CONTROL DE CAMBIOS

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

Revisión	Fecha	Sección modificada	Observaciones
0	22-03-2019	-	Versión original
A			

REVISIÓN Y APROBACIÓN

Preparó:	Preparó:	Revisó:	Aprobó:
F. Castellanos 22-03-2019	W. Chaves 22-03-2019	E. Dussán 22-03-2019	A. Marulanda 22-03-2019
VoBo. Ingeniero Ejecutor	VoBo. Departamento Topografía	VoBo. Director de División Vías	VoBo. Director de Proyecto

TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN EJECUTIVO **Error! Bookmark not defined.**
1.1. REVISIÓN DE INFORMACIÓN DISPONIBLE 4
1.2. LEVANTAMIENTOS TOPOBATIMÉTRICOS 4
2. OBJETIVOS 5
3. REVISIÓN INFORMACIÓN DISPONIBLE 6
3.1. TOPOGRAFÍA LIDAR 6
3.2. LEVANTAMIENTOS TOPO-BATIMÉTRICOS 7
3.2.1. Localización General 7
3.2.2. Geodesia 8
3.2.3. Referencia Vertical 9
3.2.4. Procesamiento Final y Flujo de Control de Calidad 9
3.2.5. Superficie Final BASE 10
4. PRIMERA CAMPAÑA DE LEVANTAMIENTOS TOPOBATIMÉTRICOS 12
4.1. TRAMO 1 13
4.2. TRAMO 2 14
4.3. TRAMO 3 15
4.4. TRAMO 4 16
4.5. TRAMO 5 18
4.6. TRAMO 6 18
4.7. TRAMO 7 19
4.8. TRAMO 8 21
4.9. TRAMO 9 22
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 24
7. REFERENCIAS 25
8. ANEXOS 26

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización general levantamiento lidar río Indio

Figura 2. Localización general levantamiento secciones topo batimetría río Indio

Figura 3. Procesamiento secciones topo batimetría río Indio

Figura 4. Localización de los tramos de las secciones topo batimétricas

Figura 5. Localización TRAMO 1 secciones topo batimétricas

Figura 6. Perfil Tramo 1 de las 10 secciones topo batimétricas

Figura 7. Localización TRAMO 2 secciones topo batimétricas

Figura 8. Perfil Tramo 2 de las 10 secciones topo batimétricas

Figura 9. Localización TRAMO 3 secciones topo batimétricas

Figura 10. Perfil Tramo 3 de las 10 secciones topo batimétricas

Figura 11. Localización TRAMO 4 secciones topo batimétricas

Figura 12. Perfil río - 10 secciones topo batimétricas - Tramo 4

Figura 13. Localización 7 secciones topo batimétricas - TRAMO 5

Figura 14. Perfil río - 7 secciones topo batimétricas - Tramo 5

Figura 15. Localización 6 secciones topo batimétricas - TRAMO 6

Figura 16. Perfil río - 7 secciones topo batimétricas - Tramo 6

Figura 17. Localización 9 secciones topo batimétricas - TRAMO 7

Figura 18. Perfil río - 9 secciones topo batimétricas - Tramo 7

Figura 19. Localización 9 secciones topo batimétricas - TRAMO 8

Figura 20. Perfil río - 9 secciones topo batimétricas - Tramo 8

Figura 21. Localización 9 secciones topo batimétricas - TRAMO 9

Figura 22. Perfil río - 9 secciones topo batimétricas - Tramo 9

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros geodésicos del levantamiento

Tabla 2. Resumen de los parámetros geodésicos requeridos para la traducción de WGS84 a NAD27

