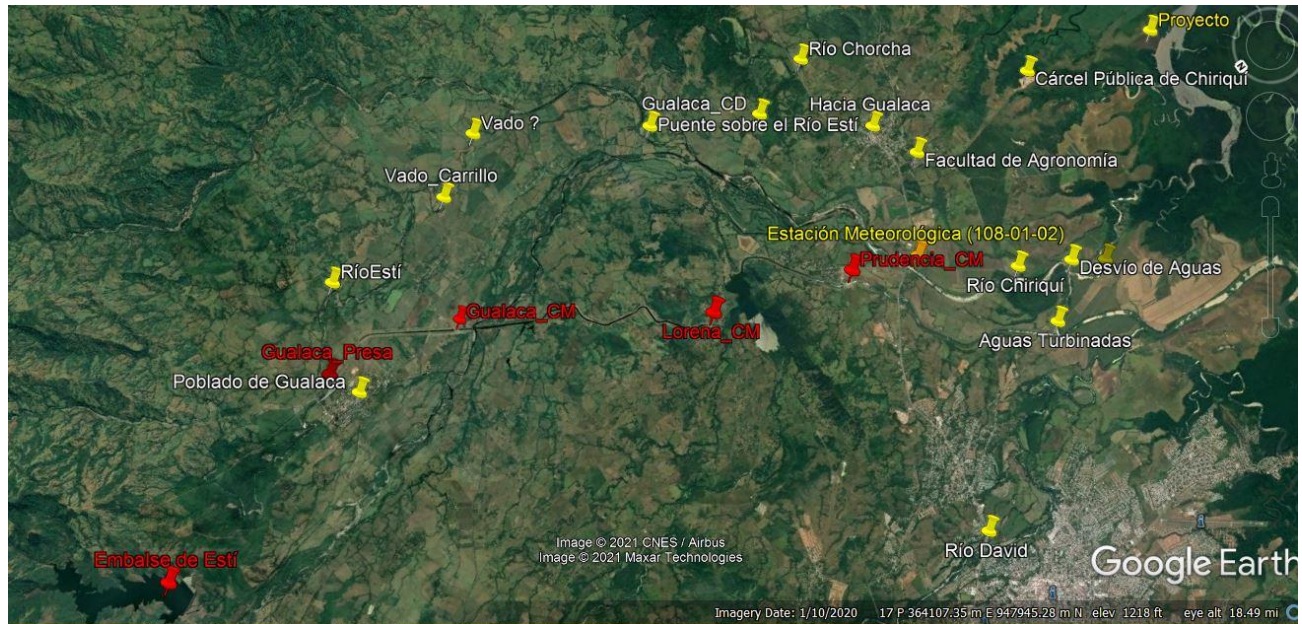
Básicamente, esa secuencia de cascadas y de regulación que altera los procesos físicos del componente precipitación-escorrentía en la cuenca N° 108 inicia cuando las aguas turbinadas de la hidroeléctrica Fortuna son utilizadas junto al caudal que se extrae del río Chiriquí, donde se encuentra la Presa Chiriquí. Estos caudales son aprovechados en la hidroeléctrica Estí la cual genera 120 MW. Más abajo se ubica la Presa Gualaca que desvía las aguas del río Estí hacia el Complejo Dos Mares.

El terreno, entonces, se encuentra bajo la influencia directa de la subcuenca llamada “Desembocadura II”, del ramal fluvial del río Chiriquí Nuevo, el cual se desprende del río Chiriquí por un codo de su cauce en el segmento de la llanura aluvial, al parecer por factores naturales de la hidrodinámica del río y alguno otro de tipo geológico. Esto viene indicando que los grandes caudales de este destacado río están divididos a su llegada al estuario; una parte, representando sobre todo a los caudales ambientales de las represas –sumados a tributarios como el Gualaca– y cuyo fluido corre por el río Chiriquí Nuevo hacia la salida de Boca Brava, y la otra, alimentada por las aguas turbinadas de las generadoras (Gualaca, Lorena y Prudencia), las cuales terminan en la Boca de San Pedro. Esto es importante anotarlo, porque significa que las masas hídricas de las crecidas son dispersadas antes de desembocar en el estuario, donde de por sí, disipan su energía; y esto favorece sin dudas el control de las avenidas y la estabilidad de corrientes del canal de navegación y acceso de las embarcaciones. Además, se espera que, los volúmenes de sedimentos

MATIAS CARRERA D.  
INGENIERO CIVIL  
Ldo. No. 93 096-997  
*Matias Carrera D.*  
F I R M A  
Ley 16 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Agosto, 2021

que llegan al área del proyecto del puerto disminuyan porque el caudal del río Chiriquí ahora es menor.



**Figura 5.** Ubicación de las hidroeléctricas Gualaca, Lorena y Prudencia.

*Fuente: Google Earth.*

En relación con el río Chorchá, efectivamente como ha sido descrito ya, nace con un patrón radial de drenaje en la zona alta de producción, con rastros claros de una fuerte erosión de arenas y cantos de carácter volcánico, hasta entrar en la etapa moderada, de los 800 msnm hacia abajo, segmento en el cual comienza a perfilar un patrón trenzado con importantes depósitos de arenas y grandes piedras (batolitos). En la zona se logran observar pequeños conos de deyección al pasar el curso de aguas de una pendiente fuerte a una suave, esto como consecuencia de la reducción en la fuerza de arrastre. Más abajo de este tramo aluvial, comienzan a formarse las curvas o meandros con la corriente unicanal y varias otras configuraciones, dependiendo especialmente de las pendientes que tome el cauce. Se destaca en este último segmento el cambio de color en el sedimento, los cuales pasan de blancos (arena volcánica) a rojizos, indiscutiblemente por los ingresos de la erosión de suelos intervenidos, con limos y arcillas, aunque la predominancia continúa siendo las arenas.

Llegada a la zona terminal, ya en la planicie litoral el patrón meándrico se acentúa con los tres grados de libertad de la corriente, entrando el río en una situación de régimen. Pero es preciso señalar que, su desembocadura sobre el Estero Mata Gorda sigue siendo unicanal, sin aparecer formaciones deltaicas. Vale agregar que, tanto para el Chiriquí Nuevo como para el Chorchá, la corriente dominante de la zona en todo momento es la que generan las mareas del medio marino del Golfo, cuyos impulsos penetran varios kilómetros aguas adentro de los cauces, salinizando el fluido dulce.

MATIAS CARRERA D.  
INGENIERO CIVIL  
Lic. No. 93 006-007

*Matias Carrera D.*

FIRMA

Ley 16 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Agosto, 2021

### Estadísticas Socio-Demográficas

La cuenca la conforman 30 corregimientos, en David, Las Lomas y Pedregal se concentran la mayoría de los habitantes.

**Población:** Según las estadísticas actuales en la página web del Centro del Agua del Trópico Húmedo Para América Latina y El Caribe (**CATHALAC**), el total es de 163,582 habitantes. Dentro de los cuales hay 82,528 mujeres, 81,054 hombres, de los cuales 6,237 son analfabetas, 3,428 con impedimentos y 60,829 personas no activas.

**Vivienda:** El total de viviendas es de 39,279; de ellas 2,316 tienen piso de tierra.

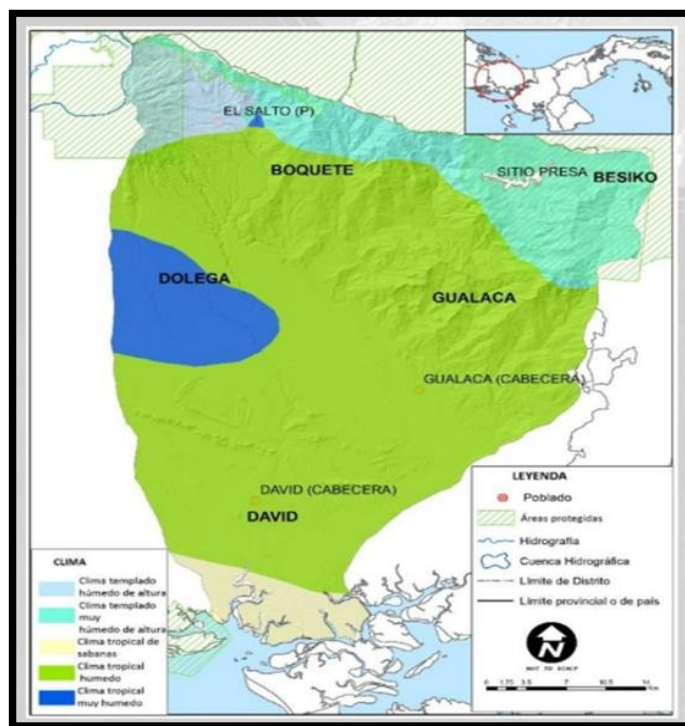
**Servicios básicos:** del total de vivienda se encuentran 2,094 sin agua potable, 840 sin sanitario y 4,283 sin luz.

### Clima

De acuerdo a Köppen, los tipos de climas que predominan en esta cuenca son: Clima Templado Húmedo de Altura, Clima Templado muy Húmedo de Altura y el Clima Tropical (**Figura 6**). El clima predominante es el tropical Húmedo que cubre la parte central de la cuenca. En menor proporción se encuentra el Clima Tropical de Sabanas que cubre el área costera de manglar. Este tipo de clima presenta niveles anuales de precipitaciones que superan a los 1,000 mm anuales. También está hacia el oeste central el Clima Tropical muy Húmedo cuyos niveles de precipitación anual superan los 1,000 mm. Hacia el Noreste se encuentra el Clima Templado Húmedo de Altura cuyas temperaturas son inferiores a los 18 °C y en la mayor parte del norte de la cuenca es cubierta por el Clima Templado muy Húmedo de Altura cuyas precipitaciones mensuales son superiores a los 6,000 mm.



Agosto, 2021



**Figura 6.** Clasificación climática de Köppen en la cuenca N° 108  
*Fuente: Diagnóstico ambiental y Determinación del caudal ambiental.*  
*CATHALAC (Septiembre 2017, p.21)*

### Precipitación

Básicamente se han identificado en la cuenca dos estaciones: la lluviosa y la seca. La primera es más prolongada, va desde finales de abril hasta noviembre. Por otra parte, la estación seca se manifiesta desde diciembre hasta las primeras semanas de abril.

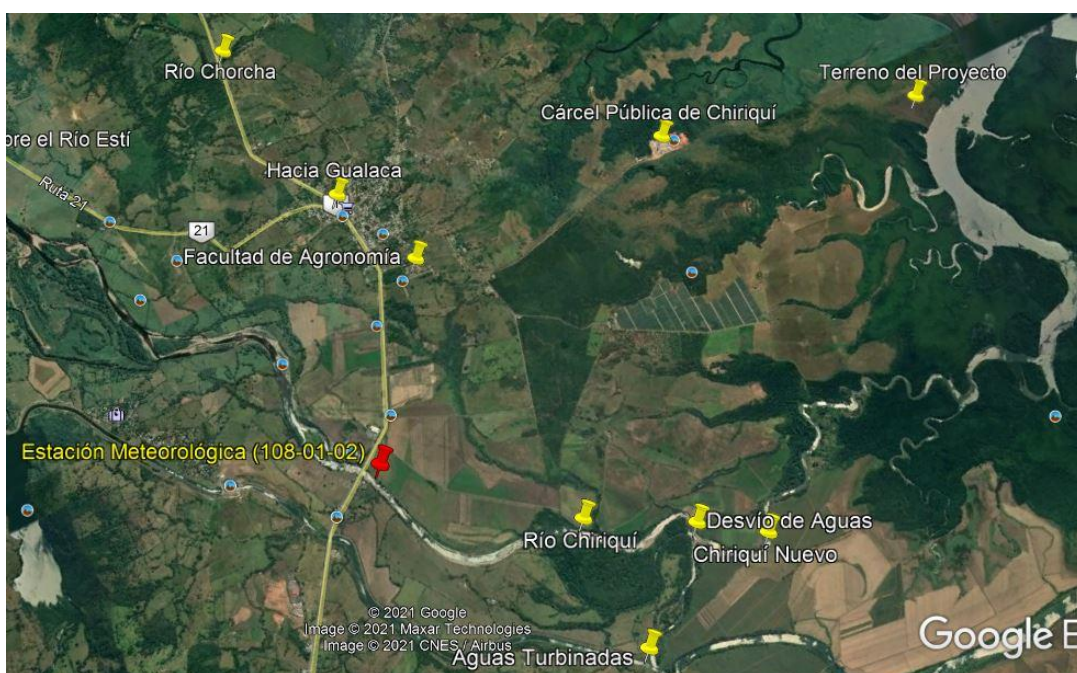
La cuenca registra una precipitación media anual de 3,642 mm, oscila entre 2,500 mm cerca de las costas y 6,000 mm en la cuenca alta del Río Chiriquí y Río Gualaca. El 90 % de las lluvias ocurre entre los meses de mayo a noviembre. Esta cuenca presenta un índice de disponibilidad relativa anual de 8.25%, lo que indica que hay disponibilidad del recurso a pesar de que durante la temporada seca experimenta algunos valores bajos en cuanto a la oferta para suministrar la demanda (ANAM, 2007).

MATIAS CARRERA D.  
 INGENIERO CIVIL  
 Ldo. No. 93 096-997  
  
 F I R M A  
 Ley 16 del 26 de Enero de 1959  
 Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Agosto, 2021

### III. ANALISIS HIDROLÓGICO

Para el análisis hidráulico en la zona de la terminal, la determinación de los caudales de diseño para periodos de retorno de 50 y 100 años se estimaron a través de un análisis de frecuencia de los caudales máximos instantáneos de la estación hidrológica Chiriquí Interamericana (**Figura 7**), haciendo uso del modelo EXVAL 90 (Ballesteros y otros, 1990). La serie de tiempos de caudales tiene una extensión de 48 años comprendidos entre 1955 y 2003 (no hay dato del año 1996). Más allá del 2003 la información es escasa como resultados de trabajos realizados en la estación. Además, se considera que la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Estí y del canal artificial que drena las aguas turbinadas de las hidroeléctricas Gualaca, Lorena y Prudencia impactaron los caudales picos que se registran en la estación hidrológica, razón por la cual no es apropiado la incorporación de los años más allá de 2003.



**Figura 7.** Ubicación de la estación hidrológica Chiriquí Interamericana (108-01-02).

*Fuente: Google Earth.*

#### Modelo EXVAL 90 y caudales de diseño

El Modelo EXVAL90, es útil para hacer análisis de valores máximos extremos (escorrentía, precipitación, etc.). Los métodos utilizados para determinar los periodos de retorno son:

1. Weibull
2. Hazen
3. Gringorten



Agosto, 2021

4. Chegodayev
5. Cunnane

El modelo además ajusta una distribución teórica de probabilidad a los datos y práctica la prueba no-paramétrica de CHI cuadrado. Abajo se muestran las distribuciones teóricas:

1. Truncated normal
2. 2-parameter log normal
3. 3-parameter log normal
4. Type I Extremal [Gumbel]
5. Type I Log Extremal [log-Gumbel]
6. Pearson Type III
7. Log Pearson Type III

La magnitud de la variable analizada por el modelo EXVAL90 se presenta para los períodos de retorno de 2, 2.33, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, y 1000 años.

En la siguiente página se muestran los resultados de EXVAL 90. De acuerdo a la prueba no-paramétrica de CHI cuadrado, la distribución de probabilidad que mejor se ajusta a la serie de tiempo de caudales es la Pearson Tipo III. Así, los caudales para realizar el modelaje hidráulico, para periodos de retorno de 50 y 100 años serán de 3,339 y 3,608 m<sup>3</sup>/s respectivamente.



Agosto, 2021

## Proyecto Puerto Barú

Caudales Máximos del Rio Chiriquí (108-01-02)

SAMPLE SIZE = 48

### STATISTICS OF THE OBSERVED VALUES

MEAN = 1832.90 STD. DEV. = 616.67 COEF. OF SKEW = .5951

### STATISTICS OF THE NATURAL LOGARITHMS

MEAN = 7.45820 STD. DEV. = .33945 COEF. OF SKEW. = -.1134

### STATISTICS OF THE BASE 10 LOGARITHMS

MEAN = 3.23905 STD. DEV. = .14742 COEF. OF SKEW. = -.1157

### FREQUENCY DISTRIBUTION

RETURN PERIOD (YRS)	TRUNCATED NORMAL (m <sup>3</sup> /s)	2-PARAMETER LOGNORMAL (m <sup>3</sup> /s)	3-PARAMETER LOGNORMAL (m <sup>3</sup> /s)	TYPE I EXTREMAL (m <sup>3</sup> /s)	TYPE I LOG- EXTREMAL (m <sup>3</sup> /s)	PEARSON TYPE III (m <sup>3</sup> /s)	LOG PEARSON TYPE III (m <sup>3</sup> /s)
2.00	1832.90	1734.02	1774.19	1736.36	1644.28	1772.33	1745.18
2.33	1943.55	1842.92	1883.65	1849.36	1749.80	1882.78	1854.31
5.00	2356.66	2313.47	2327.71	2340.30	2292.74	2330.76	2317.19
10.00	2634.46	2695.73	2660.48	2740.17	2857.24	2664.97	2683.22
20.00	2867.62	3064.90	2963.14	3123.73	3528.91	2966.87	3028.77
50.00	3135.51	3551.86	3339.40	3620.20	4637.97	<b>3338.73</b>	3473.41
100.00	3318.05	3927.32	3614.58	3992.24	5692.04	<b>3607.93</b>	3808.18
200.00	3488.38	4313.36	3886.00	4362.92	6980.45	3871.00	4145.56
500.00	3699.57	4845.09	4243.37	4851.97	9136.83	4213.48	4599.73
1000.00	3851.21	5266.87	4515.02	5221.58	11198.37	4470.78	4951.88



Agosto, 2021

## Proyecto Puerto Barú

FREQUENCY DISTRIBUTION								
CLASS INTERVAL	PROBABILITY	TRUNCATED NORMAL ( mcs )	2-PARAMETER LOGNORMAL ( mcs )	3-PARAMETER LOGNORMAL ( mcs )	TYPE I EXTREMAL ( mcs )	TYPE I LOG- EXTREMAL ( mcs )	PEARSON TYPE III ( mcs )	LOG PEARSON TYPE III ( mcs )
0	.00000	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
1	.14286	1174.56	1206.90	1196.13	1186.33	1214.74	1224.18	1208.22
2	.28571	1483.89	1430.94	1452.87	1420.98	1382.23	1482.75	1424.88
3	.42857	1721.89	1631.23	1668.14	1629.35	1550.23	1701.67	1621.19
4	.57143	1943.90	1843.28	1884.01	1850.38	1750.79	1922.05	1831.77
5	.71429	2181.90	2101.29	2132.79	2121.46	2032.53	2175.87	2091.85
6	.85714	2491.24	2491.36	2485.29	2537.39	2555.47	2534.36	2493.04
7	1.00000	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY
CHI-SQUARE VALUE		5.375	8.292	8.000	8.292	10.625	<b>3.917</b>	8.292

95% CHI-SQUARE TEST STATISTIC =12.596



Agosto, 2021

## Alteraciones del nivel del mar producto del Cambio Climático

Durante las últimas décadas se está produciendo un cambio climático acelerado que, aunque es un fenómeno de causas complejas, responde en gran medida a la emisión a la atmósfera de grandes cantidades de CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero. Dicho cambio climático da lugar a un abanico de efectos directos e indirectos que se ven acentuados por la interacción con otros motores del cambio global. En su último informe El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés, ha publicado su informe donde advierte sobre los efectos del calentamiento global en las décadas por venir (<https://www.bbc.com/mundo/noticias-58152731>).

El cambio climático provoca interacciones entre los diferentes componentes del planeta (biósfera, litósfera, hidrósfera y atmósfera). En el caso que nos ocupa consideraremos un incremento de 30 centímetros en el nivel medio del mar cuando se establezcan las condiciones de fronteras para realizar la modelación hidráulica con el modelo HEC-RAS.

## IV. EL MODELO HIDRÁULICO HEC-RAS

Antes de realizar una presentación con detalles del modelo hidráulico HEC-RAS, se considera oportuno hacer ciertos comentarios de su predecesor, el modelo HEC-2. El modelo HEC-2 fue desarrollado en los años 70 por el Hydrologic Engineering Center en los Estados Unidos (Hoggan, 1997). El programa se diseña para calcular los perfiles superficiales del agua para flujo permanente, gradualmente variado en canales naturales (ríos) o artificiales. El proceso computacional se basa en la solución de la ecuación unidimensional de la energía utilizando el método estándar de paso. Entre sus usos, el programa se puede aplicar para delinear zonas de alto riesgo de inundaciones. El modelo también se puede utilizar para evaluar los efectos sobre los perfiles de la superficie del agua como resultado de mejoras y construcción de diques en canales. Además, es útil para simular estructuras como puentes o alcantarillas.

El objetivo principal del programa HEC-2 es simplemente calcular las elevaciones de la superficie del agua en todas las localizaciones de interés para los valores dados del flujo. Los requisitos de los datos incluyen el régimen del flujo, la elevación, la descarga, los coeficientes de pérdida, la geometría de las secciones transversales, y la separación entre secciones adyacentes.

Siguiendo los conceptos planteados en el modelo HEC-2 para la determinación de perfiles de la superficie de agua, el USACE (Army Corps of Engineers of the United States) desarrolló un Sistema de Análisis de Ríos, conocido como el HEC-RAS, (1995, 2000). El modelo HEC-RAS es muy idéntico al modelo HEC-2, con unos pocos cambios menores. Los objetivos, metas y resultados de los programas son los mismos. La gran mejora es la adición del poder gráfico al usuario (GUI). El GUI es un sistema de Windows que permite al usuario entrar, editar, y desplegar datos y graficas en un formato de lectura fácil. Esta capacidad facilita al modelador una mejor visualización del río y su condición. Hasta permite imprimir la geometría del río en tres dimensiones.



Agosto, 2021

Además de las mejoras gráficas encontradas en HEC-RAS, muchas otras mejoras han sido hechas. El modelo HEC-2 está limitado para correr en condiciones de flujo subcrítico o supercrítico. HEC-RAS es capaz de operar con un régimen de condiciones mixtas. HEC-RAS también incluye la habilidad de modelar dentro de esclusas, compuertas, múltiples alcantarillas y tiene un nuevo método para evaluar el efecto de las columnas en puentes.

### Ecuaciones de flujo gradualmente variado

Cuando el flujo en un canal o una corriente abierta encuentra un cambio en la pendiente del fondo o un cambio en la sección transversal, la profundidad de flujo puede cambiar gradualmente. Tal condición del flujo donde la profundidad y la velocidad pueden cambiar a lo largo del canal se debe analizar numéricamente. La ecuación de la energía se aplica a un volumen de control diferenciado, y la ecuación que resulta relaciona el cambio en profundidad con la distancia a lo largo de la trayectoria del flujo. Una solución es posible si uno asume que la pérdida principal en cada sección es igual a la del flujo normal con la misma velocidad y profundidad de la sección. Así un problema del flujo no uniforme es aproximado por una serie de segmentos uniformes de la corriente del flujo.

La energía total de una sección dada del canal puede ser escrita como,

$$H = z + y + \frac{\alpha V^2}{2g} \quad (1)$$

Donde, “ $z + y$ ”, es la cabeza potencial de la energía sobre un datum y la capacidad cinética de la energía es representada por el término que contiene la velocidad promedio en la sección. El valor del  $\alpha$  se extiende de 1.05 a 1.36.

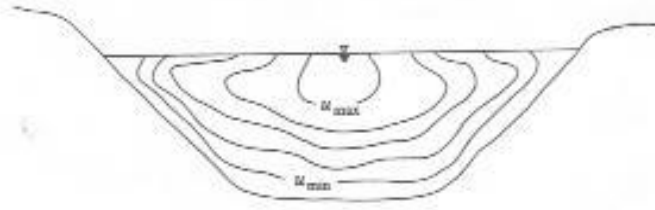
Para la mayoría de los canales, “ $\alpha$ ” es una indicación de la distribución de la velocidad a través de la sección transversal. Este se define como el coeficiente de la energía,

$$\alpha = \frac{\sum_i v_i \Delta A}{V^3 A} \quad (2)$$

$v_i$  es la velocidad en la sección  $\Delta A$  y  $V$  es la velocidad promedio en la sección transversal. En muchos casos, el valor de  $\alpha$  se asume como 1.0 pero debe ser estimado para las corrientes o ríos en donde la variación de la velocidad puede ser grande (**Figura 8**).



Agosto, 2021

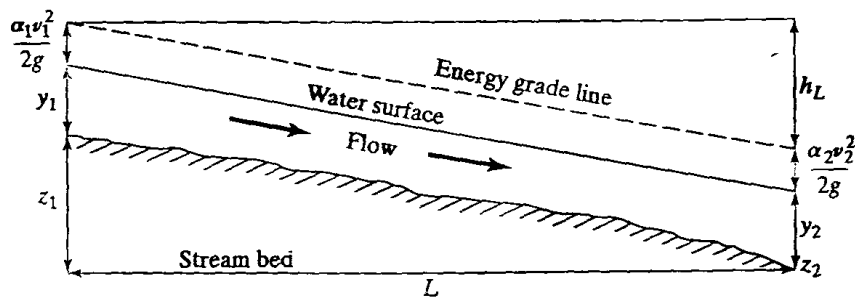


**Figura 8.** Distribuciones típicas de la velocidad en un canal abierto.

La ecuación de la energía para el flujo permanente entre dos secciones, 1 y 2 (**Figura 9**), separadas por una distancia  $L$  se convierte en,

$$z_1 + y_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} = z_2 + y_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} + h_L, \quad (3)$$

Donde,  $h_L$  es la pérdida principal de la sección 1 a la sección 2. Si asumimos que  $\alpha = 1$ ,  $z_1 - z_2 = S_0 L$ , y  $h_L = S L$ , la ecuación de la energía se convierte en,



**Figura 9.** Ecuación de la energía del flujo no uniforme.

$$z_1 + y_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} = z_2 + y_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} + h_L$$

$$y_1 + \frac{V_1^2}{2g} = y_2 + \frac{V_2^2}{2g} + (S - S_0)L. \quad (4)$$

La pendiente de energía se determina con la ecuación 5, utilizando la ecuación de Manning (unidades pie-s) y solucionando para  $S$ , tenemos



Agosto, 2021

$$S = \left( \frac{nV_m}{1.49R_m^{2/3}} \right)^2, \quad (5)$$

Donde, el subíndice m refiere a un valor medio. Si diferenciamos la ecuación (1) con respecto a x, la distancia a lo largo del canal, la tasa de cambio de la energía será entonces,

$$\frac{dH}{dx} = \frac{dz}{dx} + \frac{dy}{dx} + \frac{\alpha}{2g} \frac{d(V^2)}{dx} \quad (6)$$

La ecuación (7) describe la variación de la energía total para los flujos que varían gradualmente. Los términos  $S_0$  y  $S$  pueden ser substituidos de las ecuaciones anteriores. La pendiente del perfil de la superficie del agua depende si el flujo es subcrítico o supercrítico. Al utilizar  $V = q / y$  (sección rectangular), y asumiendo que  $\alpha = 1$ , la ecuación (6) se transforma en,

$$\frac{1}{2g} \frac{d}{dx} (V^2) = \frac{1}{2g} \frac{d}{dx} \left( \frac{q^2}{y^2} \right) = - \left( \frac{q^2}{g} \right) \frac{1}{y^3} \frac{dy}{dx} \quad (7)$$

Así

$$-S = -S_0 + \frac{dy}{dx} \left( 1 - \frac{q^2}{gy^3} \right) \quad (8)$$

Si incluimos la definición del número Froude (Fr), entonces la pendiente de la superficie del agua para una sección rectangular se puede escribir como,

$$\frac{dy}{dx} = \frac{S_0 - S}{1 - (V^2 / gy)} = \frac{S_0 - S}{1 - Fr^2} \quad (9)$$

Además, del levantamiento topográfico se visitó el área para identificar los coeficientes de Manning ( $n$ ), que se debe utilizar en el modelo HEC-RAS en la primera simulación.

La selección del coeficiente “ $n$ ” de rugosidad de Manning, se basa generalmente en “ el mejor juicio de la ingeniería”; o en valores establecidos por ordenanzas municipales de diseño. Varias tablas están disponibles en la literatura general para la selección del coeficiente de rugosidad de Manning para un particular canal abierto (ver **Tabla 2**. Chow, 1959).



Agosto, 2021

# Proyecto Puerto Barú

	Mínimo	Normal	Máximo
<b>Tuberías cerradas</b>			
Acero, clavado y espiral	0.013	0.016	0.017
Hierro fundido, Sin recubrimiento	0.011	0.014	0.016
Cemento, mortero	0.011	0.013	0.015
Concreto, alcantarilla	0.010	0.011	0.013
Arcilla, alcantarilla vitrificada	0.011	0.014	0.017
Albañilería del escombros, cementada	0.018	0.025	0.030
<b>Canales alineados o erigidos</b>			
Concreto, final del flotador	0.013	0.015	0.016
Fondo concreto, concreto	0.020	0.030	0.035
Fondo de la grava con el rasgaduras	0.023	0.033	0.036
Ladrillo, esmaltado	0.011	0.013	0.015
<b>Canal excavado o dragado</b>			
Tierra, derecha y uniforme - hierba corta	0.022	0.027	0.033
Tierra, sinuoso, floja, pastos densos	0.030	0.035	0.040
Cortes de la roca, dentado e irregulares	0.035	0.040	0.050
Canales no mantenidos, pasto y maleza sin cortar	0.050	0.080	0.120
<b>Corrientes Naturales</b>			
Etapas limpia, rectas, completas	0.025	0.030	0.033
Limpios y sinuosos, algunas piscinas y bajíos	0.033	0.040	0.045
Bordes flojos, malezas y charcos profundos	0.050	0.070	0.080
Riberas de arroyos montañosos y peñascos	0.030	0.040	0.050
Riberas de arroyos montañosos, grava y grandes Peñascos.	0.040	0.050	0.070
<b>Flujo en Llano</b>			
Pasto, ningún matorral, hierba alta	0.030	0.035	0.050
Matorral, matorral dispersos, hierbas abundantes	0.035	0.050	0.070
Matorral, medio al matorral denso en verano	0.070	0.100	0.160
Árboles, sauces densos, verano, plano	0.110	0.150	0.200
Árboles, bosques	0.080	0.100	0.120

**Tabla 2.** Valores del coeficiente de rugosidad (n) en la fórmula de Manning.



Agosto, 2021

## V. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN CON EL MODELO HEC-RAS

Para evaluar los niveles del agua, con el modelo HEC-RAS, a lo largo del tramo de la corriente donde estará ubicado el puerto, se procedió a realizar un levantamiento topográfico en ambas riberas del río Chiriquí Nuevo en una extensión de aproximadamente 420 metros donde el cauce muestra una pendiente suave de  $s=0.000406$  m/m. Se incorporó también los datos de la batimetría que junto a la topografía permitieron obtener las secciones transversales necesarias para realizar la simulación hidráulica. El análisis de mareas permitió considerar que la condición de frontera en el nivel del agua fuera de 3.1 metros; Nivel Medio de Mareas Altas de Sicigias (**Tabla 3**).

Estación de marea	Latitud	Longitud	Nivel Medio de mareas Altas de Cuadratura (m) (MHWN)	Nivel Medio de mareas Altas de Sicigias (m) (MHWS)	Nivel medio del mar (m)	Diferencias			
						Tiempo (HH:MM)		Altura(m)	
						HWL	LWL	HWL	LWL
Balboa	08°57'	079°34'	3,84	4,99	2,6	0:00	0:00	0,0	0,0
Isla Parida	08°08'	082°19'	2,4	3,1	1,5	0:00	-0:09	*0,63	*0,47

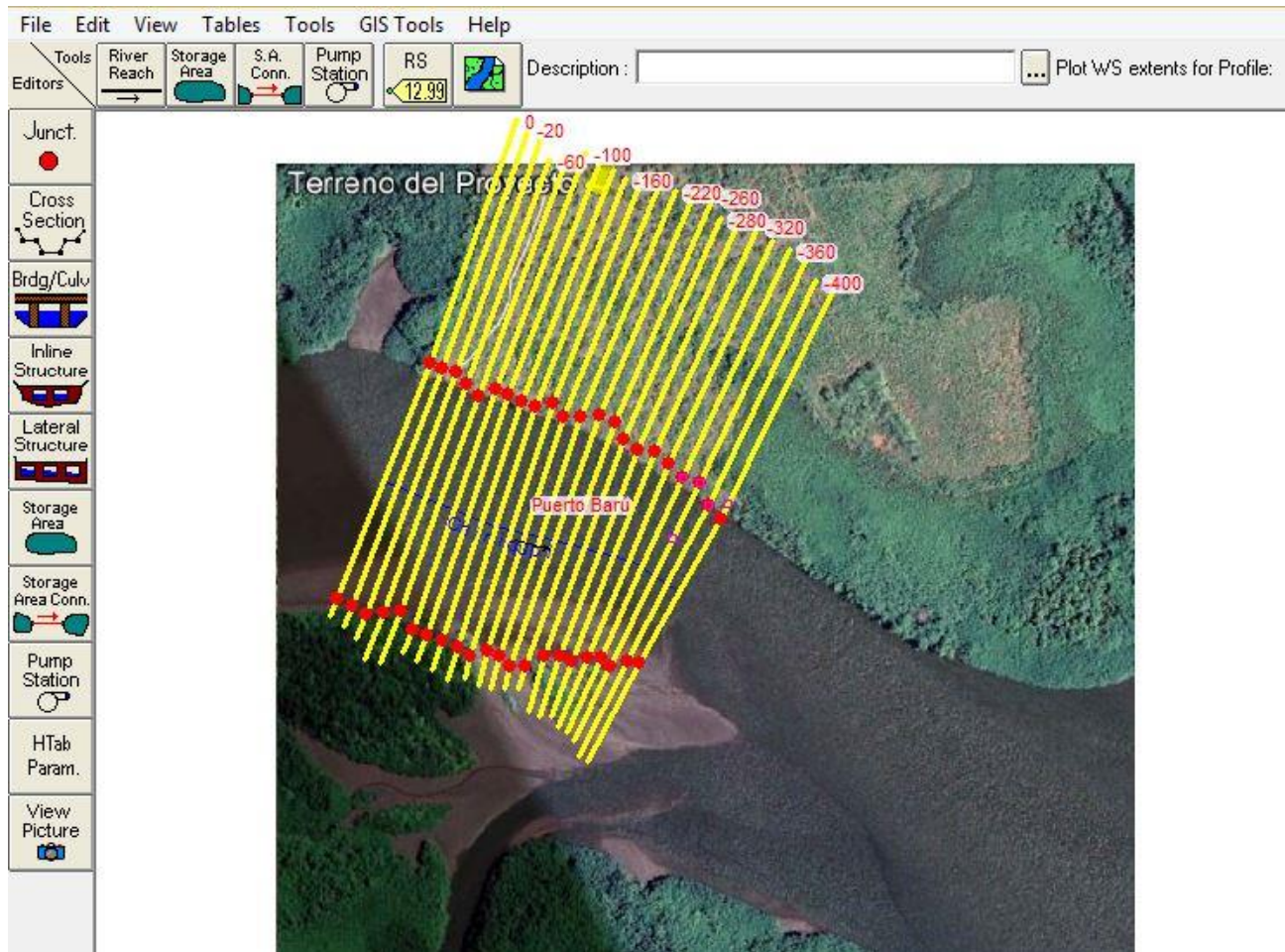
**Tabla 3.** Niveles mareográficos en la estación subordinada de Isla Parida y diferencias mareales.

*Fuente: WX-tide 32. ACP-Referencia Balboa. Niveles referidos al Datum de las Cartas de navegación.*

La topografía fue suministrada por el Promotor del proyecto Puerto Barú. Se parte del hecho que ambas, la topografía y la batimetría fueron realizadas de manera correcta, de tal manera que, la información que se extraiga para ser utilizada en el modelo hidráulico HEC-RAS es apropiada para determinar los niveles del agua en el área donde se desarrollará el proyecto. La **Figura 10** muestra el tramo fluvial en el área de estudio.



Agosto, 2021



**Figura 10.** Tramo del río Chiriquí Nuevo analizado con el modelo HEC-RAS.

Al cauce principal de la corriente natural se le asignó un coeficiente de Manning de 0.025, y el mismo se incrementó hasta un valor de 0.035 para ambas riberas (banco izquierdo y banco derecho), considerando la presencia de vegetación los cuales incrementan la resistencia al flujo. Las simulaciones hidráulicas se realizaron con los caudales de diseño de que se muestran en las **Tabla 4**, correspondiente a los periodos de retorno (T) de 50 y 100 años respectivamente.

No.	Río	Tramo	Sección Transversal	$Q_{50}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{100}$ (m <sup>3</sup> /s)
1	Chiriquí Nuevo	Puerto Barú	0	3,339	3,608

**Tabla 4.** Caudales asignados al tramo utilizando el Modelo HEC-RAS

Aunque se simulaban los dos caudales de diseño con el modelo HEC-RAS, la **Figura 11** muestra los niveles del agua correspondiente al periodo de retorno de 100 años a lo largo del tramo analizado.

MATIAS CARRERA D.  
INGENIERO CIVIL  
Lic. No. 93 006-907  
*Matias Carrera D.*  
FIRMA  
Ley 16 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Agosto, 2021

Las aguas se desbordan del lado derecho donde se encuentran los manglares. Sin embargo, del lado izquierdo donde se desarrollará el proyecto la diferencia entre las elevaciones del terreno y el nivel del agua varían desde 5.72 metros en la estación 0km+000m (aguas arriba) a 2.00 metros en la estación 0km+300m. En la estación 0km+400 metros se observa una depresión en el terreno que corresponde a una zona de manglares. El la **Figura 12** se muestran las estaciones 0km+000m y 0km+300m.

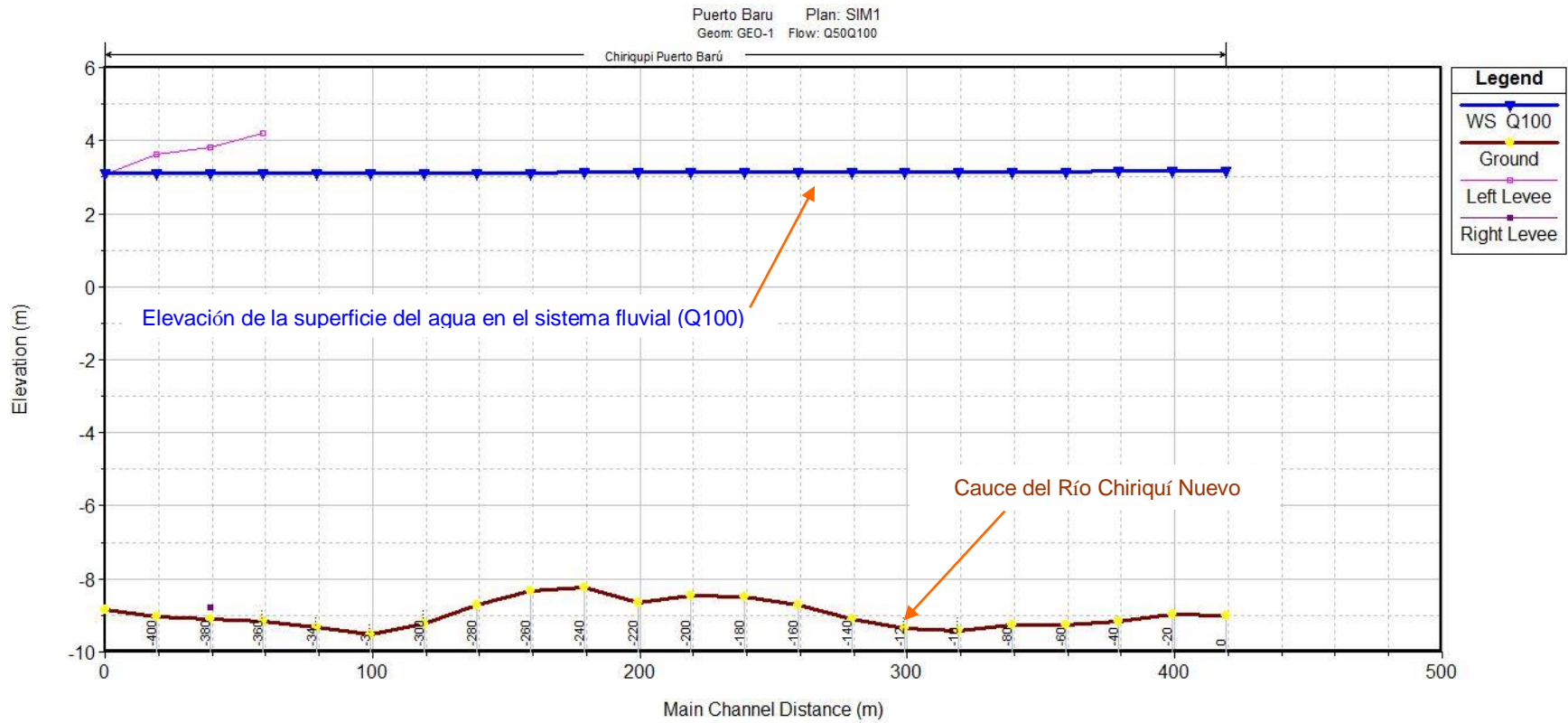
En el **Anexo 1** se muestra una tabla con los elementos hidráulicos de las secciones transversales y también los niveles del agua para los dos periodos de retorno (50 y 100 años).

Otra simulación se realizó considerando un incremento de 30 cm al nivel medio del mar. Los resultados mostraron que prácticamente hay que añadir esos 30 centímetros a cada uno de los niveles del agua de la simulación original. De esta manera, por ejemplo, la diferencia de elevación entre el terreno y el nivel del agua en la estación 0km+000m será de 5.42 metros en vez de los 5.72 metros.



Agosto, 2021

## Proyecto Puerto Barú



**Figura 11.** Perfil longitudinal y nivel del agua al transitar el caudal de diseño para el periodo de retorno de 100 años.

MATIAS CARRERA D.  
INGENIERO CIVIL  
Lic. No. 88.006-007

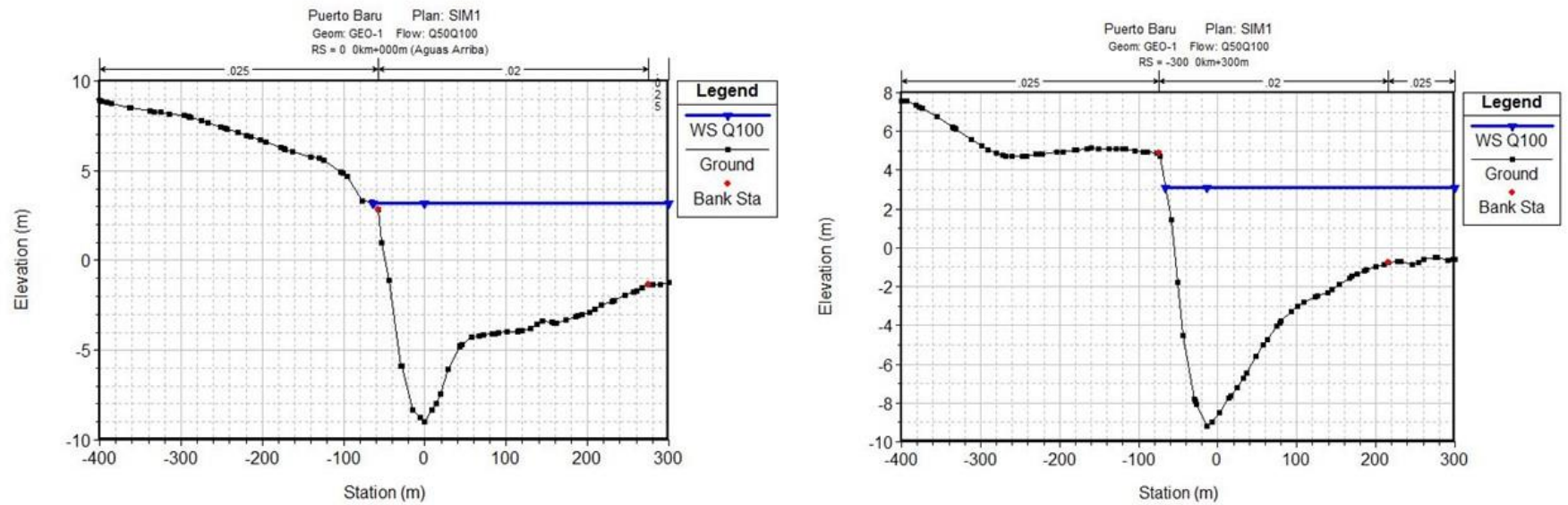
*Matias Carrera D.*

F I R M A

Ley 16 del 20 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Agosto, 2021

## Proyecto Puerto Barú



**Figura 12.** Secciones 0km+000m y 0km+300m.

MATIAS CARRERA D.  
INGENIERO CIVIL  
Lic. No. 93.006-007  
*Matias Carrera D.*  
F I R M A  
Ley 16 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Agosto, 2021

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La cuenca del río Chiriquí ha sido intervenida a lo largo de los años y existe varias centrales hidroeléctricas que sus funcionamientos regulan los caudales que se registran aguas abajo en varias de las estaciones hidrológicas. La construcción de proyectos hidroeléctricos de embalse y de pasada se acentuaron al principio del Siglo XXI.
2. Los caudales máximos instantáneos de la estación hidrológica Chiriquí Interamericana (108-01-02) fueron seleccionados para realizar un análisis de frecuencia en el periodo 1955-2003. Se desprecia el efecto que puedan tener el funcionamiento de los primeros proyectos hidroeléctricos La Estrella, Los Valles y Fortuna aguas arriba. Las dos primeras empezaron a funcionar el año 1979 mientras que Fortuna lo hizo en el año 1984.
3. El análisis de frecuencia permitió encontrar que la distribución de probabilidad que mejor se ajusta a la serie de tiempo de caudales es la Pearson Tipo III. De esta manera los caudales de diseño para los periodos de retorno de 50 y 100 años fueron de 3,339 y 3,608 m<sup>3</sup>/s respectivamente.
4. La presencia de las nuevas estructuras hidráulicas (presas, canales), como consecuencia de los proyectos hidroeléctricos de inicio del Siglo XXI provocaron la desviación de los flujos de varias corrientes disminuyendo así los caudales que pudieron haber pasado por la estación hidrológica Chiriquí Interamericana. El impacto de estas estructuras, por los principios básicos de la Mecánica de Ríos, también habrán podido disminuir la carga de sedimentos que eventualmente hubieran llegado al área donde se propone desarrollar el proyecto del Puerto Barú.
5. La simulación hidráulica con el modelo HEC-RAS muestra que los niveles de terracería del área de terreno donde se propone desarrollar el puerto es seguro aun cuando se ha considerado el Nivel Medio de Mareas Altas de Sicigias (MHWS), de 3.10 metros.