Tabla 3. Coordenadas geográficas punto Base

Tabla 4. Coordenadas planas punto Base

Tabla 5. Niveles de agua secciones Tramo 1

Tabla 6. Niveles de agua secciones Tramo 2

Tabla 7. Niveles de agua secciones Tramo 3

Tabla 8. Niveles de agua secciones Tramo 4

Tabla 9. Niveles de agua secciones Tramo 5

Tabla 10. Niveles de agua secciones Tramo 6

Tabla 11. Niveles de agua secciones Tramo 7

Tabla 12. Niveles de agua secciones Tramo 8

Tabla 13. Niveles de agua secciones Tramo 9

1.1. REVISIÓN DE INFORMACIÓN DISPONIBLE

El documento expone la metodología y la revisión de resultados relacionados a la topografía LIDAR y los levantamientos topobatimétricos suministrados por ACP al inicio del presente contrato. Esta información fue implementada por INGETEC para el diseño de las obras principales.

1.2. LEVANTAMIENTOS TOPOBATIMÉTRICOS

INGETEC realizó una campaña de levantamiento topobatimétrico sobre el Río Indio y algunos cruces de las vías sobre cuerpos de agua con caudales significativos. A partir de esta información se proyectaron las vías de acceso al proyecto y se realizó el diseño conceptual de las estructuras de cruce correspondientes.

El presente documento incluye la localización y niveles de la lámina de agua de las secciones topo batimétricas levantadas por INGETEC, así como la identificación de los puntos de empalme y la metodología implementada en desarrollo de los trabajos. Adicionalmente, se adjunta como anexo la totalidad información levantada en desarrollo de esta campaña.

2. OBJETIVOS

- Presentar la revisión de los levantamientos topográficos y batimétricos suministrados por ACP.
- Presentar la metodología implementada en la ejecución la primera campaña de levantamientos topo batimétricos adelantada INGETEC.

3. REVISIÓN INFORMACIÓN DISPONIBLE

3.1. TOPOGRAFÍA LIDAR

La información LIDAR suministrada por ACP corresponde a una nube de puntos de DTM, curvas de nivel cada 1 m, geodatabase y ortofoto.

Las áreas del levantamiento incluyen las áreas de localización de las obras potenciales principales del estudio, incluyendo la huella del potencial reservorio, sitio potencial de presa, sitios potenciales de diques auxiliares, portales de entrada y salida del potencial túnel de transferencia. El área general del cubrimiento del LIDAR se presenta en la figura a continuación:

Figura 1. Localización general levantamiento lidar río Indio

3.2. LEVANTAMIENTOS TOPO-BATIMÉTRICOS

Los levantamientos topo-batimétricos suministrados por ACP cuentan con una precisión vertical: ± 25 cm, intervalo de confianza del 95% (1.96 x RMSE) y precisión horizontal: ± 25 cm, intervalo de confianza del 95% (1.96 x RMSE). Estos levantamientos cuentan con los parámetros geodésicos indicados en la Tabla 1 se presenta los parámetros geodésicos del levantamiento.

Tabla 1. Parámetros geodésicos del levantamiento

Parámetros Geodésicos	
Horizontal Datum and Ellipsoide:	WGS 84 ITRF 2008 Epoch 2005
Spheroid:	WGS 84
Semi major axis:	a = 6 378 137.0 m b = 6 356 752.314245 m
Relative Flattening:	1/f = 298.257223563
Vertical Datum	
Hydrography:	WGS84
Projection Parameters	
Map Projection:	Universal Transverse Mercator
Grid System:	UTM
Central Meridian:	81°E, UTM Zone 17N
Latitude of Origin:	00° 00′ 00″ North
False Easting:	500 000 m
False Northing:	0 m
Scale factor on Central Meridian:	0.9996
Units:	Metres

Los archivos en formatos *las no clasificados se encuentran en el sistema de coordenadas WGS84 - UTM17N.

3.2.1. Localización General

Los levantamientos topo-batimétricos se encuentran localizados a lo largo de 33 kilómetros lineales del Río Indio, como se observa en la Figura 2 Localización general levantamiento secciones topo batimétricas río Indio. Las secciones cuentan con profundidades entre 0.5 y 15 m, anchos variables entre 80 m en la boca del cuerpo de agua a 20 m en las secciones localizadas al sur.