MATIAS CARRERA D.  
INGENIERO CIVIL  
Lic. No. 93.096-907  
*Matias Carrera D.*  
F I R M A  
Ley 18 del 28 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Agosto, 2021

## VII. REFERENCIAS

Ballesteros T., Collette D. y Kelley M. (1990). Modelo EXVAL90

Chow, V. T., 1959, Open Channel Hydraulics, McGraw-Hill, New Cork.

Computer Applications in Hydraulics Engineering: Connecting Theory to Practice 1997-2004. Haestad methods, Inc.

Diagnóstico ambiental y Determinación del caudal ambiental. Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y El Caribe, CATHALAC, (Septiembre 2017).

Hoggan D. H., 1997, Computer-Assisted Floodplain Hydrology and Hydraulics, 2nd ed., McGraw-Hill, New York.

Hidrologic Engineering Center, 1982, HEC-2 Water Surface Profiles, User's Manual, U. S. Army Corps of Engineering, Davis, CA.

Hidrologic Engineering Center, 1995, HEC-RAS River Analysis System, User's Manual, U. S. Army Corps of Engineering, Davis, CA.

Hidrologic Engineering Center, 2000, HEC-RAS, River Analysis System, User's Manual, U. S. Army Corps of Engineering, Davis, CA.

Informe de monitoreo de la Calidad del agua en las Cuencas Hidrográficas de Panamá. Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), 2009-2012.

<https://www.bbc.com/mundo/noticias-58152731>. 5 revelaciones del preocupante informe de la ONU sobre cambio climático.

Plan de Acción Durante Emergencias: CH Gualaca; Hidro Consult, S. A. (2020).



Agosto, 2021



# Informe de Estudio Hidro-Geofísico

Para: Desarrollo Multimodal Barú

Barú, Chiriquí, Panamá



**Geowaterconsult, S.A.**

Por: Geo Water Consult, S.A.  
15 de octubre de 2021



## Contenido

<b>Introducción.....</b>	<b>2</b>
<b>Características Hidrológicas.....</b>	<b>3</b>
Generalidades.....	3
Caudales promedios y mínimos mensuales.....	5
Climatología .....	6
Precipitación.....	7
<b>Geofísica.....</b>	<b>8</b>
Método Gamma y RAP.....	8
Descripción general del método de perfilado Acústico de Resonancia (RAP) .....	8
Descripción general del método de contador de Centelleo Gamma Radiométrico (Gamma).....	10
<b>Mapa del sitio y áreas de cobertura de la Investigación.....</b>	<b>11</b>
<b>Resultados de la Investigación por Sitios .....</b>	<b>12</b>
Sitios 1 Y 2.....	12
Sitios 3, 4 y 5. ....	14
<b>Geología .....</b>	<b>16</b>
Geología Regional: .....	18
Geología del Proyecto:.....	19
Geología Estructural .....	21
<b>Conclusiones .....</b>	<b>22</b>



## Introducción

Este informe presenta los resultados de la investigación geofísica Geo Water Consult, S.A, realizado en septiembre-octubre de 2021, en donde se realizó prospección geofísica Gamma y Resonancia Acústica, para identificar las características de las diferentes unidades hidrogeológicas, en donde se construirán las diferentes estructuras del proyecto del Puerto Barú, en la provincia Chiriquí. El proyecto Puerto Barú se encuentra a unos 9 km al este de David, Provincia de Chiriquí (Figura 1).



**Figura 1.** Ubicación del proyecto Puerto Barú

Dos métodos fueron empleados: **Perfiles Acústicos de Resonancia** o “RAP” (un método sísmico pasivo), y contador de centelleo gamma radiométrico (o simplemente "gamma" para abreviar).



## Características Hidrológicas

### Generalidades

El sitio de estudio se encuentra ubicada dentro de la cuenca hidrográfica No. 110, denominada Río Fonseca y Ríos entre Río Chiriquí y Río San Juan, perteneciente a la vertiente del Pacífico. La cuenca No. 110 está formada por el río Fonseca (Río Principal) y se encuentra en la parte central de la provincia de Chiriquí, entre las coordenadas 8° 15' y 8° 45' de latitud norte y 82° 20' y 81° 49' de longitud oeste. El área de drenaje total de la cuenca alcanza los 1565.07 Km<sup>2</sup> hasta la desembocadura al mar.

Los ríos más importantes son el Fonseca, con 90 Km de largo, y el río Chorchá de 60 Km. El río Fonseca es el caudal principal de la cuenca, contando con un área de drenaje de 721 Km<sup>2</sup>. El caudal mensual promedio registrado en la estación de San Lorenzo (110-01-01) es de 69.0 m<sup>3</sup>/s. La precipitación promedio en la cuenca alcanza los 3,600 mm anuales. La elevación promedio es de 740 msnm y el punto más alto se encuentra en el Cerro Chorchá, al noroeste de la cuenca, con una elevación máxima de 2,238 msnm.

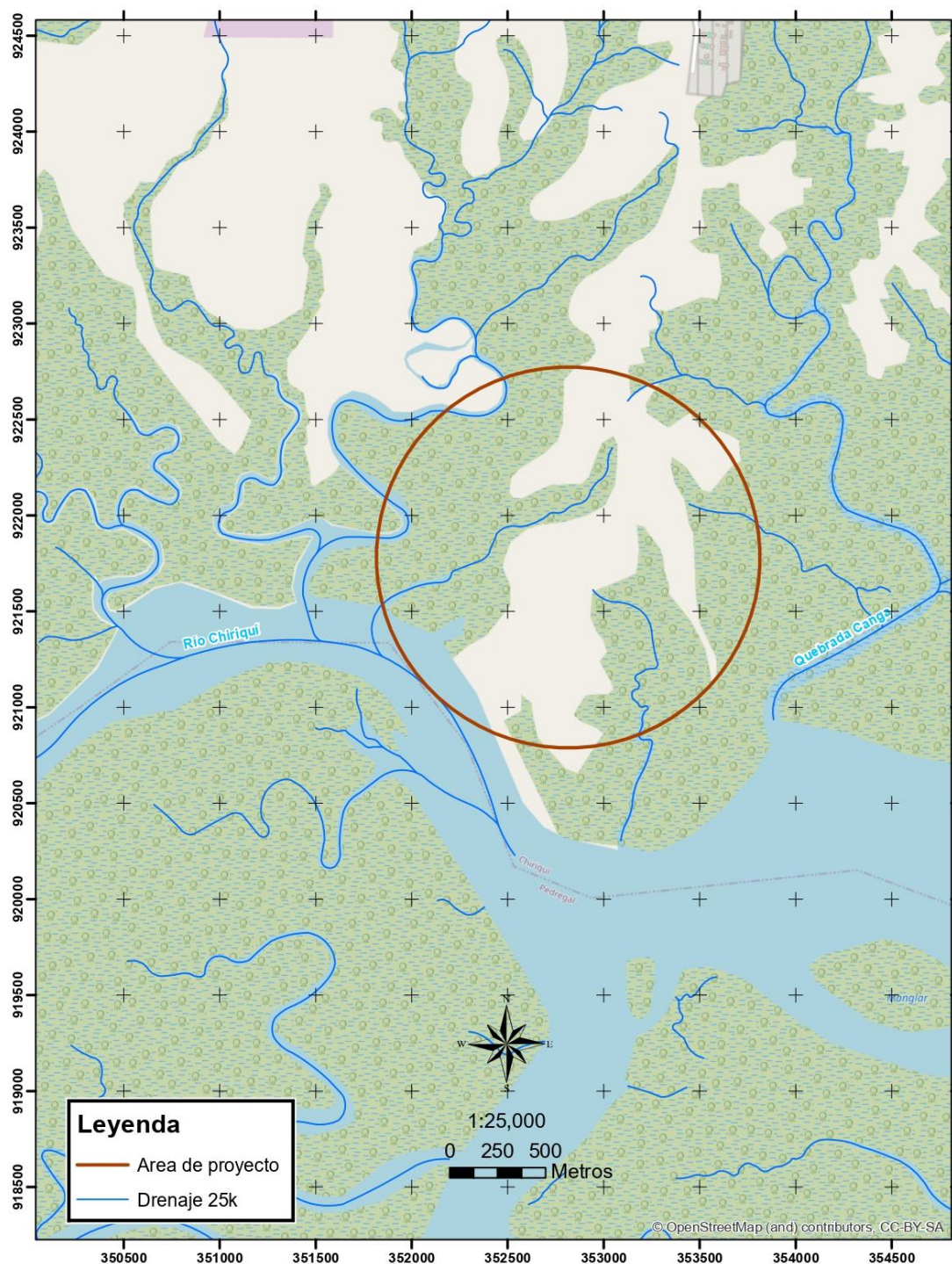
El clima en la cuenca corresponde al tropical húmedo. Se observan cinco zonas de vida, en la que predominan el bosque húmedo tropical y el bosque pluvial premontano, con un sistema productivo con vegetación leñosa natural o espontánea en un 75% de la cuenca. El resto de la superficie la conforman sabanas arboladas y campos de gramíneas.

Los cultivos de mayor relevancia son el arroz, el maíz y el frijol de bejuco, y los cultivos permanentes son el coco, la naranja y el café. Se practica la ganadería bovina y caballar, así como la cría de aves. La superficie dedicada a los pastos es de unas 770 has aproximadamente.

El total aproximado de la población es de 10,296 habitantes, distribuidos en 27 poblados dentro de los límites de la cuenca. Esta cuenca abastece a la población con una dotación de 50 a 100 galones/día/habitante. Dentro de la Cuenca 110, no existen áreas protegidas (Figura 2).



*Asesoría profesional y confiable para el alcance de sus metas y objetivos en el área de la Gestión de los Recursos hídricos (Subterráneos y Superficiales), Geofísica, Geología y Amenazas Naturales.*



**Figura 2.** Imagen de la red Hídrica del Proyecto.

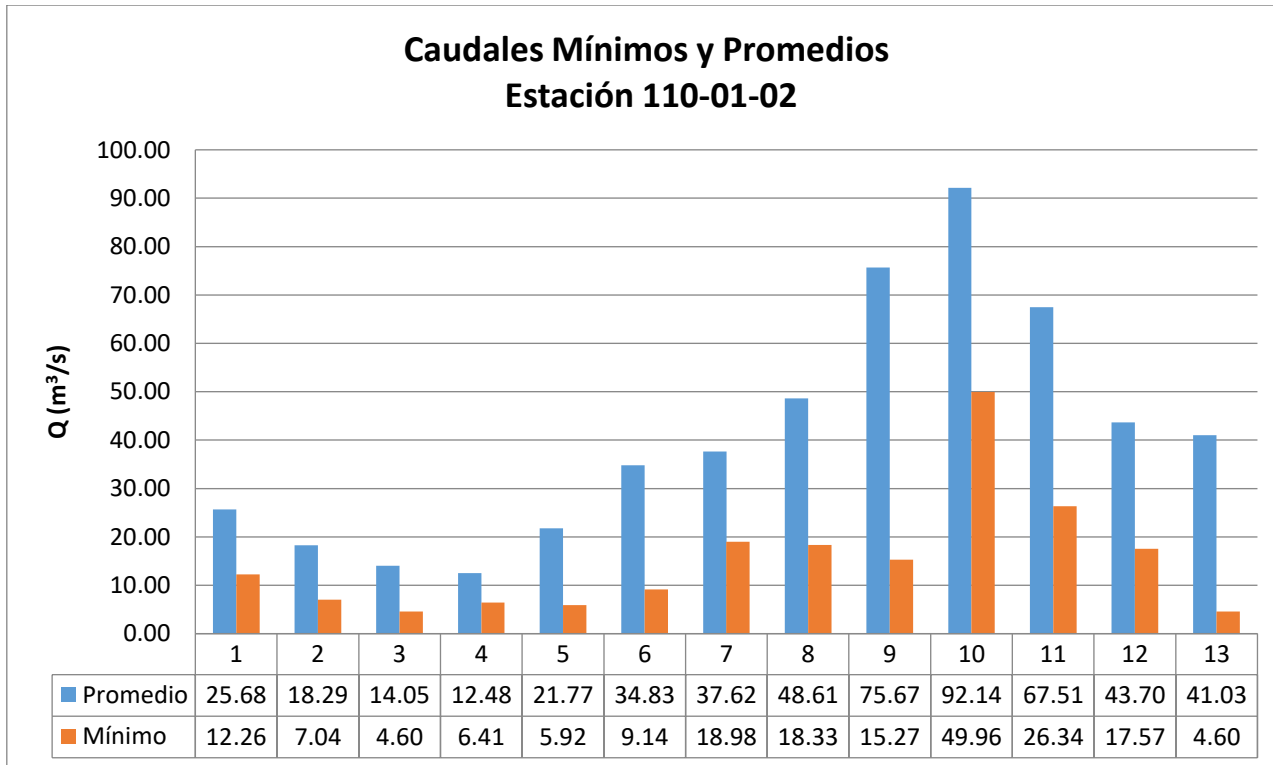


## Caudales promedios y mínimos mensuales

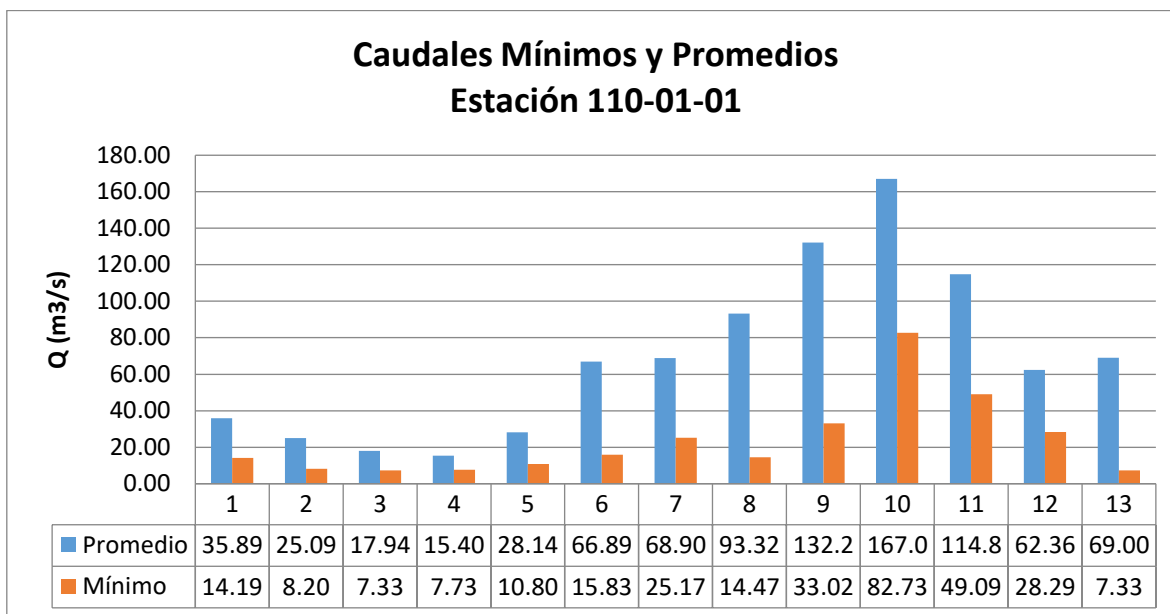
Para la Cuenca 110 del río Fonseca existen dos estaciones pertenecientes a la Red de Estaciones Hidrológicas de la Dirección de Hidrometeorología de ETESA. Las mismas están ubicadas sobre el Río Fonseca en San Lorenzo (110-01-01) y Ante Soloy (110-01-02). A continuación, en la Tabla 1, Figura 3 y Figura 2, presentaremos las características y los caudales promedio y mínimos mensuales de cada estación.

**Tabla 1.** Estaciones Hidrológicas en la Cuenca 110.

ID Estación	Ubicación	Fuente	Tipo de Estación	Año Inicial	Año Final
110-01-01	San Lorenzo	Fonseca	Automática	1957	2014
110-01-02	Alto Soloy	Fonseca	Convencional	1975	2010



**Figura 3.** Caudales mínimos y promedios para la estación 110-01-02 en el Río Fonseca a la altura de Alto Soloy. Fuente: Hidromet-ETESA



**Figura 4.** Caudales mínimos y promedios para la estación 110-01-01 en el Río Fonseca a la altura de San Lorenzo. Fuente: Hidromet-ETESA

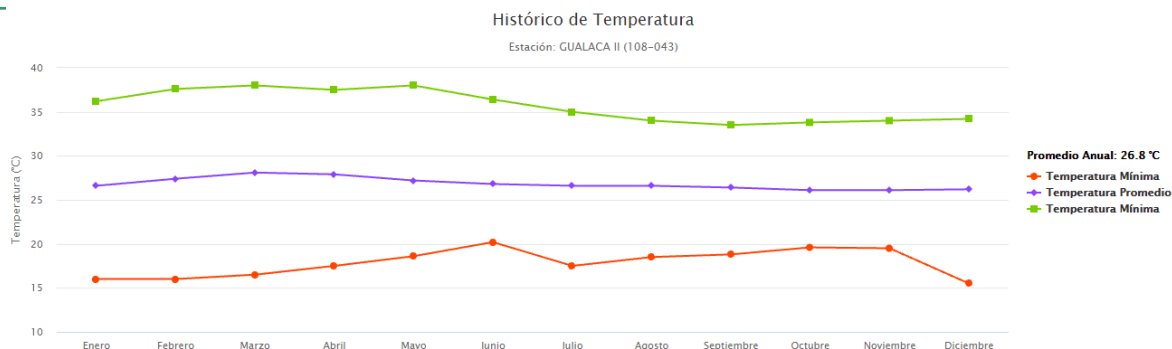
En los Figuras 3 y 4 podemos observar el comportamiento de la cuenca 110, específicamente el del Río Fonseca. Se evidencia la relación entre el caudal y la precipitación, observamos que los caudales mínimos registrados se encuentran en los meses pertenecientes a la temporada seca: enero a abril. Para el caso de esta cuenca podemos apreciar que la temporada seca se extiende incluso hasta el mes de mayo y es en el mes de junio que empezamos a apreciar un aumento considerable en los caudales. A pesar de no contar con información actualizada, la misma es representativa del comportamiento hidrológico de la cuenca 110 y por ende del régimen de precipitación y caudales.

## Climatología

Para el análisis de la temperatura utilizamos una estación perteneciente a la cuenca 108 del Río Chiriquí. El motivo de esto es que se encuentra próximo a la zona de estudio y la cuenca 110 no cuenta con estaciones meteorológicas con sensor de temperatura. La Estación 108-043 (Figura 5) cuenta con datos de 1995 hasta la fecha.



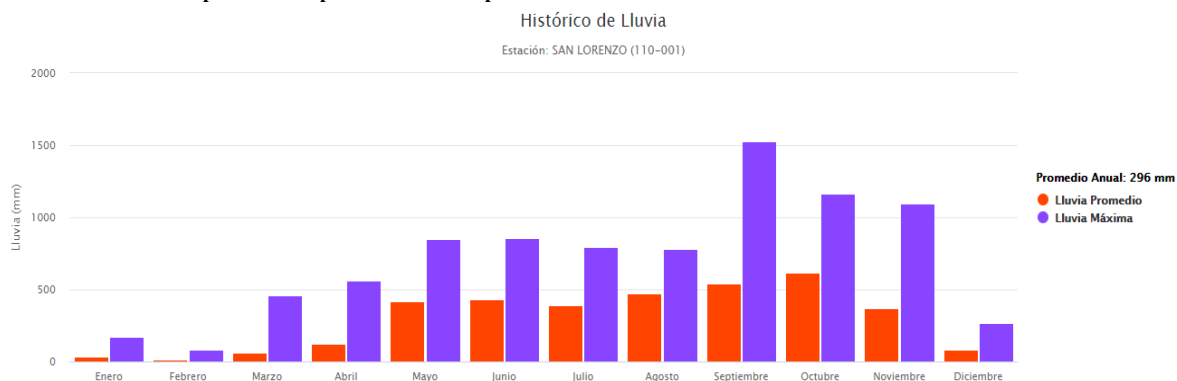
*Asesoría profesional y confiable para el alcance de sus metas y objetivos en el área de la Gestión de los Recursos hídricos (Subterráneos y Superficiales), Geofísica, Geología y Amenazas Naturales.*



**Figura 5.** Registros históricos de temperatura Estación Gualaca 108-043. Fuente: Hidromet-ETESA

## Precipitación

Para el análisis de la temperatura, utilizaremos la estación San Lorenzo (110-001) ver **Figura 6**. La misma cuenta con 31 años de registros recopilados desde 1967 hasta 1998 los cuáles nos parecen pertinentes para este análisis

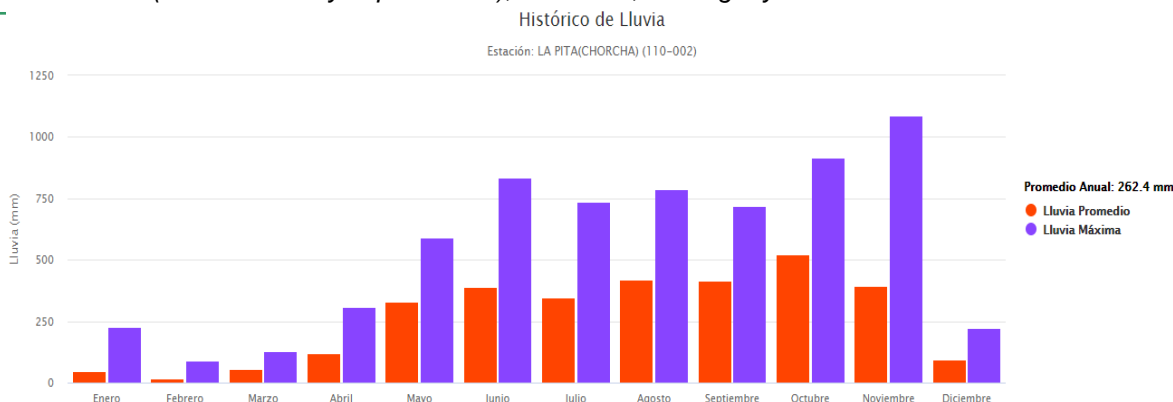


**Figura 6.** Datos Históricos de la Estación San Lorenzo (110-001) Fuente: Hidromet-ETESA

Además, incluimos los datos de la Estación La Pita (Chorcha) (110-002), la misma cuenta con 30 años de registro desde 1968 hasta 1998. Ambas estaciones consideradas se encuentran dentro de la cuenca 110, ver **Figura 7**.



*Asesoría profesional y confiable para el alcance de sus metas y objetivos en el área de la Gestión de los Recursos hídricos (Subterráneos y Superficiales), Geofísica, Geología y Amenazas Naturales.*



**Figura 7.** Datos Históricos de la Estación La Pita (Chorcha) (110-002) Fuente: Hidromet-ETESA

Ambos gráficos en las **Figuras 6 y 7** nos presentan la tendencia climática de la región, con una estación lluviosa que comprende los meses de mayo a diciembre y una estación seca muy acentuada para los meses de enero a abril.

De acuerdo a la clasificación del Dr. Alberto McKay, geógrafo e historiador panameño, quien generó en el año 2000, una nueva clasificación de los climas de Panamá, que emplea como referencia la tipología climática de Emmanuel de Martonne, que posee más tipos de climas tropicales y además reconoce las grandes influencias de las masas oceánicas, así como la diversidad de ambientes atmosféricos presentes en las montañas tropicales el área del proyecto se encuentra en la zona clasificada como “Clima Tropical con Estación Seca Prolongada”. Este es un clima propio del Pacífico, particularmente de la región central sur de Panamá. Tiene temperaturas cálidas y una baja precipitación. Aquí se destaca una marcada estación seca y fuertes vientos. Cabe destacar que esta condición puede representar problemas de sequía en la región.

## Geofísica

### Método Gamma y RAP

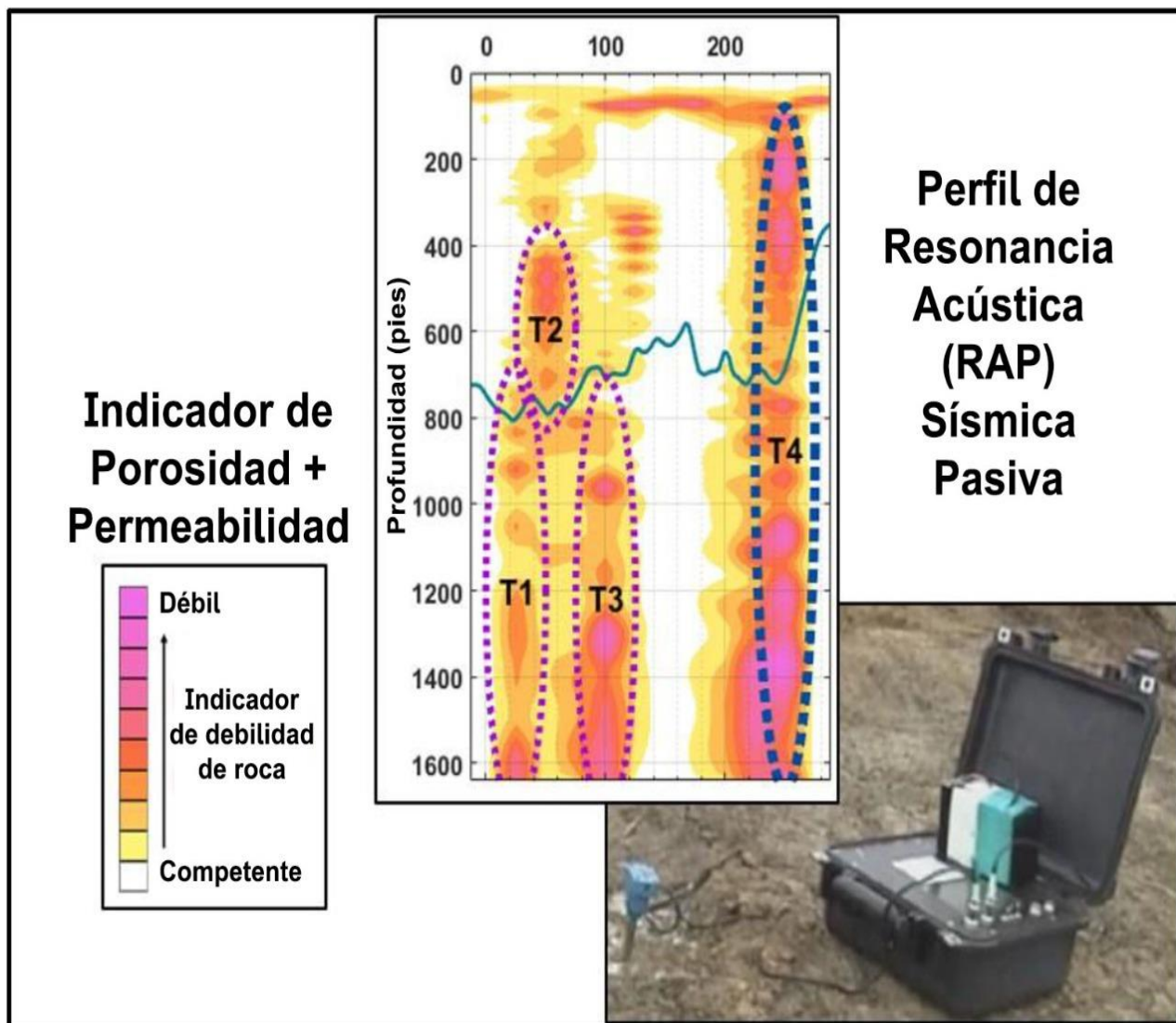
#### Descripción general del método de perfilado Acústico de Resonancia (RAP)

El sistema **RAP** detecta debilidad estructural en el suelo/roca y es apto para localizar zonas débiles, porosas o de fractura de alta permeabilidad con una precisión razonable hasta profundidades de 2000 m. La flexión de la corteza terrestre debido a las fuerzas de marea interplanetarias crea una actividad microsísmica continua, que es la fuente de energía para este método sísmico pasivo. La resonancia de las zonas de baja velocidad, como indica la señal RAP (**Figura 8**) en este sitio, se interpreta generalmente como roca débil y altamente fracturada o porosidad y permeabilidad que puede facilitar



*Asesoría profesional y confiable para el alcance de sus metas y objetivos en el área de la Gestión de los Recursos hídricos (Subterráneos y Superficiales), Geofísica, Geología y Amenazas Naturales.*

una buena conductividad hidráulica. La Figura 2 presenta una imagen del equipo RAP junto con un ejemplo de un perfil RAP que muestra zonas permeables competentes versus débiles/fracturadas.

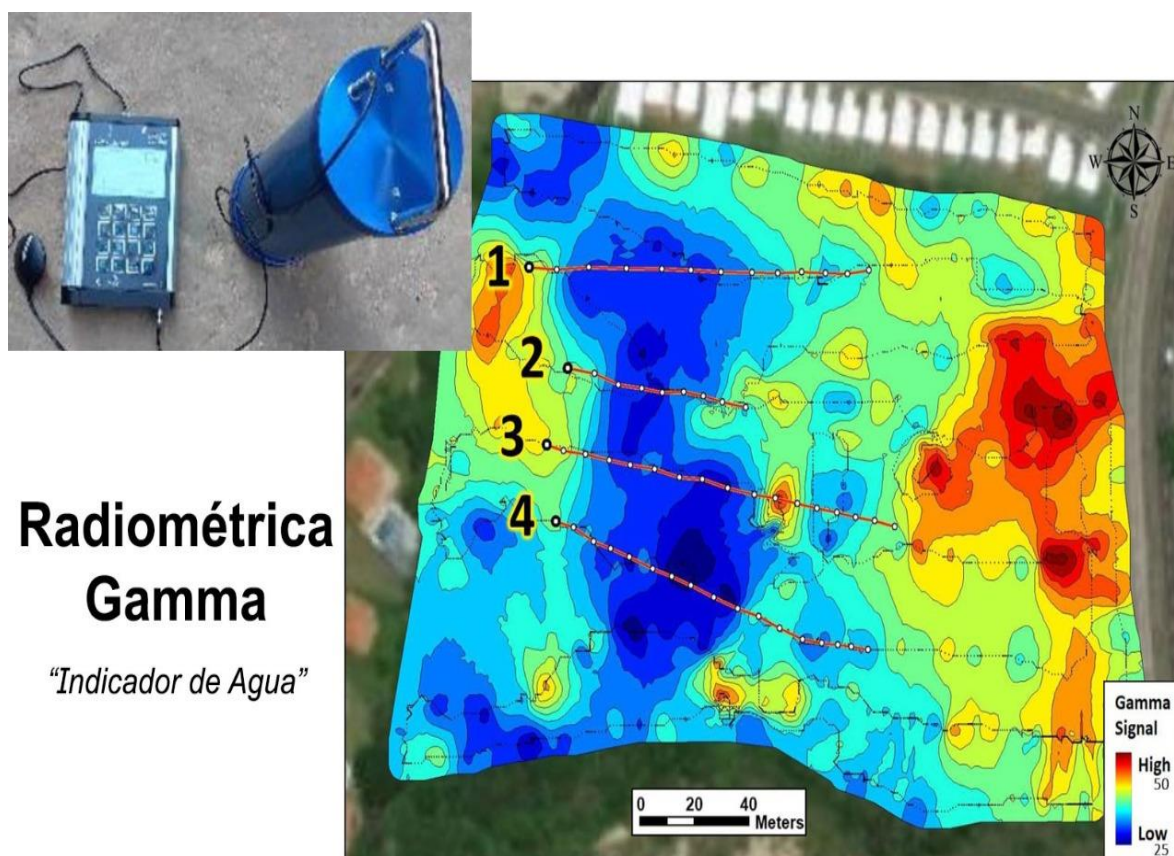


**Figura 8.** Equipo RAP y perfil de ejemplo



## Descripción general del método de contador de Centelleo Gamma Radiométrico (Gamma).

Este método gamma mide las emisiones gamma natural que emiten las rocas subsuperficiales debajo del sensor. Lo más importante es que la señal desciende en lugares donde se acumula agua y disminuye la señal gamma, especialmente en zonas fracturadas / con fallas, lo que la convierte en una herramienta excelente para usar junto con RAP para discernir la porosidad o húmeda frente a la seca. Este sistema de toma medidas al aire libre, nos permite cubrir áreas mucho más grandes en menos tiempo, lo que la convierte en la herramienta de “exploración” para generar áreas prospectivas que pueden ser estudiadas, calificadas o descartadas más a fondo. La **Figura 9** presenta una imagen del equipo Gamma junto con un ejemplo de un mapa de contorno Gamma que muestra áreas húmedas (azules) versus secas (rojas).



**Figura 9.** Equipo Gamma y un ejemplo de un mapa gamma



## Mapa del sitio y áreas de cobertura de la Investigación

La **Figura 10** muestra las áreas de estudio para la investigación de Porto Barú, denominadas Sitio 1, Sitio 2, Sitio 3, Sitio 4, Sitio 5 y Sitio 6.



**Figura 10.** Sitios y áreas de cobertura de la investigación



## Resultados de la Investigación por Sitios

### Sitios 1 Y 2

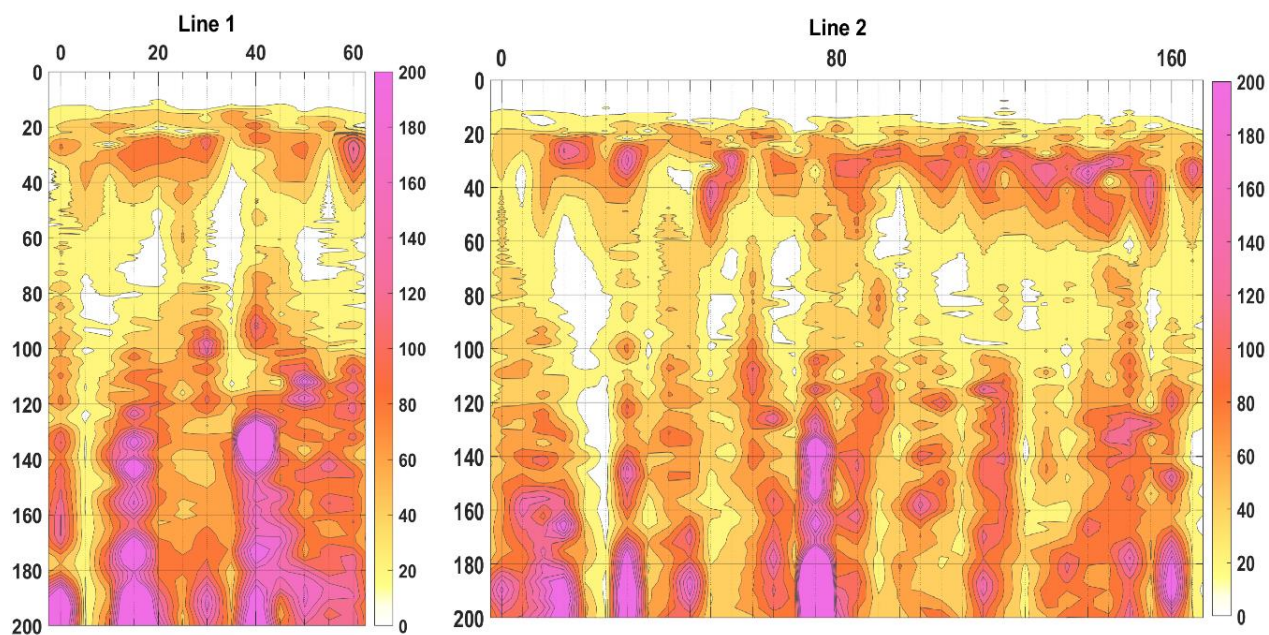
La **Figura 11** presenta los resultados de la medida Gamma en el Sitio 1 y 2, junto con las ubicaciones de las líneas **RAP 1 y 2**, basado en este mapa, se realizaron las líneas RAP (Línea 1 y Línea 2). El **Sitio 1**, corresponde a la cercanía de la ribera del río y el Sitio 2, a las medidas realizadas perpendicular al río. Como se puede observar en el **Sitio 1** presenta saturación de agua debido a la influencia de las presiones del río y la baja y alta marea, en cuanto a los resultados **RAP** de la línea 1, nos muestra la presencia de una zona saturada no muy productiva de agua y lo que pareciera ser agua no de buena calidad, estas se encuentra en una zona meteorizada de un aporte de agua subterránea muy pobre y posiblemente de mala calidad en su composición químicas, seguidamente en profundidad nos encontramos por debajo de los 50 m, una zona de posible roca volcánica compacta en donde no hay posibilidades de agua, pero a profundidades superiores a los 100 m, se encuentra un sistema de fracturamiento verticales que se explican en la sección de geología, la correlación de los datos gamma con los de RAP nos indica la poca posibilidad de que estas fracturas casi verticales puedan contener agua subterráneas. Los resultados del Sitio 2, muestras en su mapa de contorno Gamma Figura 11, una uniformidad en sus estratos de acuerdo a los resultados de las líneas **RAP 1 y 2** (ver **Figura 12**), en donde la zona de 30 m a 50 m, corresponde posiblemente a rocas meteorizada en donde se encuentra posiblemente una zona saturada muy pobre, en donde posiblemente el poco contenido de agua que tenga no sea de buena calidad química, de igual manera para profundidades superiores a los 50 m a 100 m, pertenezca a material litológico volcánico donde no hay aporte de agua, para profundidades superiores a los 100 m a 200 m presenta un sistema de fracturamiento verticales que al correlacionar los resultados gamma no presenta buenos sitios de fuente de agua subterráneas.



*Asesoría profesional y confiable para el alcance de sus metas y objetivos en el área de la Gestión de los Recursos hídricos (Subterráneos y Superficiales), Geofísica, Geología y Amenazas Naturales.*



**Figura 11.** Mapa gamma de los Sitios 1 y 2 y sus respectivos perfiles de líneas RAP

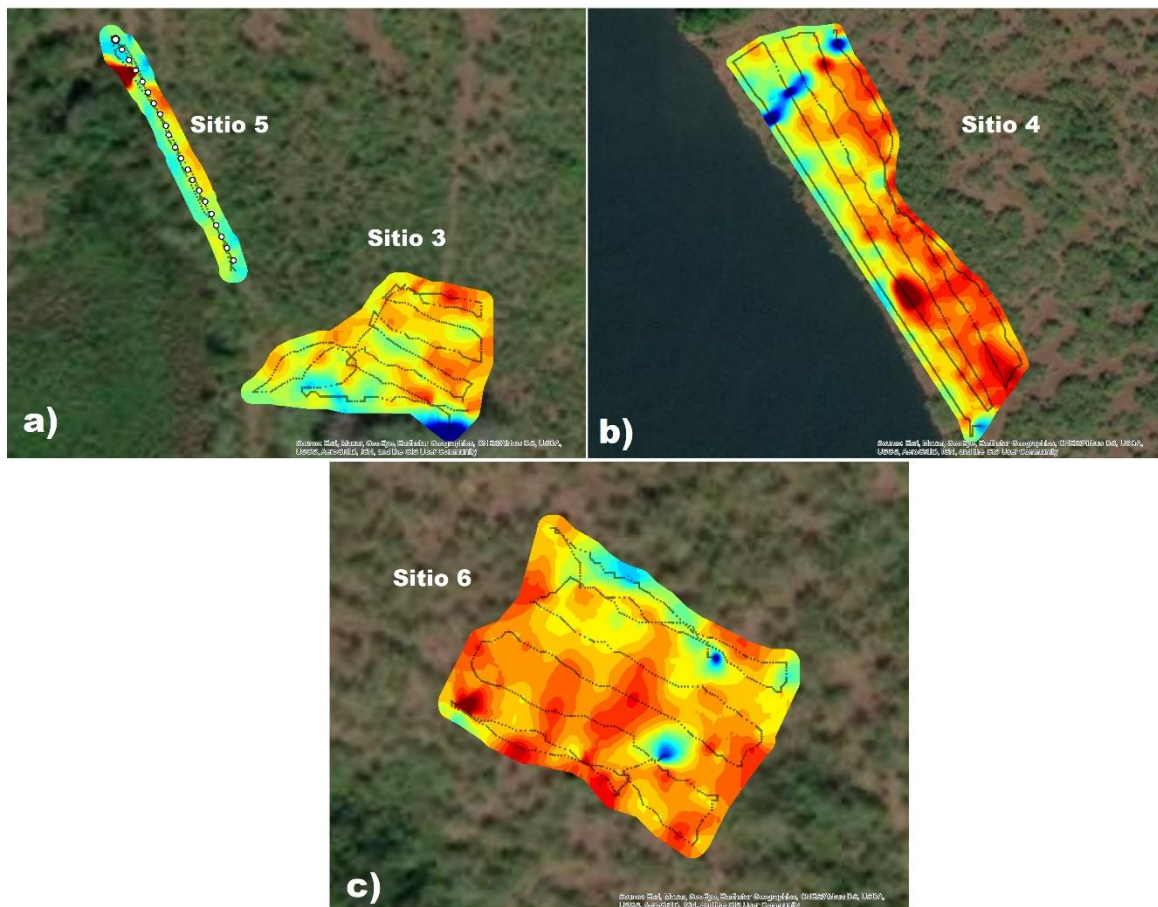


**Figura 12.** Resultados RAP de los Sitios 1 y 2, ambos muestran características similares en sus unidades hidrogeológicas.