Los datos del levantamiento multihaz se capturaron a lo largo del río con una cobertura de al menos 100% y a menudo más de 200%. La técnicas cinemáticas de post procesamiento (PPK) fueron implementadas para determinar las posiciones horizontales.

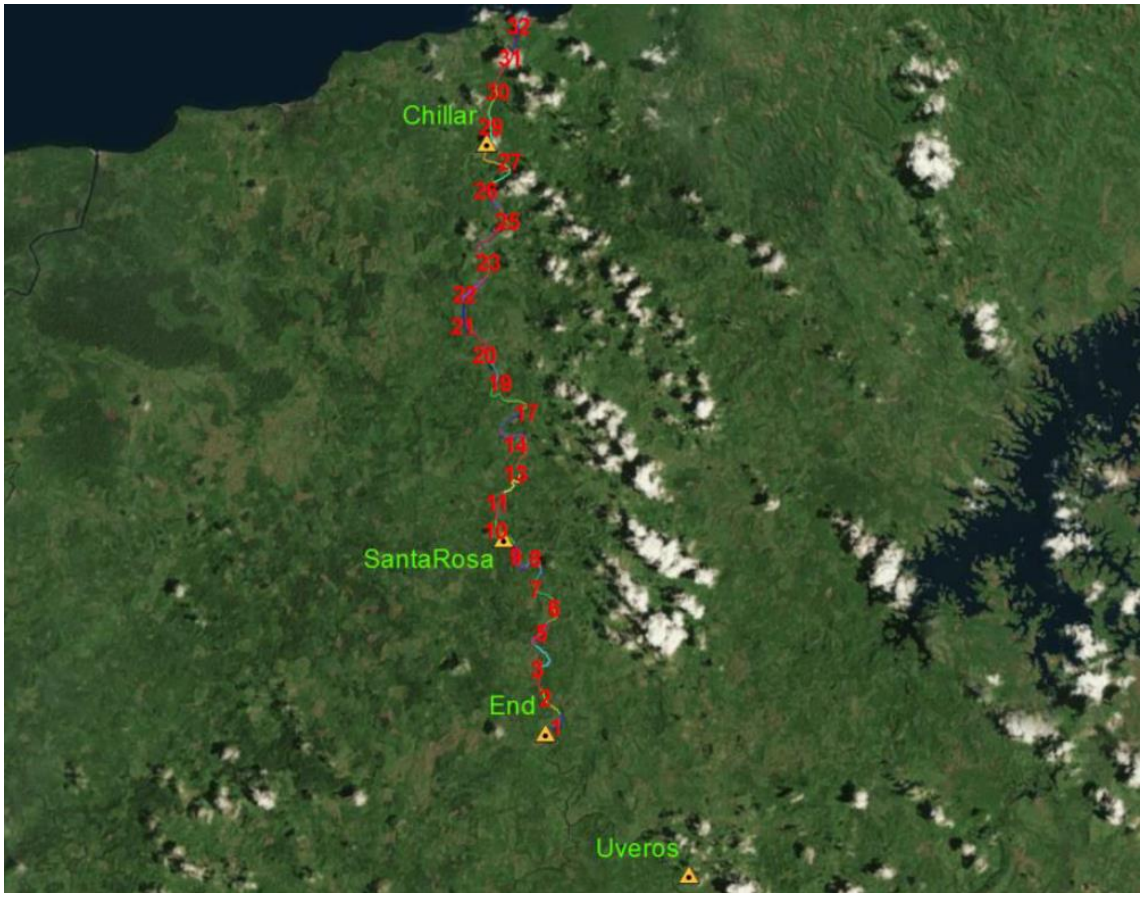

Figura 2. Localización general levantamiento secciones topo batimetría río Indio

3.2.2. Geodesia

La recopilación y el procesamiento de datos se completó en el sistema de coordenadas WGS84, sin embargo los datos finales fueron suministrados en el sistema NAD 27. En la Tabla 2, se indican los parámetros implementados para la transformación del sistema WGS84 a NAD27.