### Sitios 3, 4 y 5.

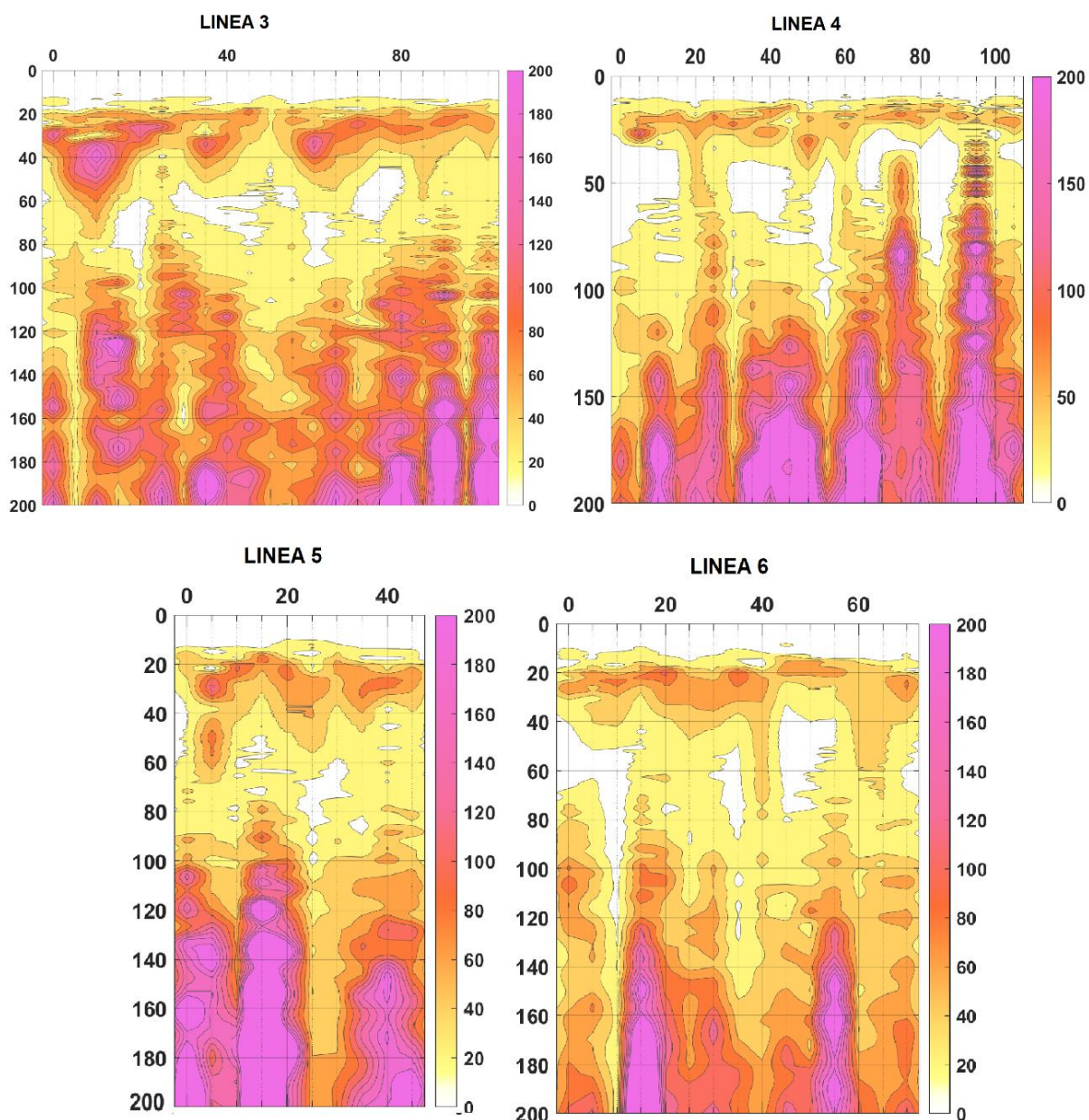
La **Figura 13** presenta los resultados de la medida **Gamma** en el Sitio 3, 4, 5 y 6. Estas se eligieron para enfocar el estudio. Basado en este mapa se trazaron las líneas de **RAP** para los **Sitio 3, 4, 5 y 6**, estos presentan una uniformidad del subsuelo de acuerdo a los resultados gamma, con escasa presencia de posibles fuentes de aguas subterráneas profundas, al establecer una correlación de las medidas **Gamma** y con **RAP**, solo en las profundidades comprendidas entre 30 m y 50 m se repite la ubicación de una pequeña zona saturada escasa de agua subterránea y la calidad de agua posiblemente no sea muy buena debido a la influencia del zona satura que posiblemente sea agua salobre influenciada por las presiones de la alta y baja marea de la costa, en las cuatros líneas de RAP (ver figura 14) , se aprecia lo dicho anteriormente, seguidamente en profundidad que se encuentran por debajo de los 50 m, una zona roca volcánica en donde no hay posibilidades de agua, pero a profundidades superiores a los 100 m a 200 m, se encuentra un sistema de fracturamiento verticales que se explican en la sección de geología. Los resultados de estos Sitios (**3, 4, 5 y 6**) no presentan riesgo en alterar las unidades hidrogeológicas de los sitios estudiados.



**Figura 13.** Mapa gamma de los Sitios 3, 4, 5 y 6.



*Asesoría profesional y confiable para el alcance de sus metas y objetivos en el área de la Gestión de los Recursos hídricos (Subterráneos y Superficiales), Geofísica, Geología y Amenazas Naturales.*



**Figura 14.** Perfiles de Resonancia Acústica RAP 3, 4,5 y 6.

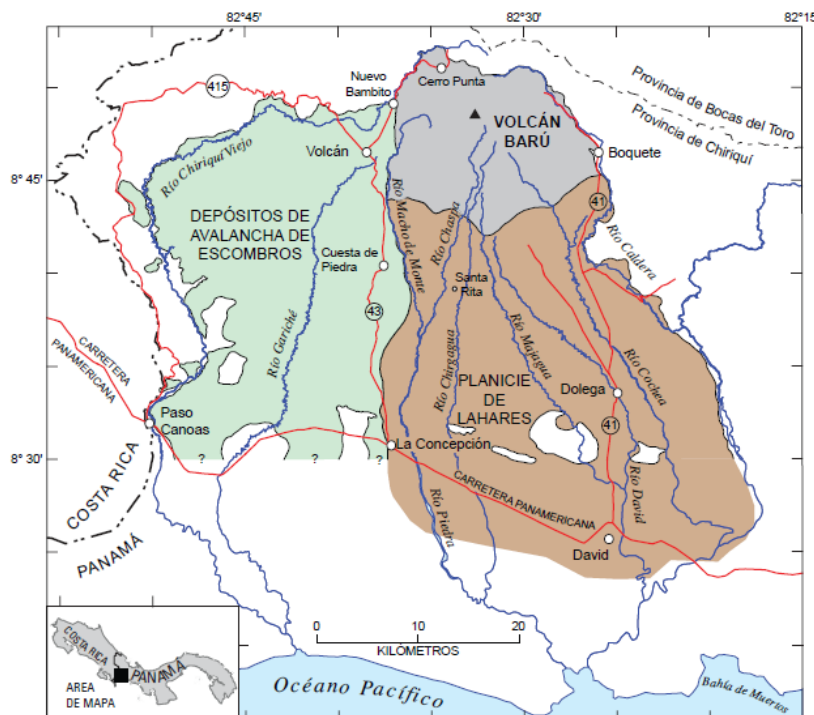


## Geología

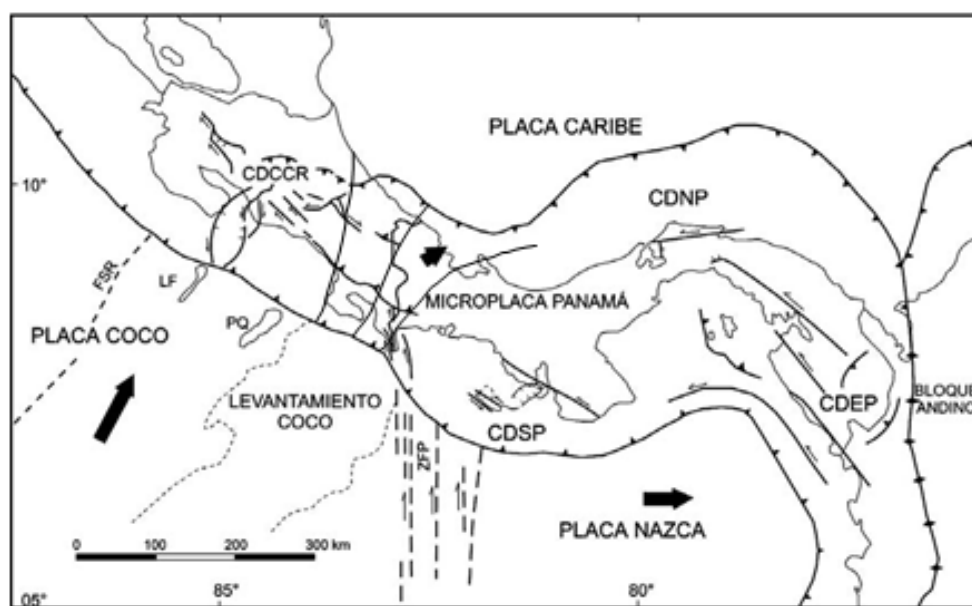
El extremo oriental de Panamá (donde se encuentra localizado el proyecto) forma parte de un complejo vulcano- sedimentar instalado desde el Terciario Inferior. Los eventos cíclicos de vulcanismo y sedimentación se mantuvieron activos hasta el Cuaternario. El basamento de este complejo volcánico probablemente representa un bloque levantado de la corteza oceánica. Las erupciones cíclicas de este complejo volcánico han esparcido repetidamente productos piroclásticos, cubriendo zonas a más de 100 km de distancia del principal centro volcánico (volcán Barú); depositando capas de 10 cm a 20 cm de espesor a distancias de 10 a 15 km a la redonda (Figura. 15). La alternancia entre los eventos volcánicos y los sedimentares “per se”, han propiciado la alternancia en la columna estratigráfica de productos piroclásticos con niveles de origen sedimentar. La deposición de estos productos (tanto volcánicos como sedimentares) en una cuenca submarina profunda, propiciaron la formación de calizas tobáceas y/o calizas arcillosas. Intensos procesos de meteorización han propiciado sobre esta pila estratigráfica el desarrollo de Lateritas y Bauxita con potencial para la formación de depósitos residuales estratiformes (Figura. 17). La limitada información cartográfica sobre este sector no permite delimitar con precisión los contactos entre las principales formaciones que ocurren en la región.

A nivel estructural esta región es influenciada por eventos cinemáticos generados en la microplaca de Panamá o el Cinturón Deformado del Sur de Panamá (Figura. 16). La placa del Coco se subduce bajo el margen pacífico de América Central, a partir de la fosa Mesoamericana. Hacia el sureste, la zona de subducción termina en un punto triple o la Zona de Falla de Panamá (ZFP). Al sur del mismo, interaccionan la placa del Coco con la placa de Nazca, a lo largo del sistema de falla transformantes dextral de Panamá, de rumbo N-S. Un sistema interno de fallas que está constituido principalmente por fallas de desplazamiento de tipos dextrales con dirección NW y siniestras con rumbo entre ENE y NE pueden ser identificados en los Perfiles de Resonancia Acústica (RAP) de la Fig. 17.

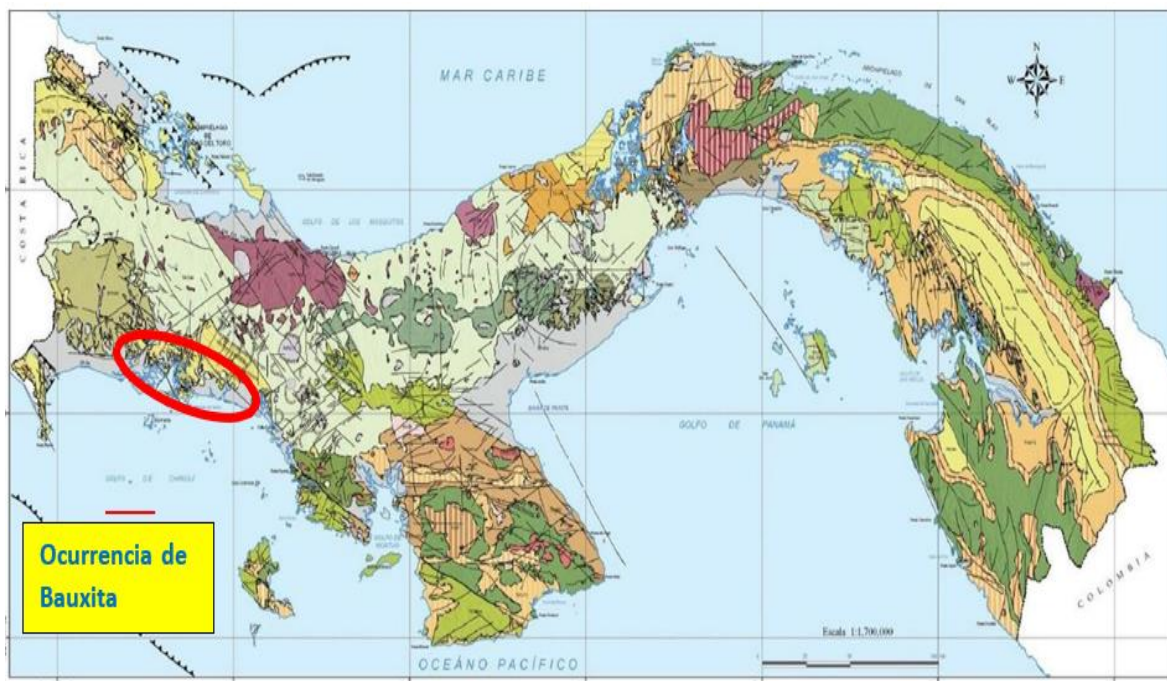
*Aseoría profesional y confiable para el alcance de sus metas y objetivos en el área de la Gestión de los Recursos hídricos (Subterráneos y Superficiales), Geofísica, Geología y Amenazas Naturales.*



**Figura 15.** Extensión regional aproximada de los productos piroclásticos entorno al volcán Barú



**Figura 16.** Marco tectónico del sur de Centro América, mostrando los límites de la microplaca de Panamá con las otras placas tectónicas



**Figura 17.** Desarrollo de Bauxitas en Panamá

### Geología Regional:

En torno al proyecto se ha podido identificar productos sedimentares meteorizados que han sido asignados a varios Grupos estratigráficamente bien definidos (Aguadulce, Senosri-Uscari y Tonosí). Esta secuencia sedimentar se encuentra reposando en discordancia litológica con rocas volcánicas pertenecientes al Grupo Cañazas (Andesitas, Basaltos, Brechas, Tobas, y Sub-volcánicos) probablemente pertenecientes a la Formación Virigua (Ver Tabla 2).

Las unidades sedimentares presentan una intensa meteorización de color marrón rojizo, marrón claro con algunas vetas de color gris. La espesura estimada del paquete sedimentar (de acuerdo con los Perfiles de Resonancia Acústica/ RAP) van de los 30 a 45m. Los metros iniciales de este horizonte sedimentar presentan una alta plasticidad tornándose más friables por debajo de los 20m.



Asesoría profesional y confiable para el alcance de sus metas y objetivos en el área de la Gestión de los Recursos hídricos (Subterráneos y Superficiales), Geofísica, Geología y Amenazas Naturales.

**Tabla 2.** Columna Estratigráfica con las diferentes unidades alrededor del proyecto

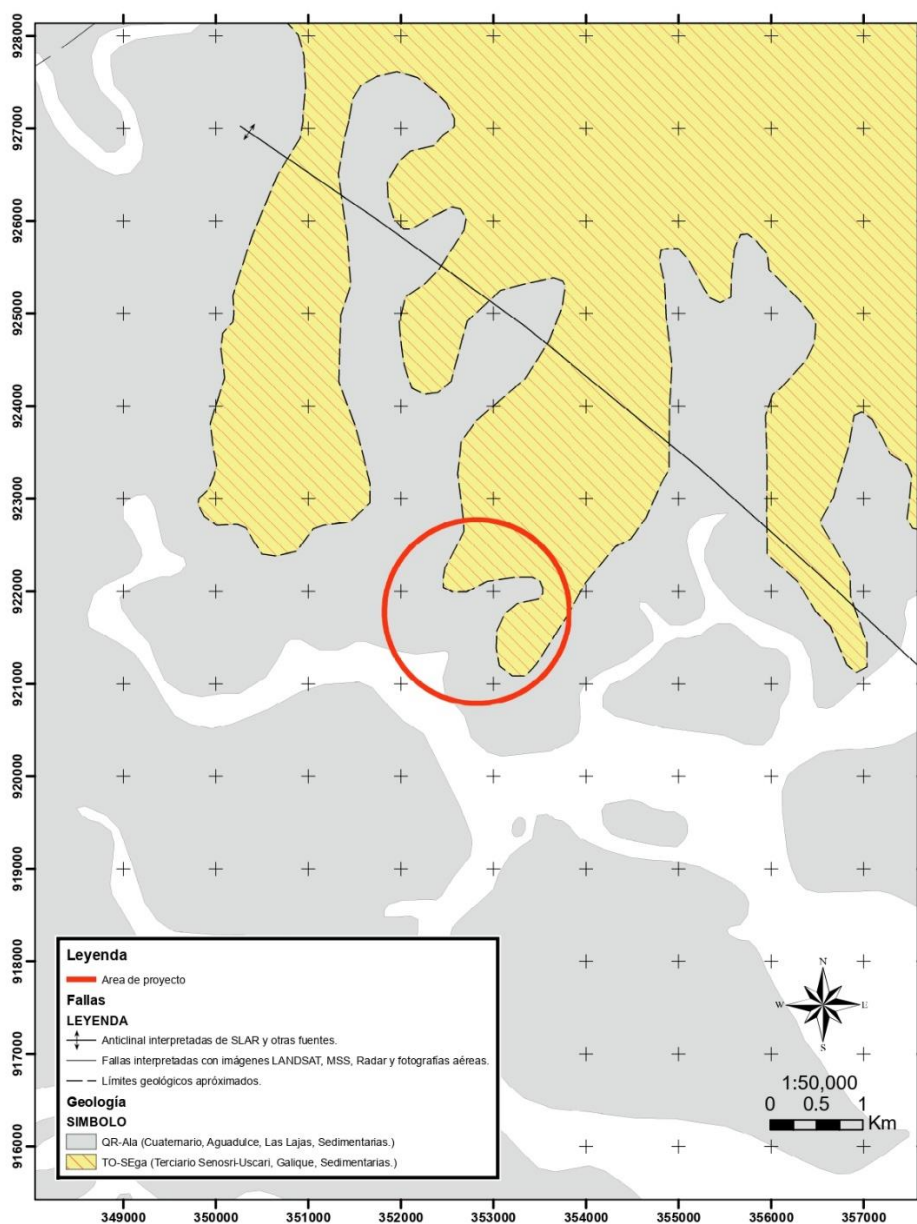
PERIODO	GRUPO	FORMACION	SIMBOLO	DESCRIPCION
Cuaternario		Barú	QPS-BA	Basaltos, Andesitas, Cenizas, Tobas, Aglomerados, Lavas
	Aguadulce	Las Lajas	QR-Ala	Aluviones, Sedimentos consolidados, Areniscas, Corales, Manglares, Conglomerados, Lutitas carbonosas, Depositiones tipo Delta
Terciario	Senosri-Uscari	Senosri-Uscari	TO-SEus	Lutitas, Conglomerados, Calizas tobáceas y Arcilla.
		Galique	TO-SEga	Areniscas, Lutitas, Tobas, Limolitas, Areniscas con fósiles.
	Tonosí	Tonosí	TEO-TO	Lutitas, Areniscas.
	Cañazas	Virigua	TM-CAv	Andesitas, Basaltos, Brechas, Tobas, Sub-volcánicos.

### Geología del Proyecto:

De acuerdo con el mapa geológico 1:250,000 generado por la Dirección General de Recursos Minerales (DGRM) de 1990, al parecer solo dos unidades sedimentares ocurren en el área del proyecto. Siendo la más antigua en orden cronológico (Terciario) las de la Formación Galique, pertenecientes al Grupo Senosri-Uscari y que la conforman areniscas, lutitas, tobas, limolitas y areniscas con fósiles, simbolizadas en el mapa con las siglas TO- SEga. Sobre esta unidad ocurren sedimentos Cuaternarios pertenecientes al Grupo Aguadulce, Formación Las Lajas cuyos representantes tipo son, aluviones, sedimentos consolidados, areniscas, corales, manglares, conglomerados, lutitas carbonosas y deposiciones tipo delta; estas unidades de formación reciente son tipificadas con el código QR-Ala. En la **Figura. 18** se puede observar la distribución espacial de estos dos Grupos.



*Asesoría profesional y confiable para el alcance de sus metas y objetivos en el área de la Gestión de los Recursos hídricos (Subterráneos y Superficiales), Geofísica, Geología y Amenazas Naturales.*



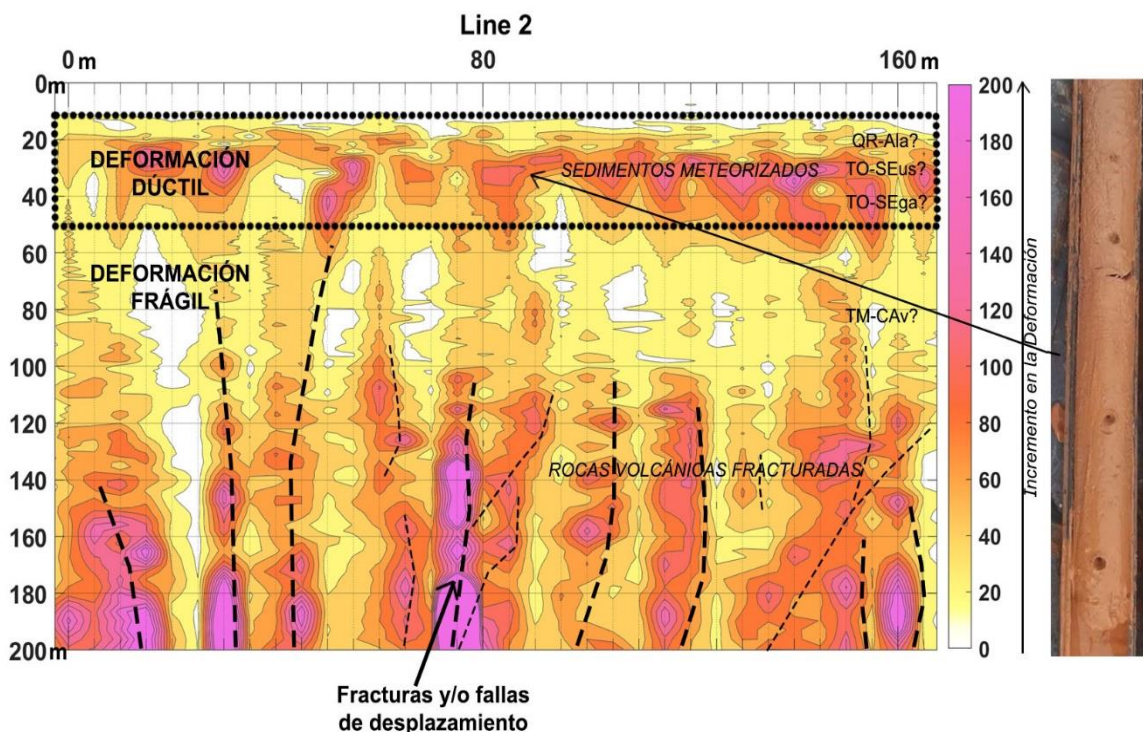
**Figura. 18.** Mapa Geológico



## Geología Estructural

Los Perfiles de Resonancia Acústica (RAP por sus siglas en inglés) definen con claridad el desarrollo de fracturas y/o fallas que se afectan las rocas volcánicas; posiblemente de la Formación Virigua. Estas fracturas se desarrollan con mayor intensidad por debajo de los 100 metros y tienden a formar planos sub-verticales. Estos planos de discontinuidades (fracturas) parecen estar correlacionados a un sistema interno de fallas que está constituido principalmente por fallas de desplazamiento de tipos destrales con dirección NW y sinistralas con rumbo entre ENE y NE. Cuasi todos los pozos de percusión realizados mostraron en los tramos finales una textura friable generada probablemente por las cizallas en los planos de fractura.

La Figura. 18 de los Perfiles de Resonancia Acústica Línea 2 RAP, ver **Figura 19**. En la imagen se puede observar un horizonte sub-horizontal con deformación dúctil generada por la meteorización sobre sedimentos (Ver segmento de núcleo a la derecha). Este horizonte sedimentar puede tener espesores de 30 a 45m. Por debajo de esta profundidad y hasta los 100m, ocurre una zona de discontinuidad generada posiblemente por una estratificación cruzada entre facies sedimentares y facies volcánicas. Ya por debajo de los 100m se desarrolla un enjambre de fracturas sub-verticales sobre rocas volcánicas posiblemente del Grupo Cañazas (TM-CAv).