Tabla 2. Resumen de los parámetros geodésicos requeridos para la transformación de WGS84 a NAD27

Horizontal Datum	NAD27 - ACP
Spheroid:	Clarke 1866
Semi major axis:	a = 6378206.400m b = 6356583.800m
Inverse Flattening:	1/f = 294.9786982138982
7 parameters transformation ***from*** WGS84 **SPECIFIC TO NAD27-ACP** **Coordinate Frame Rotation convention**	Trans X(m): 22.876415 Trans Y(m): -99.350159 Trans Z(m): -140.532555 Rot X(sec) : -2.0948687 Rot Y(sec) :0.79563677 Rot Z(sec) :0.59689367 Scale Factor (ppm) : 5.00006

Datum Vertical	
Hydrography:	PLD – *Precise Level Datum*
Parámetros de Proyección	
Map Projection:	Universal Transverse Mercator
Grid System:	UTM
Central Meridian:	81°E, UTM Zone 17N
Latitude of Origin:	00° 00′ 00″ North
False Easting:	500 000 m
False Northing:	0 m
Scale factor on Central Meridian:	0.9996
Units:	Metet

3.2.3. Referencia Vertical

Se utilizaron técnicas de Levantamiento Elipsoidalmente Referenciado para establecer la superficie del agua relativa al dato vertical PLD (Precise Level Datum). El modelo de separación suministrado por ACP se implementó para determinar la diferencia entre el elipsoide WGS84 y PLD en lugares dentro del área del levantamiento batimétrico. Estos lugares incluyeron los sitios de monitoreo de nivel de agua en Chilar y Santa Rosa, así como las ubicaciones en el río donde la cobertura de GNSS fue suficiente para obtener resultados de alta precisión.

Igualmente, se elaboró un archivo de nivel de agua para traducir el nivel de agua registrado en la lancha a PLD. La información se aplicó a la batimetría durante el procesamiento CARIS HIPS como archivo de marea. El archivo final del nivel de agua se creó de la siguiente manera, por orden de preferencia:

- Mediciones de nivel de agua en Chilar y Santa Rosa, en relación a PLD
- Las alturas GNSS en la lancha, traducidas a PLD (cuando los resultados GNSS de alta precisión fueron lo suficientemente buenos)
- Interpolación entre información topográfica LIDAR y el nivel de aguas, en relación a PLD.

3.2.4. Procesamiento Final y Flujo de Control de Calidad

El procesamiento de datos batimétricos y el proceso de la validación de los datos de sondeo (Ver Figura 3 procesamiento secciones topo batimetría río Indio) fue ejecutado por el contratista con el propósito de validar y controlar la superficie base CUBE. Aunque numerosos sondeos se

rechazaron manualmente, los sondeos sin ninguna contribución a la superficie CUBE no se eliminaron de los datos de HDCS.

El procesamiento final se ejecutó en dos pasos principales:

1) Procesamiento y validación de datos multihaz en CARIS HIPS
2) Control de calidad final

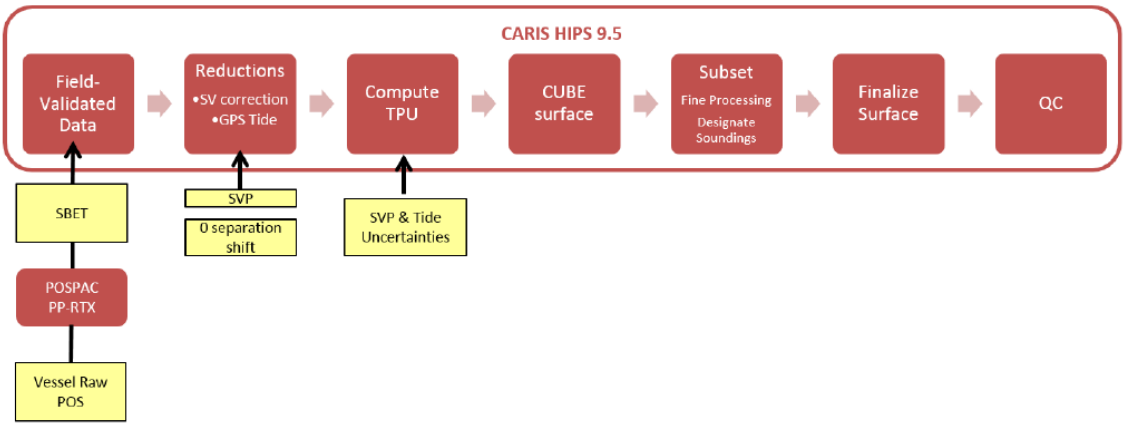

Figura 3. Procesamiento secciones topo batimetría río Indio

3.2.5. Superficie Final BASE

Mediante el proceso CARIS HIPS Final de Surface, se crearon las nuevas superficies CUBE que estaban ajustadas para ser exportadas o procesadas. La incertidumbre final se tomó de la desviación estándar y las superficies finalizadas se incluyeron en la entrega de datos.

La superficie de base final (Rio_Indio_50cmCUBE_AllData_NAD27ACP_Final), se realizó a partir de los todos los datos, incluyendo la calibración y las líneas de comprobación cruzada.
Los datos crudos en XYZ (UTM Z 17, NAD 27, ACP) también fueron procesados.

4. PRIMERA CAMPAÑA DE LEVANTAMIENTOS TOPOBATIMÉTRICOS

Con el fin de conocer el comportamiento del Río Indio y de algunos cruces de las vías proyectadas sobre cuerpos de agua, se establecieron 9 sectores de interés a caracterizar por medio de levantamientos topo batimétricos.

Los levantamientos en campo se realizaron entre el 18 de octubre y el 21 de octubre de 2018. En desarrollo de los mismos, se implementaron métodos de topografía convencional con estación total, equipos de GPS de doble frecuencia con capacidad de adquisición de información en tiempo real RTK y ecosonda sonar mite mono – haz.

Como base para las coordenadas se implementaron puntos georreferenciados pertenecientes a una red geodésica previamente establecida.

Tabla 3. Coordenadas geográficas punto Base

Nombre	Latitud WGS84	Longitud WGS84	Altura (m)
GPS 15	8°59´40.83019¨ N	80°10´32.13587¨ W	25.005
GPS 18	8°58´20.80195¨ N	80°05´50.62440¨ W	105.149

Tabla 4. Coordenadas planas punto Base

Nombre	Norte	Este	Elevación (m)
GPS 15	994365.4	590618.15	25.005
GPS 18	991927.67	5999220.27	105.149

A partir de los puntos base indicados, se realizó el levantamiento de poligonal y deltas indicados en campo mediante estacas transitorias y a partir de los vértices de la poligonal se realizó la radiación convencional tomando ángulo y distancia para suministrar las coordenadas de cada punto de detalles de puntos en terreno, obstáculos o monumentos encontrados en la zona.

Figura 4. Localización de los tramos de las secciones topo batimétricas

4.1. TRAMO 1

A continuación se presenta el Tramo 1, en donde se realizó el levantamiento de 10 secciones topo batimétricas sobre el cauce del Río Indio.