**Figura 19.** Análisis estructural del perfil RAP de la línea 2.



## Conclusiones

En los perfiles se puede observar una capa muy homogénea con niveles de saturación influenciado por las presiones muy pobre entre las profundidades de 30m a 50m, producto de roca meteorizada para las seis líneas de investigación RAP, la técnica se presentó para profundidades hasta 200 metros, en el perfil o línea de investigación se observa una zona de material de roca volcánica en profundidades que van de los 50 m a 100 m de profundidad, de igual manera pero con una zona de fracturas verticales sin aporte significativo de agua subterránea, estas la encontramos en la zona de profundidad que va de 100 m hasta los 200m.

Pedro Salinas S.  
M.Sc. Ciencias Hídrica  
Experto en Hidrología Subterránea  
Físico en el área de Geofísica

Carlos A. Carrasco C.  
Geólogo  
Senior en Exploraciones Geológicas



# **Informe de Ensayo de Calidad de Aire Ambiental (24 Horas)**

## **PLANETA PANAMÁ CONSULTORES, S.A. Puerto Barú, corregimiento de Chiriquí, Provincia de Chiriquí**

**FECHA DE LA MEDICIÓN:** 18, 19 y 21 de mayo de 2021  
**TIPO DE ESTUDIO:** Ambiental  
**CLASIFICACIÓN:** Inicial  
**NÚMERO DE INFORME:** 2021-092-111-002  
**NÚMERO DE PROPUESTA:** 2021-092-001 v.0  
**REDACTADO POR:** Ing. María Eugenia Puga  
**REVISADO POR:** Ing. Juan Icaza



<b>Contenido</b>	<b>Páginas</b>
Sección 1: Datos generales de la empresa	3
Sección 2: Método de medición	3
Sección 3: Resultado de las mediciones	4
Sección 4: Conclusiones	7
Sección 5: Equipo técnico	7
ANEXO 1: Condiciones meteorológicas de las mediciones	8
ANEXO 2: Certificado de calibración	11
ANEXO 3: Fotografía de la medición	13

Sección 1: Datos generales de la empresa			
Nombre	Planeta Panamá Consultores, S.A.		
Actividad principal	Consultoría		
Ubicación	Puerto Barú, Corregimiento de Chiriquí, Provincia de Chiriquí		
País	Panamá		
Contraparte técnica	Ing- Manuel Zarate		
Sección 2: Método de medición			
Norma aplicable	Organización Mundial de la Salud 2005		
Método	Medición con instrumento de lectura directa por sensores electroquímicos.		
Horario de la medición	24 horas para SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> y PM-10, CO <sub>2</sub> CO (ver sección de resultados)		
Instrumentos utilizados	Medidor de emisiones de gases en tiempo real a través de sensores electroquímicos: EPAS, número de serie 914056.		
Resolución del instrumento	NO <sub>2</sub> = 0,1 ppb (0,2 µg /m <sup>3</sup> ) SO <sub>2</sub> = <0,2 ppb (0,5 µg /m <sup>3</sup> ) PM-10= ±3 µg /m <sup>3</sup> CO= <1,5 ppm (1 717,79 µg/m <sup>3</sup> ) CO <sub>2</sub> = 0 – 2 500 ppm (0 – 4 498 977,51 µg /m <sup>3</sup> )		
Rango de medición	NO <sub>2</sub> = 0 – 5 000 ppb (0 – 9 409 µg/m <sup>3</sup> ) SO <sub>2</sub> = 0 – 5 000 ppb (0 – 13 102,2 µg/m <sup>3</sup> ) PM-10= 0,1 – 20 000 µg/m <sup>3</sup> CO= 0 – 100 ppm (0 – 114 519,43 µg/m <sup>3</sup> ) CO <sub>2</sub> = 0 – 5 000 ppm (0 – 8 997 955,01 µg/m <sup>3</sup> )		
Vigencia de calibración	Ver anexo 2		
Límites máximos	Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ), µg/m <sup>3</sup>	1 hora- 200	Anual- 40
	Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ), µg/m <sup>3</sup>	10 minutos- 500	24 horas- 20
	Material Particulado (PM-10), µg/m <sup>3</sup>	24 horas - 50	Anual – 20
	Monóxido de carbono (CO), µg/m <sup>3</sup>	No tiene límite de referencia (Parte ambiental).	
	Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	No tiene límite de referencia (Parte ambiental).	
Procedimiento técnico	PT-08 Muestreo y Registro de Datos		

### Sección 3: Resultado de las mediciones

Monitoreo de emisiones ambientales			
Punto 1: UA - 3		Coordenadas: UTM (WGS 84) Zona 17 P	353171 m E 927414 m N

Parámetros muestreados	Temperatura ambiental (°C)	Humedad relativa (%)
	26,2	81,4
Observaciones:	Ninguna.	

Horario de monitoreo (24 horas)	Concentraciones para parámetros muestreados, promediado a 24 horas				
Hora de inicio:	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	PM-10 (µg/m <sup>3</sup> )	CO <sub>2</sub> (ppm)	CO (ppm)
8:30 a.m. - 9:30 a.m.	6,8	3,9	40,8	725,0	<1,0
9:30 a.m. - 10:30 a.m.	3,8	3,9	2,0	220,0	<1,0
10:30 a.m. - 11:30 a.m.	3,8	3,7	8,6	485,0	<1,0
11:30 a.m. - 12:30 p.m.	3,8	3,9	14,3	576,0	<1,0
12:30 p.m. - 1:30 p.m.	3,8	3,9	29,0	612,0	<1,0
1:30 p.m. - 2:30 p.m.	14,0	4,0	47,1	598,0	<1,0
2:30 p.m. - 3:30 p.m.	12,9	3,9	35,0	667,0	<1,0
3:30 p.m. - 4:30 p.m.	7,0	4,7	95,1	723,0	<1,0
4:30 p.m. - 5:30 p.m.	18,1	4,1	33,3	556,0	<1,0
5:30 p.m. - 6:30 p.m.	10,1	4,2	18,5	531,0	<1,0
6:30 p.m. - 7:30 p.m.	3,8	4,1	10,1	488,0	<1,0
7:30 p.m. - 8:30 p.m.	3,8	4,1	29,0	793,0	<1,0
8:30 p.m. - 9:30 p.m.	3,8	4,2	29,0	725,0	<1,0
9:30 p.m. - 10:30 p.m.	3,8	4,2	10,6	810,0	<1,0
10:30 p.m. - 11:30 p.m.	12,9	4,2	9,2	775,0	<1,0
11:30 p.m. - 12:30 a.m.	7,0	4,1	3,6	749,0	<1,0
12:30 a.m. - 1:30 a.m.	3,8	4,7	6,2	801,0	<1,0
1:30 a.m. - 2:30 a.m.	3,8	4,2	6,1	713,0	<1,0
2:30 a.m. - 3:30 a.m.	3,8	4,2	4,0	628,0	<1,0
3:30 a.m. - 4:30 a.m.	3,8	4,2	3,1	701,0	<1,0
4:30 a.m. - 5:30 a.m.	3,8	4,1	4,7	596,0	<1,0
5:30 a.m. - 6:30 a.m.	3,8	4,1	21,3	499,0	<1,0
6:30 a.m. - 7:30 a.m.	3,8	4,1	21,3	474,0	<1,0
7:30 a.m. - 8:30 a.m.	3,8	4,5	29,0	402,0	<1,0
Promedio en 24 horas	10,9	4,1	21,3	618,6	<1,0

Monitoreo de emisiones ambientales		
Punto 2: UA - 2	Coordenadas: UTM (WGS 84) Zona 17 P	352100 m E 920455 m N

Parámetros muestreados	Temperatura ambiental (°C)	Humedad relativa (%)
	26,7	81,7
Observaciones:	Ninguna.	

Horario de monitoreo (24 horas)	Concentraciones para parámetros muestreados, promediado a 24 horas				
Hora de inicio:	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	PM-10 (µg/m <sup>3</sup> )	CO <sub>2</sub> (ppm)	CO (ppm)
12:30 p.m. - 1:30 p.m.	3,8	4,0	17,0	670,0	<1,0
1:30 p.m. - 2:30 p.m.	3,8	3,9	23,0	458,0	<1,0
2:30 p.m. - 3:30 p.m.	3,8	3,9	23,0	658,0	<1,0
3:30 p.m. - 4:30 p.m.	3,8	3,9	14,4	487,0	<1,0
4:30 p.m. - 5:30 p.m.	3,8	4,1	14,2	723,0	<1,0
5:30 p.m. - 6:30 p.m.	3,8	4,0	10,3	632,0	<1,0
6:30 p.m. - 7:30 p.m.	3,8	4,0	7,5	453,0	<1,0
7:30 p.m. - 8:30 p.m.	3,8	4,1	4,3	506,0	<1,0
8:30 p.m. - 9:30 p.m.	3,8	4,0	23,0	730,0	<1,0
9:30 p.m. - 10:30 p.m.	3,8	4,9	6,4	425,0	<1,0
10:30 p.m. - 11:30 p.m.	3,8	4,0	6,3	634,0	<1,0
11:30 p.m. - 12:30 a.m.	3,8	4,0	11,1	520,0	<1,0
12:30 a.m. - 1:30 a.m.	3,8	4,0	19,6	493,0	<1,0
1:30 a.m. - 2:30 a.m.	3,8	4,2	14,3	673,0	<1,0
2:30 a.m. - 3:30 a.m.	3,8	4,9	9,5	549,0	<1,0
3:30 a.m. - 4:30 a.m.	3,8	4,7	11,7	688,0	<1,0
4:30 a.m. - 5:30 a.m.	3,8	4,7	18,0	534,0	<1,0
5:30 a.m. - 6:30 a.m.	3,8	4,1	23,0	468,0	<1,0
6:30 a.m. - 7:30 a.m.	3,8	4,1	23,0	677,0	<1,0
7:30 a.m. - 8:30 a.m.	3,8	4,1	23,0	427,0	<1,0
8:30 a.m. - 9:30 a.m.	3,8	3,9	23,0	472,0	<1,0
9:30 a.m. - 10:30 a.m.	3,8	3,9	23,0	504,0	<1,0
10:30 a.m. - 11:30 a.m.	3,8	3,9	23,0	581,0	<1,0
11:30 a.m. - 12:30 p.m.	3,8	3,9	23,0	605,0	<1,0
Promedio en 24 horas	3,8	4,1	16,4	565,3	<1,0

Monitoreo de emisiones ambientales		
Punto 3: UA - 1	Coordenadas: UTM (WGS 84) Zona 17 P	352614 m E 921343 m N

Parámetros muestreados	Temperatura ambiental (°C)	Humedad relativa (%)
	27,9	78,0
Observaciones:	Ninguna.	

Horario de monitoreo (24 horas)	Concentraciones para parámetros muestreados, promediado a 24 horas				
Hora de inicio:	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	PM-10 (µg/m <sup>3</sup> )	CO <sub>2</sub> (ppm)	CO (ppm)
9:35 a,m, - 10:35 a,m,	5,4	4,0	12,0	606,0	<1,0
10:35 a,m, - 11:35 a,m,	5,3	3,7	3,0	537,0	<1,0
11:35 a,m, - 12:35 p,m,	3,8	3,8	3,0	406,0	<1,0
12:35 p,m, - 1:35 p,m,	3,8	3,8	10,0	529,0	<1,0
1:35 p,m - 2:35 p,m,	3,8	3,8	10,0	441,0	<1,0
2:35 p,m, - 3:35 p,m,	3,8	3,8	12,0	726,0	<1,0
3:35 p,m, - 4:35 p,m,	3,8	3,8	8,0	732,0	<1,0
4:35 p,m, - 5:35 p,m,	3,8	3,8	3,0	602,0	<1,0
5:35 p,m, - 6:35 p,m,	3,8	3,8	3,0	510,0	<1,0
6:35 p,m, - 7:35 p,m,	5,4	3,8	7,0	511,0	<1,0
7:35 p,m, - 8:35 p,m,	3,8	3,8	7,0	515,0	<1,0
8:35 p,m, - 9:35 p,m,	3,8	3,8	7,0	643,0	<1,0
9:35 p,m, - 10:35 p,m,	3,8	3,8	20,0	559,0	<1,0
10:35 p,m, - 11:35 p,m,	3,8	3,8	20,0	627,0	<1,0
11:35 p,m, - 12:35 a,m,	5,8	3,8	4,8	637,0	<1,0
12:35 a,m, - 1:35 a,m,	3,8	4,9	4,4	596,0	<1,0
1:35 a,m, - 2:35 a,m,	3,8	3,9	9,2	663,0	<1,0
2:35 a,m, - 3:35 a,m,	3,8	3,9	12,8	745,0	<1,0
3:35 a,m, - 4:35 a,m,	5,2	3,9	7,5	422,0	<1,0
4:35 a,m, - 5:35 a,m,	3,8	3,9	9,6	495,0	<1,0
5:35 a,m, - 6:35 a,m,	5,6	4,0	19,1	634,0	<1,0
6:35 a,m, - 7:35 a,m,	3,8	3,9	9,2	657,0	<1,0
7:35 a,m, - 8:35 a,m,	3,8	3,8	9,2	704,0	<1,0
8:35 a,m, - 9:35 a,m,	3,8	3,8	9,2	467,0	<1,0
Promedio en 24 horas	4,2	3,9	9,2	581,8	<1,0

#### Sección 4: Conclusiones

1. Se realizaron monitoreos de calidad de aire para identificar los niveles existentes en tres (3) áreas: UA -3, UA-2 y UA -1,
2. Los parámetros monitoreados son: Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) y material particulado (PM-10), Los límites se detallan en la página 3, sección 2 (límites máximos),
  1. Los resultados obtenidos en el **Punto 1 (UA-3), Punto 2 (UA-2) y Punto 3 (UA-1)**, para dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), se encuentran por debajo del promedio en 24 horas de los límites establecidos en la OMS (Organización Mundial de la Salud), Comparando los resultados obtenidos de este parámetro, se encuentran por debajo del promedio permitido por la norma en 10 minutos, durante el periodo de lectura del instrumento y bajo las condiciones ambientales en la fecha de medición (ver anexo 1),
  2. Los resultados obtenidos en el **Punto 1 (UA-3), Punto 2 (UA-2) y Punto 3 (UA-1)**, para dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), se encuentran por debajo del promedio anual de los límites establecidos en la OMS (Organización Mundial de la Salud), Comparando los resultados obtenidos de este parámetro, se encuentran por debajo del promedio permitido por la norma en 1 hora, durante el periodo de lectura del instrumento y bajo las condiciones ambientales en la fecha de medición (ver anexo 1),
  3. Los resultados obtenidos en el **Punto 1 (UA-3)**, para el material particulado (PM-10), se encuentran por encima del promedio anual, de los límites establecidos en la OMS (Organización Mundial de la Salud), Comparando los resultados obtenidos de este parámetro, se encuentran por debajo del promedio permitido por la norma en 24 horas, durante el periodo de lectura del instrumento y bajo las condiciones ambientales en la fecha de medición (ver anexo 1),
  4. Los resultados obtenidos en el **Punto 2 (UA-2) y Punto 3 (UA-1)**, para el material particulado (PM-10), se encuentran por debajo del promedio anual, de los límites establecidos en la OMS (Organización Mundial de la Salud), Comparando los resultados obtenidos de este parámetro, se encuentran por debajo del promedio permitido por la norma en 24 horas, durante el periodo de lectura del instrumento y bajo las condiciones ambientales en la fecha de medición (ver anexo 1),

#### Sección 5: Equipo técnico

Nombre	Cargo	Identificación
César Rovira	Técnico de Campo	4-727-692


## ANEXO 1: Condiciones meteorológicas de las mediciones

18 de mayo de 2021		
Punto 1: UA - 3		
Horario	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)
Hora de inicio: 8:30 a.m,		
8:30 a.m, - 9:30 a.m,	29,8	72,4
9:30 a.m, - 10:30 a.m,	30,6	77,6
10:30 a.m, - 11:30 a.m,	29,6	83,0
11:30 a.m, - 12:30 p.m,	29,2	81,1
12:30 p.m, - 1:30 p.m,	30,1	81,7
1:30 p.m, - 2:30 p.m,	30,6	77,3
2:30 p.m, - 3:30 p.m,	31,7	74,9
3:30 p.m, - 4:30 p.m,	29,7	79,1
4:30 p.m, - 5:30 p.m,	25,3	91,7
5:30 p.m, - 6:30 p.m,	25,3	>95
6:30 p.m, - 7:30 p.m,	25,3	94,9
7:30 p.m, - 8:30 p.m,	25,2	>95
8:30 p.m, - 9:30 p.m,	25,1	>95
9:30 p.m, - 10:30 p.m,	25,2	>95
10:30 p.m, - 11:30 p.m,	24,8	>95
11:30 p.m, - 12:30 p.m,	24,3	>95
12:30 p.m, - 1:30 p.m,	24,1	>95
1:30 p.m, - 2:30 p.m,	24,2	>95
2:30 p.m, - 3:30 p.m,	23,5	>95
3:30 p.m, - 4:30 p.m,	23,5	>95
4:30 p.m, - 5:30 p.m,	23,0	>95
5:30 p.m, - 6:30 p.m,	22,1	>95
6:30 p.m, - 7:30 p.m,	22,7	>95
7:30 p.m, - 8:30 p.m,	23,9	>95

19 de mayo de 2021		
Punto 2: UA - 2		
Horario	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)
Hora de inicio: 12:30 p,m,		
12:30 p,m, - 1:30 p,m,	30,3	69,8
1:30 p,m, - 2:30 p,m,	30,3	78,1
2:30 p,m, - 3:30 p,m,	31,7	78,8
3:30 p,m, - 4:30 p,m,	30,2	79,1
4:30 p,m, - 5:30 p,m,	30,0	89,2
5:30 p,m, - 6:30 p,m,	28,9	90,2
6:30 p,m, - 7:30 p,m,	28,7	93,6
7:30 p,m, - 8:30 p,m,	27,3	>95
8:30 p,m, - 9:30 p,m,	27,1	>95
9:30 p,m, - 10:30 p,m,	25,3	>95
10:30 p,m, - 11:30 p,m,	25,3	>95
11:30 p,m, - 12:30 a,m,	25,3	>95
12:30 a,m, - 1:30 a,m,	24,8	>95
1:30 a,m, - 2:30 a,m,	24,2	>95
2:30 a,m, - 3:30 a,m,	24,0	>95
3:30 a,m, - 4:30 a,m,	23,5	>95
4:30 a,m, - 5:30 a,m,	23,1	>95
5:30 a,m, - 6:30 a,m,	23,0	>95
6:30 a,m, - 7:30 a,m,	22,6	>95
7:30 a,m, - 8:30 a,m,	23,7	88,1
8:30 a,m, - 9:30 a,m,	24,1	86,0
9:30 a,m, - 10:30 a,m,	28,7	80,0
10:30 a,m, - 11:30 a,m,	28,9	77,1
11:30 a,m, - 12:30 p,m,	29,9	70,3

21 de mayo de 2021		
Punto 3: UA - 1		
Horario	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)
Hora de inicio: 9:35 a,m,		
9:35 a,m, - 10:35 a,m,	27,8	69,7
10:35 a,m, - 11:35 a,m,	33,4	69,7
11:35 a,m, - 12:35 p,m,	31,0	74,4
12:35 p,m, - 1:35 p,m,	32,0	75,7
1:35 p,m - 2:35 p,m,	33,7	68,4
2:35 p,m, - 3:35 p,m,	33,6	71,1
3:35 p,m, - 4:35 p,m,	33,9	69,5
4:35 p,m, - 5:35 p,m,	26,6	92,4
5:35 p,m, - 6:35 p,m,	27,3	94,7
6:35 p,m, - 7:35 p,m,	26,8	>95
7:35 p,m, - 8:35 p,m,	26,2	>95
8:35 p,m, - 9:35 p,m,	25,9	>95
9:35 p,m, - 10:35 p,m,	25,5	>95
10:35 p,m, - 11:35 p,m,	25,1	>95
11:35 p,m, - 12:35 a,m,	25,6	>95
12:35 a,m, - 1:35 a,m,	25,4	>95
1:35 a,m, - 2:35 a,m,	25,3	>95
2:35 a,m, - 3:35 a,m,	24,9	>95
3:35 a,m, - 4:35 a,m,	25,3	>95
4:35 a,m, - 5:35 a,m,	24,5	>95
5:35 a,m, - 6:35 a,m,	24,8	>95
6:35 a,m, - 7:35 a,m,	24,1	>95
7:35 a,m, - 8:35 a,m,	31,6	87,1
8:35 a,m, - 9:35 a,m,	29,6	85,0

## ANEXO 2: Certificado de calibración



**SGLC-F02 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.4**

Certificado No: 284-19-068 v.0

**Datos de referencia**

<b>Cliente:</b>	EnviroLAB	<b>Fecha de Recibido:</b>	20-ago-20
<b>Dirección:</b>	Urb. Chanis , Vía Principal - Edificio J3, No. 145	<b>Fecha de Emitido:</b>	25-sep-20
<b>Equipo:</b>	EPAS 6000	<b>Próxima Calibración:</b>	25-sep-21
<b>Fabricante:</b>	SKC		
<b>Número de Serie:</b>	914056		

<b>Componentes:</b>	<b>No. de serie</b>
Sensor CO	905
Sensor SO2	2101
Sensor NO2	1401

<b>Condiciones de Prueba</b>	<b>Condiciones del Equipo</b>
Temperatura: 22.8 °C a 23.1 °C	Antes de calibración: Si cumple
Humedad Relativa: 52.0 % a 52.0 %	Después de calibración: Si cumple
Presión Barométrica: 1012 mbar a 1012 mbar	

**Procedimiento de Calibración:** SGLC-PT03

**Estándar(es) de Referencia**

<b>Dispositivo</b>	<b>No. de Parte</b>	<b>No. de Lote</b>	<b>Fecha de Expiración</b>
Nitrogen Dioxide 2 ppm, ( Balance 20,9 % Oxygen in Nitrogen).	116ES-112-2	MBI-112-2-1	2-ene-21
Carbon Monoxide 1PPM, (Balance 20,9% Oxygen in Nitrogen)	105L-50-1000	LBG-50-1000-1	2-dec-20
Sulfur Dioxide 2 PPM, ( Balance 20,9% Oxygen in Nitrogen).	116L-174-2	BBI-174-2-1	19-ene-21
Carbon Dioxide 300PPM ( CO2 ), Balance 20,9%, Oxygen in Nitrogen	116ES-37-300	GBI-37-300-1	21-ene-22


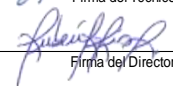
  

**Incertidumbre de Medición**

El instrumento ha sido ajustado a valores nominales, utilizando gases para calibraciones manufacturados con trazabilidad al Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST por sus siglas en inglés).