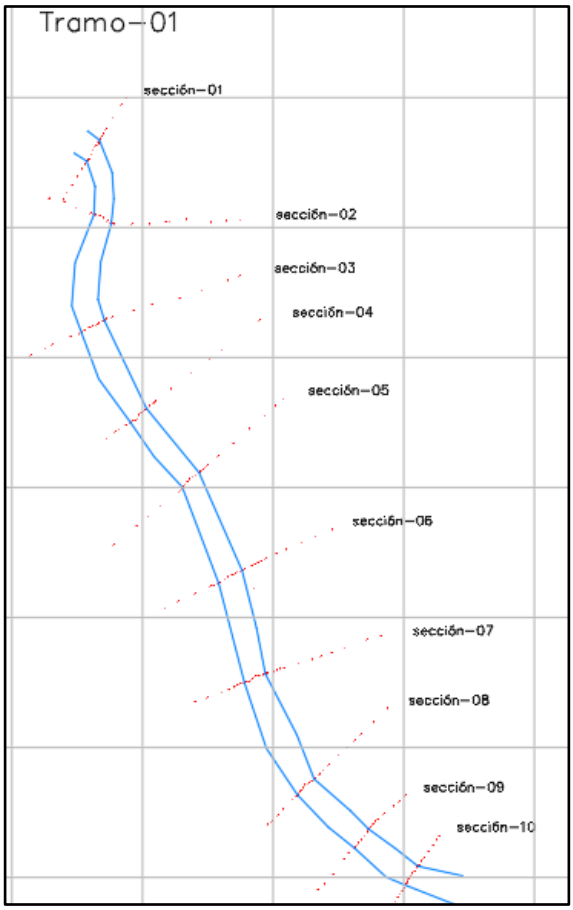

Figura 5. Localización Tramo 1 secciones topo batimétricas

Los niveles de lámina de agua registrados en el tramo 1 a lo largo de las 10 secciones levantadas se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 5. Niveles de agua secciones Tramo 1

TRAMO 01	
sección 01	6.5875
sección 02	6.4935
sección 03	6.372
sección 04	6.264
sección 05	6.293
sección 06	7.285
sección 07	7.2655
sección 08	7.351
sección 09	7.228
sección 10	7.282

La lámina de agua de las 10 secciones topo batimétricas, se presenta en el siguiente perfil.

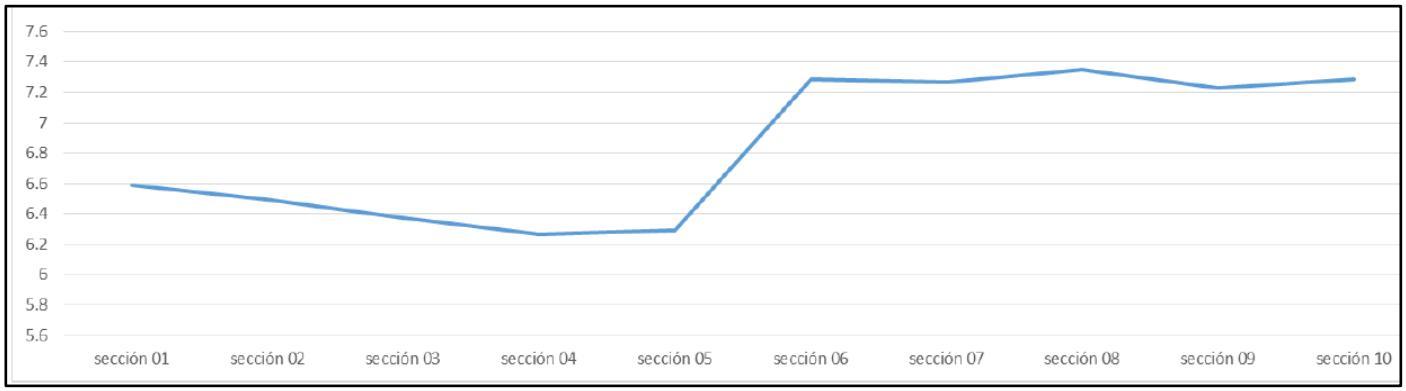

Figura 6. Perfil Tramo 1 de las 10 secciones topo batimétrica

4.2. TRAMO 2

A continuación se presentan los 10 perfiles de secciones topo batimétricas levantadas en el Tramo 2.