El sistema de calibración del laboratorio está en cumplimiento con la guía ISO 32.

<b>Calibrado por:</b> Ezequiel Cedeño		<b>Fecha:</b> 25-sep-20
Nombre	Firma del Técnico de Calibración	
<b>Revisado/Aprobado por:</b> Ruben R. Rios R.		<b>Fecha:</b> 28-sep-20
Nombre	Firma del Director de Laboratorio	

Este reporte certifica que todos los equipos de calibración usados en la prueba son trazables al NIST, y aplican solamente para el equipo identificado arriba.

Este reporte no debe ser reproducido en su totalidad o parcialmente sin la aprobación escrita de Grupo ITS.

Los valores, fecha y hora presentados en este certificado están sujetos a la reglamentación del Sistema Internacional de Medidas SI.

Urbanización Reparto de Chanis, Calle A y Calle H - Local 145 Planta baja  
Tel.: (507) 221-2253; 323-7500 Fax: (507) 224-8087  
Apartado Postal 0843-01133 Rep. de Panamá  
E-mail: calibraciones@grupo-its.com



# SGLC-F02 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.5

Certificado No: 284-19-068 v.0

PT13-01 Resultados de Calibración de Monitor ambiental de material particulado V.0

**Cliete:** ENVIROLAB  
**Modelo:** EPAS 6000  
**Serie:** 914056

**Fecha de Recibido:** 20-ago-20  
**Fecha de Emitido:** 24-sep-20  
**Próxima Calibración:** 24-sep-21

## Condiciones de Prueba al inicio

**Hora:** 9:05:00 AM  
**Temperatura:** 22.1 °C  
**Humedad:** 64%  
**Presión Barométrica:** 1012 mbar

## Condiciones de Prueba al finalizar

**Hora:** 5:30:00 PM  
**Temperatura:** 20,3 °C  
**Humedad:** 60%  
**Presión Barométrica:** 1012 mbar

El instrumento ha sido Calibrado bajo las especificaciones de polvo de calibración, trazables por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST por sus siglas en inglés) usando Coulter Muisizer II e. Polvo de prueba fina ISO 12103-1 A2 .

Polvo de prueba A2, ISO 12103-1.	
Tamaño (µm)	% Tíle
0,97	5,17
1,38	9,45
2,75	22,27
5,5	40,25
11	57,99
22	74,76
44	91,14
88	98,32
124,5	99,51
176	100

**Calibrado por:** Ezequiel Cedeño  
Nombre



Fecha: 24-sep-20

Firma del Técnico de Calibración

**Revisado/Aprobado por:** Rubén R. Ríos R.  
Nombre



Fecha: 28-sep-20

Firma del Supervisor Técnico de Calibraciones

Este reporte certifica que todos los equipos de calibración usados en la prueba son trazables al NIST, y aplican solamente para el equipo identificado arriba.

Este reporte no debe ser reproducido en su totalidad o parcialmente sin la aprobación escrita de Grupo ITS Holding

Los valores, fecha y hora presentados en este certificado están sujetos a la reglamentación del Sistema Internacional de Medidas SI.

Urbanización Reparto de Chanis, Calle A y Calle H - Casa 145

Tel.: (507) 222-2253; 323-7500 Fax: (507) 224-8087

Apartado Postal 0843-01133 Rep. de Panamá

E-mail: calibraciones@grupo-its.com

## ANEXO 3: Fotografía de la medición



--- FIN DEL DOCUMENTO ---

\*\*EnviroLab S.A., sólo se hace responsable por los resultados de los puntos monitoreados y descritos en este Informe,





**Laboratorio Ambiental y de Higiene Ocupacional**  
Urbanización Chanis, Local 145, Edificio J3  
Teléfono: 323-7520/ 221-2253  
administracion@envirolabonline.com  
www.envirolabonline.com



# Informe de Ensayo

## Ruido Ambiental en Octavas de Banda

**PLANETA PANAMÁ CONSULTORES, S.A.**  
**Puerto Barú, Corregimiento de Chiriquí, Provincia de Chiriquí**

**FECHA:** 17 de mayo y 17 de julio de 2021  
**TIPO DE ESTUDIO:** Ambiental  
**CLASIFICACIÓN:** Inicial  
**NÚMERO DE INFORME:** 2021-092-111-001  
**NÚMERO DE PROPUESTA:** 2021-092-001 v.0  
**REDACTADO POR:** Licda. Aminta Newman  
**REVISADO POR:** Ing. Juan Icaza





*Laboratorio Ambiental y de Higiene Ocupacional*



<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
Sección 1: Datos generales de la empresa	3
Sección 2: Método de medición	3
Sección 3: Resultado de las mediciones	4
Sección 4: Conclusión	12
Sección 5: Equipo técnico	12
ANEXO 1: Cálculo de la incertidumbre	13
ANEXO 2: Gráficas de las mediciones	15
ANEXO 3: Localización de los puntos de medición	19
ANEXO 4: Certificados de calibración	20
ANEXO 5: Fotografía de las mediciones	24

Sección 1: Datos generales de la empresa	
Nombre	Planeta Panamá Consultores, S.A.
Actividad Principal	Consultoría
Ubicación	Puerto Barú, Corregimiento de Chiriquí, Provincia de Chiriquí
País	Panamá
Contraparte técnica por la empresa	Ing. Manuel Zarate
Sección 2: Método de medición	
Norma aplicable	Decreto ejecutivo No. 1 del 15 de enero de 2004
Metodología de medición	ISO 1996-2: 2007 – <i>Descripción, Medición y Evaluación del Ruido Ambiental – Parte 2: Determinación de los Niveles de Ruido Ambiental.</i>
Horario de la medición	Diurno
Instrumentos utilizados y ubicación del micrófono	Sonómetros integradores en tiempo real (RTA) tipo 1 con filtro de octavas de banda marca 3M modelo SoundPro SL-1-1/1 con número de serie BEI010003.
	Calibrador marca QUEST modelo QC-20, serie QOF110028.
	Micrófono de incidencia directa (0°) @ 1,20 m del piso
Vigencia de calibración	Ver anexo 4
Descripción de los ajustes de campo	Se ajustó el sonómetro utilizando un pistófono marca QUEST QC-20, serie QOF110028, antes y después de cada sesión de medición. La desviación máxima tolerada fue de $\pm 0,5$ dB.
Límite de referencia	<b>Diurno:</b> 60 dBA <b>Nocturno:</b> 50 dBA
Intercambio	3 dBA
Escala	A
Respuesta	Lenta
Tiempo de integración	1 hora por punto
Descriptor de ruido utilizados en las mediciones	$L_{eq}$ = Nivel sonoro equivalente para evaluación de cumplimiento legal (calculado por el instrumento en escala lineal y ajustado a escala A). $L_{90}$ = Nivel sonoro en el percentil 90 para evaluación de ruido ambiental de fondo (calculado por el instrumento).
Incertidumbre de las mediciones	Ver anexo 1
Procedimiento Técnico	PT-08 Muestreo y Registro de Datos PT-02 Ensayo de Ruido Ambiental

### Sección 3: Resultado de las mediciones

Punto No.1 en horario diurno					
Ubicación  UR-1				Zona	Coordenadas UTM
				17 P	(WGS84)
					352599 m E 921247 m N
Condiciones atmosféricas durante la medición					
Descripción cuantitativa					
Humedad Relativa	Velocidad del Viento	Presión Barométrica	Temperatura	Duración	
(%)	(m/s)	(mm de Hg)	(°C)	Inicio	Final
72,1	1,4	759,2	31,3	11:35 a.m.	12:35 p.m.
Descripción cualitativa					
Distancia de la fuente, tipo de suelo, altura de la fuente con respecto al punto de medición (si aplica). Ruido cíclico o continuo.		Cielo despejado.			
		El instrumento se situó a 295 metros de la fuente aproximadamente.			
		Superficie cubierta de césped por lo cual se considera suave.			
		Altura del instrumento respecto a la fuente, no significativa.			
		El ruido de esta fuente se considera continuo.			
Condiciones que pudieron afectar la medición:					
Canto de aves					

Resultado de las mediciones en octavas de banda											
Punto	Lecturas realizadas con el filtro de frecuencias en Hz (dBA)										Valores en dBA
	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	
1	17,0	18,8	19,0	18,3	23,3	26,0	24,4	23,5	24,8	30,6	L <sub>eq</sub> 34,5
	42,2	45,6	48,4	50,8	58,9	60,8	54,6	54,5	55,2	51,5	L <sub>max</sub> 65,1
	0,5	2,6	7,7	10,9	13,8	16,5	16,8	17	15,5	15,5	L <sub>min</sub> 24,1

Punto No.2 en horario diurno					
Ubicación  UR-2				Zona  17 P	Coordenadas UTM
					(WGS84)
					921771 m N
Condiciones atmosféricas durante la medición					
Descripción cuantitativa					
Humedad Relativa	Velocidad del Viento	Presión Barométrica	Temperatura	Duración	
(%)	(m/s)	(mm de Hg)	(°C)	Inicio	Final
71,8	<0,4	757,6	30,8	1:36 p.m.	2:36 p.m.
Descripción cualitativa					
Distancia de la fuente, tipo de suelo, altura de la fuente con respecto al punto de medición (si aplica). Ruido ciclico o continuo.		Cielo despejado.			
		El instrumento se situó a 727 metros de la fuente aproximadamente.			
		Superficie cubierta de césped por lo cual se considera suave.			
		Altura del instrumento respecto a la fuente, no significativa.			
		El ruido de esta fuente se considera continuo.			
Condiciones que pudieron afectar la medición:					
Canto de aves					

Resultado de las mediciones en octavas de banda											
Punto	Lecturas realizadas con el filtro de frecuencias en Hz (dBA)										Valores en dBA
	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	
2	2,3	8,9	13,5	17,6	22,4	23,8	26,0	34,3	53,6	48,7	L <sub>eq</sub> 54,9
	39,5	44,6	39,5	47,5	52,1	53,4	53,8	56,5	59,9	55,4	L <sub>max</sub> 64,0
	-8,6	0,1	5,7	11,3	15,3	16,7	17,7	18,2	21,2	18,7	L <sub>min</sub> 26,3

Punto No.3 en horario diurno					
Ubicación  UR-3				Zona	Coordenadas UTM
					(WGS84)
				17 P	353166 m E
927425 m N					
Condiciones atmosféricas durante la medición					
Descripción cuantitativa					
Humedad Relativa	Velocidad del Viento	Presión Barométrica	Temperatura	Duración	
(%)	(m/s)	(mm de Hg)	(°C)	Inicio	Final
68,9	0,7	757,1	31,3	3:38 p.m.	4:38 p.m.
Descripción cualitativa					
Distancia de la fuente, tipo de suelo, altura de la fuente con respecto al punto de medición (si aplica). Ruido ciclico o continuo.		Cielo despejado.			
		El instrumento se situó a 1120 metros de la fuente aproximadamente.			
		Superficie cubierta de césped por lo cual se considera suave.			
		Altura del instrumento respecto a la fuente, no significativa.			
		El ruido de esta fuente se considera continuo.			
Condiciones que pudieron afectar la medición:					
Canto de aves					

Resultado de las mediciones en octavas de banda											
Punto	Lecturas realizadas con el filtro de frecuencias en Hz (dBA)										Valores en dBA
	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	
3	8,7	12,7	15,9	23,6	25,3	27,0	25,3	24,2	29,2	36,3	L <sub>eq</sub> 38,3
	32,4	34,9	40,9	61,2	59,6	56,4	54,6	54,1	48,3	45,7	L <sub>max</sub> 65,2
	0,8	4,5	6,3	16	19,2	22,6	20,6	18,2	15,5	15,5	L <sub>min</sub> 27,5

Punto No.4 en horario diurno					
Ubicación  UA-3				Zona  17 P	Coordenadas UTM
					(WGS84)
					921247 m N
Condiciones atmosféricas durante la medición					
Descripción cuantitativa					
Humedad Relativa (%)	Velocidad del Viento (m/s)	Presión Barométrica (mm de Hg)	Temperatura (°C)	Duración	
				Inicio	Final
74,2	<0,4	757,1	29,6	5:28 p.m.	6:28 p.m.
Descripción cualitativa					
Distancia de la fuente, tipo de suelo, altura de la fuente con respecto al punto de medición (si aplica). Ruido ciclico o continuo.		Cielo despejado.			
		El instrumento se situó a 6290 metros de la fuente aproximadamente.			
		Superficie cubierta de césped por lo cual se considera suave.			
		Altura del instrumento respecto a la fuente, no significativa.			
		El ruido de esta fuente se considera continuo.			
Condiciones que pudieron afectar la medición:					
Flujo vehicular. bromidos de vacas. ladrido de perros					

Resultado de las mediciones en octavas de banda											
Punto	Lecturas realizadas con el filtro de frecuencias en Hz (dBA)										Valores en dBA
	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	
4	16,4	25,5	30,0	35,1	47,8	45,8	40,7	40,1	35,6	35,1	L <sub>eq</sub> 51,2
	42,1	54,5	62,1	68,4	80,2	78,6	68,4	68,5	61,7	50,9	L <sub>max</sub> 83,0
	0,7	3,1	7,9	13	16,7	19,8	21,6	24,6	22,2	18,3	L <sub>min</sub> 29,2

<b>Punto No.1 en horario nocturno</b>					
Ubicación  UR-1				Zona  17 P	Coordenadas UTM
					(WGS84)
					352599 m E
					921247 m N
Condiciones atmosféricas durante la medición					
Descripción cuantitativa					
Humedad Relativa (%)	Velocidad del Viento (m/s)	Presión Barométrica (mm de Hg)	Temperatura (°C)	Duración	
				Inicio	Final
86,8	<0,4	759,7	24,1	10:00 p.m.	11:00 p.m.
Descripción cualitativa					
Distancia de la fuente, tipo de suelo, altura de la fuente con respecto al punto de medición (si aplica). Ruido cíclico o continuo.			Cielo despejado.		
			El instrumento se situó a 295 metros de la fuente aproximadamente.		
			Superficie cubierta de césped por lo cual se considera suave.		
			Altura del instrumento respecto a la fuente, no significativa.		
			El ruido de esta fuente se considera continuo.		
Condiciones que pudieron afectar la medición:					
Canto de aves, ruido de insectos					

Resultado de las mediciones en octavas de banda											
Punto	Lecturas realizadas con el filtro de frecuencias en Hz (dBA)										Valores en dBA
	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	
1	19,0	24,8	29,9	32,5	34,4	36,0	36,7	38,7	51,8	25,9	L <sub>eq</sub>
											52,4
	43	52	58,8	63,3	65,2	65,4	63,6	61,6	57,1	44,1	L <sub>max</sub>
											71,5
	12,2	12,6	16,2	16,2	15,6	20,5	26,6	28,7	40,1	25,5	L <sub>min</sub>
											40,8

Punto No.2 en horario nocturno					
Ubicación  UR-2				Zona	Coordenadas UTM
					(WGS84)
				17 P	351959 m E
					921771 m N
Condiciones atmosféricas durante la medición					
Descripción cuantitativa					
Humedad Relativa (%)	Velocidad del Viento (m/s)	Presión Barométrica (mm de Hg)	Temperatura (°C)	Duración	
				Inicio	Final
90,7	0,5	759,4	24,3	11:25 p.m.	12:25 p.m.
Descripción cualitativa					
Distancia de la fuente, tipo de suelo, altura de la fuente con respecto al punto de medición (si aplica). Ruido cíclico o continuo.		Cielo despejado.			
		El instrumento se situó a 727 metros de la fuente aproximadamente.			
		Superficie cubierta de césped por lo cual se considera suave.			
		Altura del instrumento respecto a la fuente, no significativa.			
		El ruido de esta fuente se considera continuo.			
Condiciones que pudieron afectar la medición:					
Canto de aves, ruido de insectos.					

Resultado de las mediciones en octavas de banda											
Punto	Lecturas realizadas con el filtro de frecuencias en Hz (dBA)										Valores en dBA
	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	
2	36,5	30,0	48,2	53,1	54,9	54,3	50,1	50,0	46,7	39,5	L <sub>eq</sub>
											60,5
	47	51,9	59,2	63,4	65	64,9	61,9	59,3	51,2	44,2	L <sub>max</sub>
											70,8
	12,4	13,5	15,5	18,9	26,2	30,6	32,8	32,3	28,4	25,5	L <sub>min</sub>
											38,0

Punto No.3 en horario nocturno					
Ubicación  UR-3				Zona	Coordenadas UTM
					(WGS84)
				17 P	353166 m E
927425 m N					
Condiciones atmosféricas durante la medición					
Descripción cuantitativa					
Humedad Relativa (%)	Velocidad del Viento (m/s)	Presión Barométrica (mm de Hg)	Temperatura (°C)	Duración	
				Inicio	Final
>95,0	0,4	758,4	23,9	12:40 a.m.	1:40 a.m.
Descripción cualitativa					
Distancia de la fuente, tipo de suelo, altura de la fuente con respecto al punto de medición (si aplica). Ruido cíclico o continuo.		Cielo despejado.			
		El instrumento se situó a 1120 metros de la fuente aproximadamente.			
		Superficie cubierta de césped por lo cual se considera suave.			
		Altura del instrumento respecto a la fuente, no significativa.			
		El ruido de esta fuente se considera continuo.			
Condiciones que pudieron afectar la medición:					
Canto de aves, ruido de insectos					

Resultado de las mediciones en octavas de banda											
Punto	Lecturas realizadas con el filtro de frecuencias en Hz (dBA)										Valores en dBA
	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	
3	25,0	27,6	38,9	45,2	48,7	49,7	46,8	47,1	44,1	37,2	L <sub>eq</sub> 55,3
	45,8	50,5	60,6	65,1	70,9	72,3	67,6	68,9	64,1	50,5	L <sub>max</sub> 77,0
	2,2	12,3	14,5	17,9	25,4	30,7	35	35,8	32,3	25,5	L <sub>min</sub> 40,3

Punto No.4 en horario nocturno					
Ubicación  UA-3				Zona	Coordenadas UTM
					(WGS84)
				17 P	352599 m E
					921247 m N
Condiciones atmosféricas durante la medición					
Descripción cuantitativa					
Humedad Relativa (%)	Velocidad del Viento (m/s)	Presión Barométrica (mm de Hg)	Temperatura (°C)	Duración	
				Inicio	Final
>95,0	0,5	757,9	24,5	2:15 a.m.	3:15 a.m.
Descripción cualitativa					
Distancia de la fuente, tipo de suelo, altura de la fuente con respecto al punto de medición (si aplica). Ruido ciclico o continuo.		Cielo despejado.			
		El instrumento se situó a 6290 metros de la fuente aproximadamente.			
		Superficie cubierta de césped por lo cual se considera suave.			
		Altura del instrumento respecto a la fuente, no significativa.			
		El ruido de esta fuente se considera continuo.			
Condiciones que pudieron afectar la medición:					
Flujo vehicular, bromidos de vacas, ladrido de perros					

Resultado de las mediciones en octavas de banda											
Punto	Lecturas realizadas con el filtro de frecuencias en Hz (dBA)										Valores en dBA
	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	
4	18,9	28,0	35,8	36,5	42,6	41,7	42,1	43,5	47,9	40,8	L <sub>eq</sub>
											51,9
	39,9	48,2	56,9	61,1	65,8	64,6	60,7	58	52,2	47	L <sub>max</sub>
											70,2
	12,2	16,4	22,4	21,7	25,5	27	33,2	39,7	43,8	25,5	L <sub>min</sub>
											45,7

#### Sección 4: Conclusión

1. Los resultados obtenidos para los monitoreos en turno diurno fueron:

Nivel de ruido obtenido	
Localización	Leq (dBA)
Punto 1	34,5
Punto 2	54,9
Punto 3	38,3
Punto 4	51,2

2. Los resultados obtenidos para los monitoreos en turno nocturno fueron:

Nivel de ruido obtenido	
Localización	Leq (dBA)
Punto 1	52,4
Punto 2	60,5
Punto 3	55,3
Punto 4	51,9

#### Sección 5: Equipo técnico

Nombre	Título	Identificación
César Rovira	Técnico de Campo	4-727-692

## ANEXO 1: Cálculo de la incertidumbre

Fecha de medición: 17 de mayo de 2021

La incertidumbre total del método de medición ( $\sigma_T$ ) se calculó utilizando la metodología sugerida en la norma ISO 1996-2:2007:

$$\sqrt{1,0^2 + X^2 + Y^2 + Z^2}$$

dB

Siendo:

1 = incertidumbre del instrumento

X = incertidumbre operativa

Y = incertidumbre por condiciones ambientales

Z = incertidumbre por ruido de fondo

Mediciones para el cálculo de la incertidumbre	
Número de medición	Nivel medido
I	68,7
II	68,9
III	68,6
IV	68,5
V	68,3
PROMEDIO	58,6
X=	$S_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}$
X <sup>2</sup> =	0,05
<b>Nota:</b> Para realizar estas mediciones se seleccionó un área de la empresa en donde los niveles de ruido y condiciones ambientales fueron estables.	

En este caso:

1.0: Es la incertidumbre debido al instrumento; que es igual a 1 dBA para instrumentos, tipo 1 que cumplen con IEC 61672:2002.

X<sup>2</sup>= 0,05 dBA.

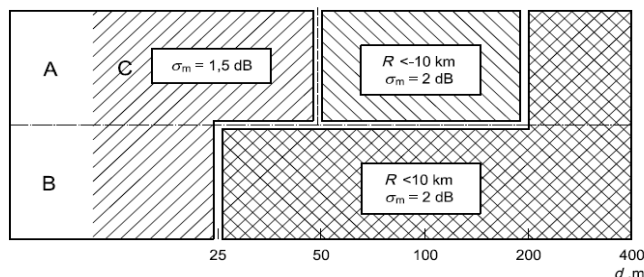
Y= 2,0 dBA.

Z= 0 dBA. Debido a que no se conoce la contribución por el ruido residual.

$$\sigma_T = \sqrt{1^2 + X^2 + Y^2 + Z^2}$$

$\sigma_T = 2,25$  dBA

$\sigma_{ex} = 4,49$  dBA (k=95%)



Fecha de medición: 17 de julio de 2021

La incertidumbre total del método de medición ( $\sigma_T$ ) se calculó utilizando la metodología sugerida en la norma ISO 1996-2:2007:

$$\sqrt{1,0^2 + X^2 + Y^2 + Z^2}$$

dB

Siendo:

1 = incertidumbre del instrumento

X = incertidumbre operativa

Y = incertidumbre por condiciones ambientales

Z = incertidumbre por ruido de fondo

Mediciones para el cálculo de la incertidumbre	
Número de medición	Nivel medido
I	52,1
II	52,3
III	52,2
IV	52,1
V	52,1
PROMEDIO	52,2
X=	$S_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}$
X²=	0,01
<b>Nota:</b> Para realizar estas mediciones se seleccionó un área de la empresa en donde los niveles de ruido y condiciones ambientales fueron estables.	