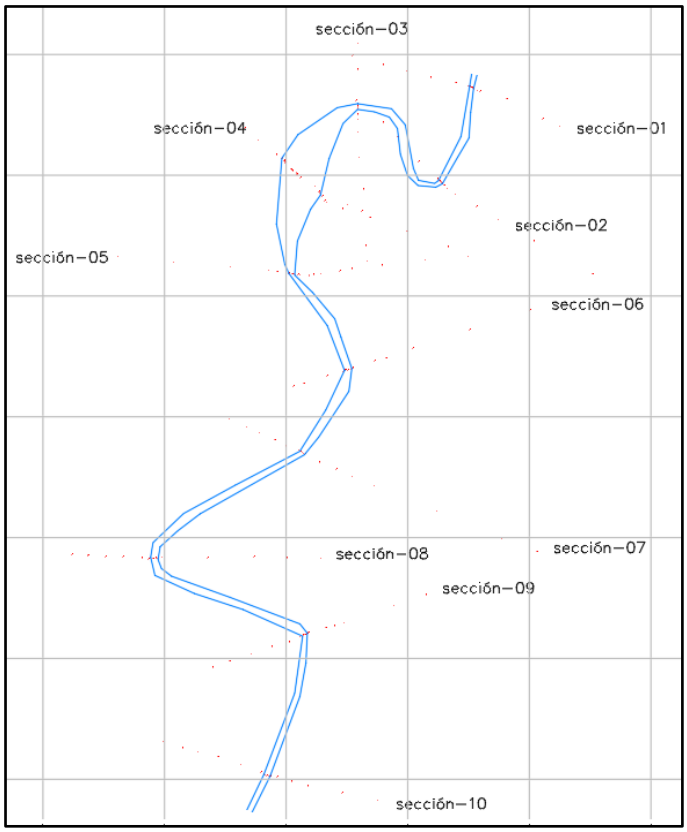

Figura 7. Localización Tramo 2 secciones topo batimétricas

Los niveles de lámina de agua registrados en el tramo 2 a lo largo de las 10 secciones levantadas se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 6. Niveles de agua secciones Tramo 2

TRAMO 02	
sección 01	12.638
sección 02	12.5505
sección 03	12.39
sección 04	12.3033333
sección 05	12.1655
sección 06	12.1285
sección 07	12.068
sección 08	11.979
sección 09	11.7605
sección 10	11.7615

La lámina de agua de las 10 secciones topo batimétricas, se presenta en el siguiente perfil para el Tramo 2.

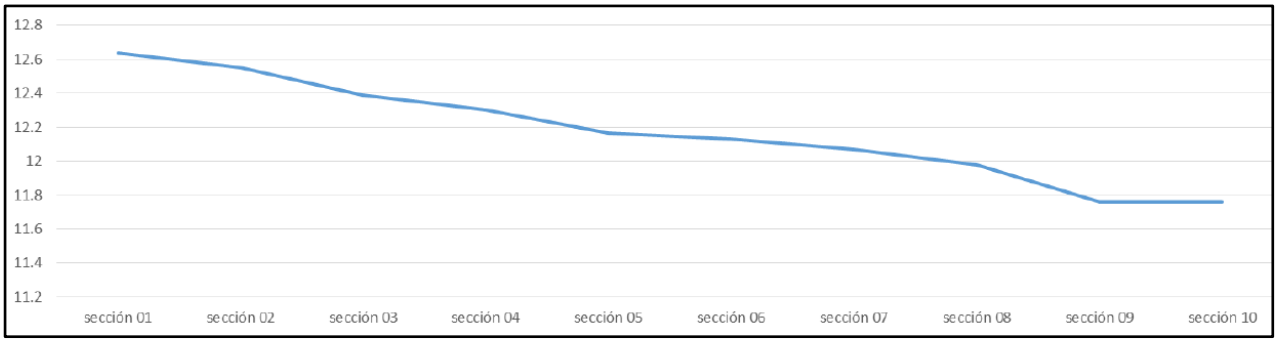

Figura 8. Perfil Tramo 2 de las 10 secciones topo batimétricas

4.3. TRAMO 3

A continuación se presentan los 10 perfiles de secciones topo batimétricas levantadas en el Tramo 3