En este caso:

1.0: Es la incertidumbre debido al instrumento; que es igual a 1 dBA para instrumentos, tipo 1 que cumplen con IEC 61672:2002.

X²= 0,01 dBA.

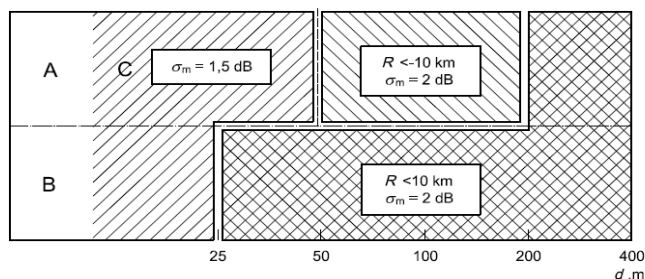
Y= 2,0 dBA.

Z= 0 dBA. Debido a que no se conoce la contribución por el ruido residual.

$$\sigma_T = \sqrt{1^2 + X^2 + Y^2 + Z^2}$$

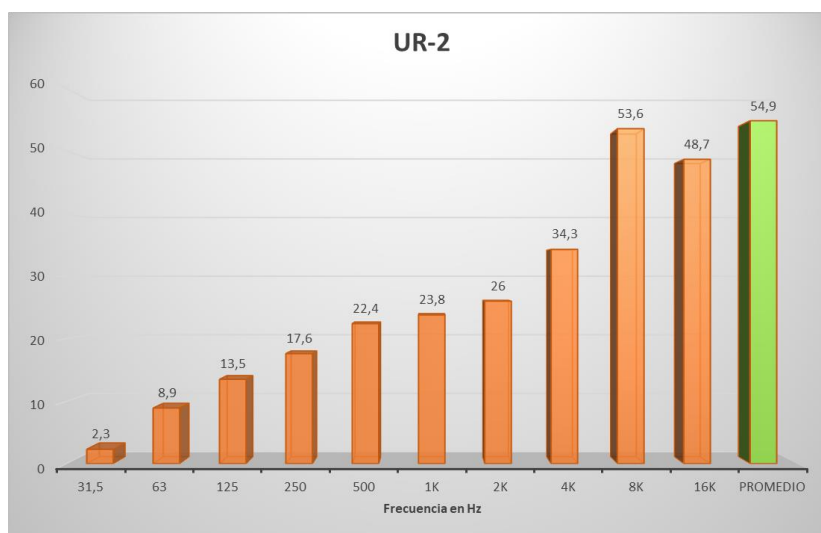
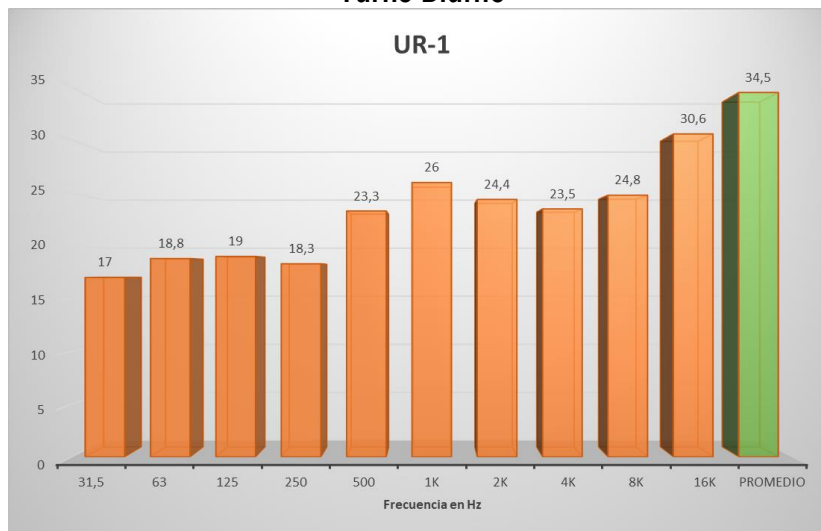
$\sigma_T = 2,24$  dBA

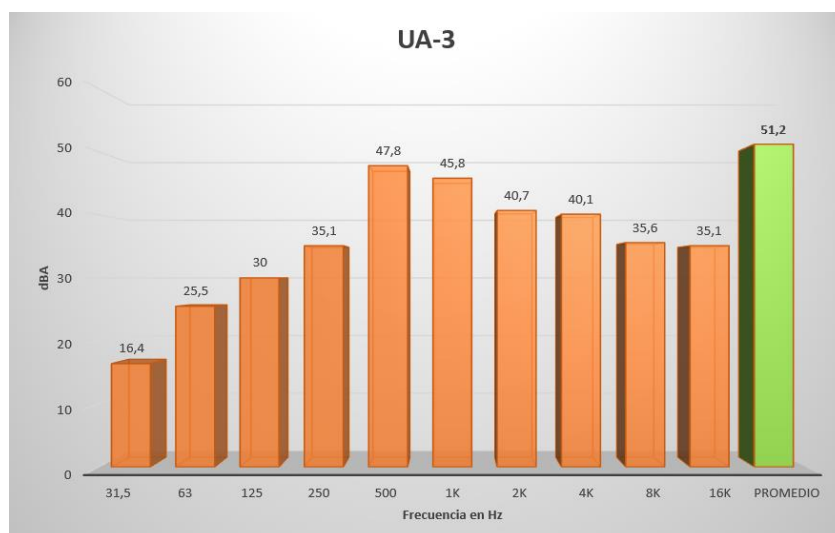
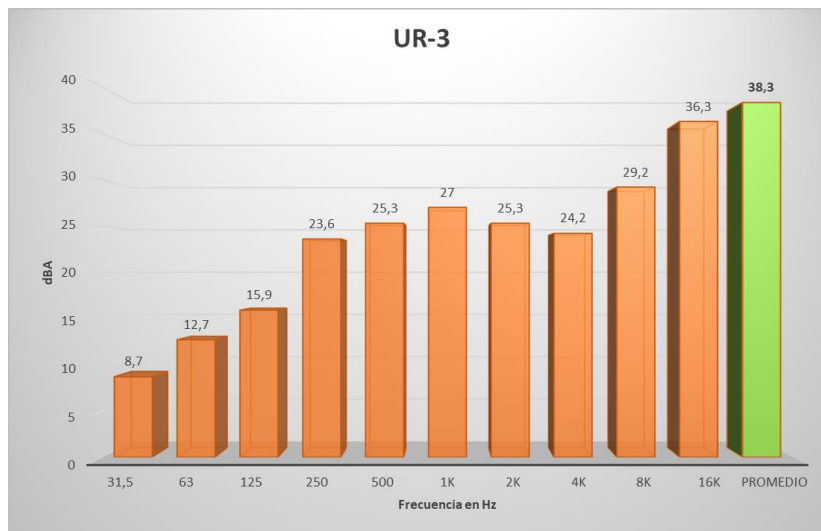
$\sigma_{ex} = 4,48$  dBA (k=95%)



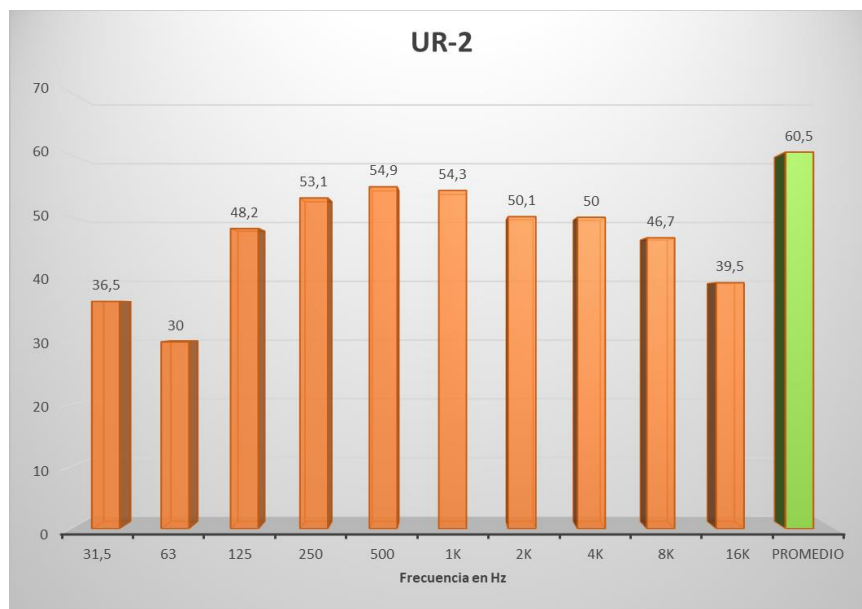
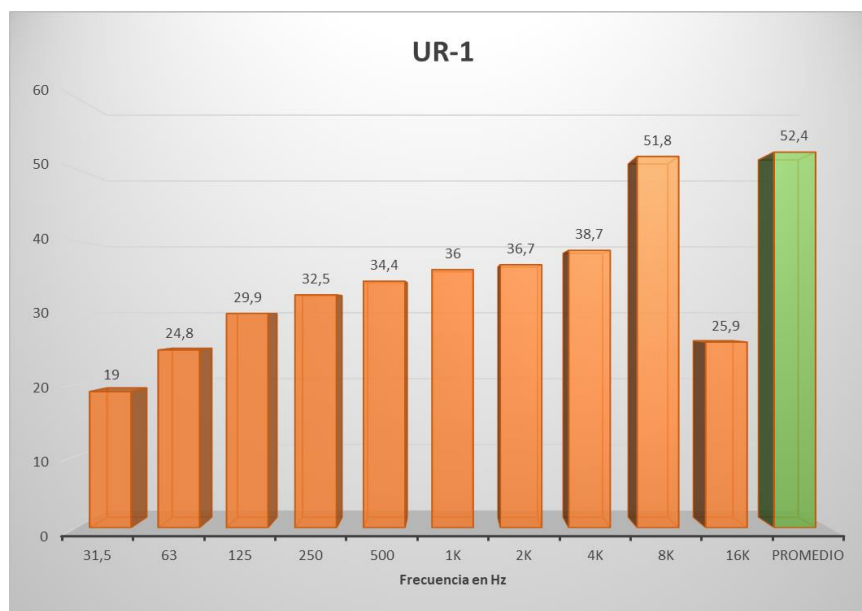
## ANEXO 2: Gráficas de las mediciones

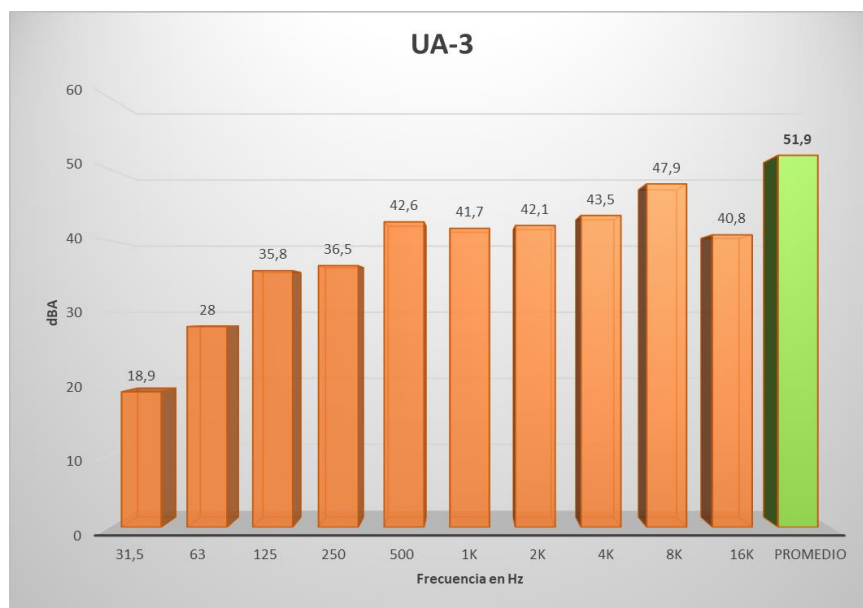
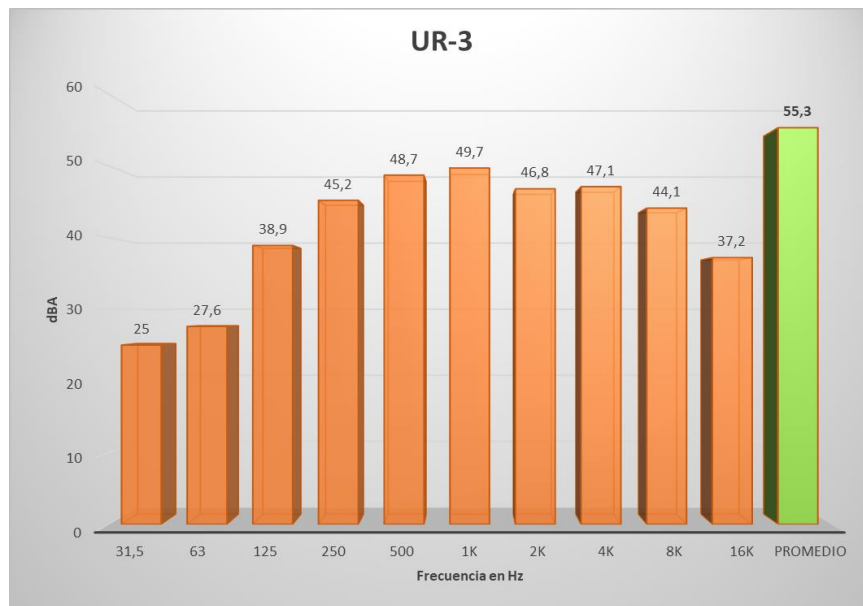
### Turno Diurno





## Turno Nocturno






## ANEXO 3: Localización de los puntos de medición



## ANEXO 4: Certificados de calibración



**PT02-03 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.3**

Certificado No: 284-21-013 v.0

<b>Datos de referencia</b>		<b>Fecha de Recibido:</b> 22-abr-21	
<b>Cliente:</b>	EnviroLAB	<b>Fecha de Emitido:</b>	26-abr-21
<b>Dirección:</b>	San Mateo, David Chiriquí	<b>Próxima Calibración:</b>	26-abr-22
<b>Equipo:</b>	Sonómetro SoundPro SL-1-1/1		
<b>Fabricante:</b>	3M		
<b>Número de Serie:</b>	BEI010003		

<b>Condiciones de Prueba</b>	<b>Condiciones del Equipo</b>
Temperatura: 22,8 °C a 22,1 °C	Antes de calibración: Si cumple
Humedad: 52,0 % a 50,0 %	Después de calibración: Si cumple
Presión Barométrica: 1013 mbar a 1013 mbar	

**Requisito Aplicable:** IEC61672-1-2002

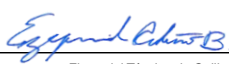
**Procedimiento de Calibración:** SGLC-PT02

**Incertidumbre de la Medición:** 0,2735 dB

<b>Estándar(es) de Referencia</b>			
Número de Identificación	Dispositivo	Última Calibración	Fecha de Expiración
KZF070002	Quest Cal	5-feb-21	5-feb-22
2512956	Sistema B & K	21-may-20	21-may-22
BDI060002	Sonómetro O	4-feb-21	4-feb-22
39034	Generador de Funciones	15-mar-21	15-mar-22

**Calibrado por:** Ezequiel Cedeño B.

Nombre

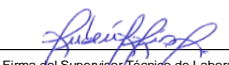


Firma del Técnico de Calibración

Fecha: 26-abr-21

**Revisado / Aprobado por:** Rubén R. Ríos R.

Nombre



Firma del Supervisor Técnico de Laboratorio

Fecha: 28-abr-21

Este reporte certifica que todos los equipos de calibración usados en la prueba son trazables al NIST, y aplican solamente para el equipo identificado arriba.  
Este reporte no debe ser reproducido en su totalidad o parcialmente sin la aprobación escrita de Grupo ITS

Urbanización Reparto de Chanis, Calle A y Calle H - Local 145 Planta baja  
Tel.: (507) 221-2253; 323-7500 Fax: (507) 224-8087  
Apartado Postal 0843-01133 Rep. de Panamá  
E-mail: calibraciones@grupo-its.com



## PT02-03 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.2

Certificado No: 284-21-013 v.0

(A) Indica que se encuentra fuera del margen de tolerancia

Pruebas realizadas variando la intensidad sonora

Frecuencia	Nominal	Margen Inferior	Margen Superior	Recibido	Entregado	Error	Unidad
1 kHz	90,0	89,5	90,5	90,0	90,3	0,3	dB
1 kHz	100,0	99,5	100,5	99,9	100,2	0,2	dB
1 kHz	110,0	109,5	110,5	109,9	110,2	0,2	dB
1 kHz	114,0	113,8	114,2	113,8	114,1	0,1	dB
1 kHz	120,0	119,5	120,5	119,8	120,1	0,1	dB

Pruebas realizadas variando la frecuencia a una intensidad sonora de 114,0 dB

Frecuencia	Nominal	Margen Inferior	Margen Superior	Recibido	Entregado	Error	Unidad
125 Hz	97,9	96,9	98,9	96,8	97,9	0,0	dB
250 Hz	105,4	104,4	106,4	105,2	105,3	-0,1	dB
500 Hz	110,8	109,8	111,8	110,7	110,8	0,0	dB
1 kHz	114,0	113,8	114,2	113,8	114,1	0,1	dB
2 kHz	115,2	114,2	116,2	114,7	114,9	-0,3	dB

Pruebas realizadas para octava de banda

Frecuencia	Nominal	Margen Inferior	Margen Superior	Recibido	Entregado	Error	Unidad
16 Hz	114,0	113,8	114,2	113,8	113,9	-0,1	dB
31,5 Hz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	dB
63 Hz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	dB
125 Hz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	dB
250 Hz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	dB
500 Hz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	dB
1 kHz	114,0	113,8	114,2	114,1	114,0	0,0	dB
2 kHz	114,0	113,8	114,2	114,1	114,0	0,0	dB
4 kHz	114,0	113,8	114,2	114,1	114,0	0,0	dB
8 kHz	114,0	113,8	114,2	114,1	114,0	0,0	dB
16 kHz	114,0	113,8	114,2	113,9	113,9	-0,1	dB

## Fin del Certificado

Este reporte certifica que todos los equipos de calibración usados en la prueba son trazables al NIST, y aplican solamente para el equipo identificado arriba.  
Este reporte no debe ser reproducido en su totalidad o parcialmente sin la aprobación escrita de Grupo ITS

Urbanización Reparto de Chánis, Calle A y Calle H - Local 145 Planta baja  
Tel.: (507) 221-2253; 323-7500 Fax: (507) 224-8087  
Apartado Postal 0843-01133 Rep. de Panamá

E-mail: calibraciones@grupo-its.com



**PT09-02 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.3**

Certificado No: 284-20-058 v.0

**Datos de referencia**

**Cliente:** Envirolab  
**Dirección:** San Mateo, David Chiriquí.  
**Equipo:** Calibrador QC-20  
**Fabricante:** Quest technologies  
**Número de Serie:** QOF110028  
**Fecha de Recibido:** 16-sep-20  
**Fecha de Calibración:** 17-sep-20  
**Proxima Calibración:** 17-sep-21

**Condiciones de Prueba**

**Temperatura:** 22,6°C a 21,3°C  
**Humedad:** 55.4% a 55.9%  
**Presión Barométrica:** 1013 mbar a 1013 mbar

**Condiciones del Equipo**

**Antes de calibración:** Si cumple  
**Después de calibración:** Si cumple

**Requisito Aplicable:** ANSI S1.40-1984

**Procedimiento de Calibración:** SGLC-PT09

**Estándar(es) de Referencia**

Número de Identificación	Dispositivo	Última Calibración	Fecha de Expiración
2512956	Sistema B & K	21-may-20	21-may-21
BDI060002	Sonómetro 0	27-mar-20	27-mar-21

**Calibrado por:** Ezequiel Cedeño B.  
 Nombre: Ezequiel Cedeño B. Firma del Técnico de Calibración: Fecha: 17-sep-20

**Revisado / Aprobado por:** Rubén R. Ríos R.  
 Nombre: Rubén R. Ríos R. Firma del Supervisor Técnico de Calibraciones: Fecha: 18-sep-20

Este reporte certifica que todos los equipos de calibración usados en la prueba son trazables al NIST, y aplican solamente para el equipo identificado arriba.  
 Este reporte no debe ser reproducido en su totalidad o parcialmente sin la aprobación escrita de Grupo ITS  
 Urbanización Reparto de Chania, Calle A y Calle H - Local 145 Planta baja  
 Tel.: (507) 221-2253; 323-7500 Fax: (507) 224-8087  
 Apartado Postal 0843-01133 Rep. de Panamá  
 E-mail: calibraciones@grupo-its.com



**PT09-02 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.3**

Certificado No: 284-20-058 v.0

(A) Indica que se encuentra fuera del margen de tolerancia

**Prueba de VAC**

Frecuencia	Nominal	Margen Inferior	Margen Superior	Recibido	Entregado	Error	Unidad
1 kHz	1000	990	1010	1,0022	1,0008	0.8	V

**Prueba Acústica**

Frecuencia	Nominal	Margen Inferior	Margen Superior	Recibido	Entregado	Error	Unidad
1 KHz	114,0	114,0	114,5	114,0	114,0	0,0	dB

**Prueba de Frecuencia**

Frecuencia	Nominal	Margen Inferior	Margen Superior	Recibido	Entregado	Error	Unidad
1000	1000	975	1025	1,0043	1,0007	0.7	H <sub>z</sub>

Fin del Certificado

Este reporte certifica que todos los equipos de calibración usados en la prueba son trazables al NIST, y aplican solamente para el equipo identificado arriba.  
Este reporte no debe ser reproducido en su totalidad o parcialmente sin la aprobación escrita de Grupo ITS  
Urbanización Reparto de Chanis, Calle A y Calle H - Local 145 Planta baja  
Tel.: (507) 221-2253; 323-7500 Fax: (507) 224-8067  
Aptado Postal 0843-01133 Rep. de Panamá  
E-mail: calibraciones@grupo-its.com

## ANEXO 5: Fotografía de las mediciones



--- FIN DEL DOCUMENTO ---

\*\*EnviroLab S.A., sólo se hace responsable por los resultados de los puntos monitoreados y descritos en este Informe.