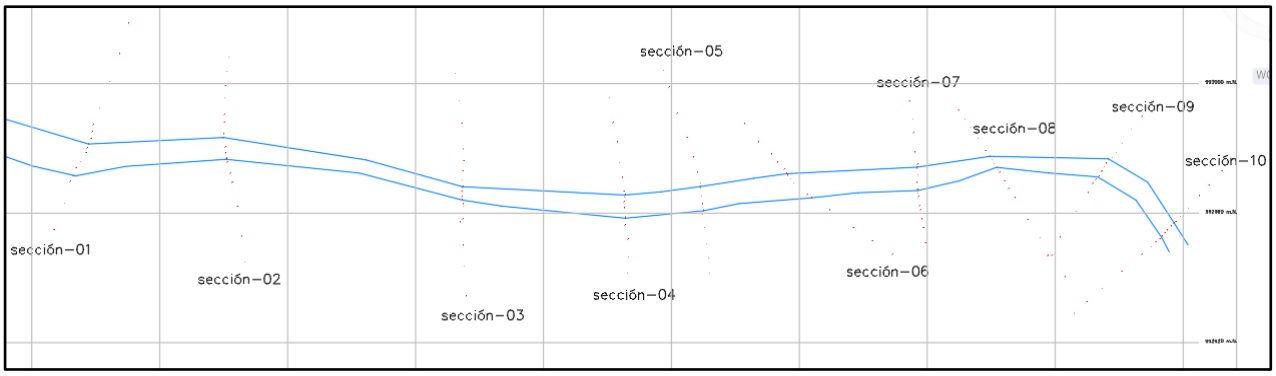

Figura 9. Localización Tramo 3 secciones topo batimétricas

Los niveles de lámina de agua registrados en el Tramo 3 a lo largo de las 10 secciones levantadas se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 7. Niveles de agua secciones Tramo 3

TRAMO 03	
sección 01	23.547
sección 02	23.7635
sección 03	24.013
sección 04	24.07
sección 05	24.4085
sección 06	24.526
sección 07	24.6145
sección 08	24.8065
sección 09	24.901
sección 10	24.8835

La lámina de agua de las 10 secciones topo batimétricas, se presenta en el siguiente perfil para el Tramo 3

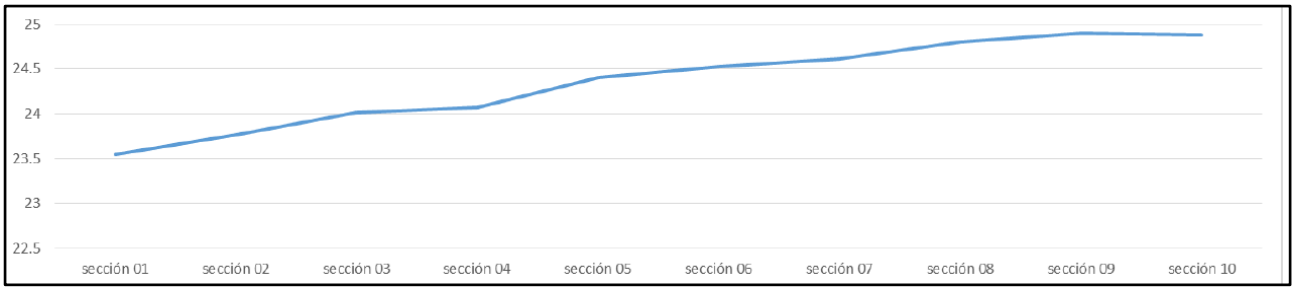

Figura 10. Perfil Tramo 3 de las 10 secciones topo batimétricas

4.4. TRAMO 4

A continuación se presentan los 10 perfiles de secciones topo batimétricas levantadas en el Tramo 4

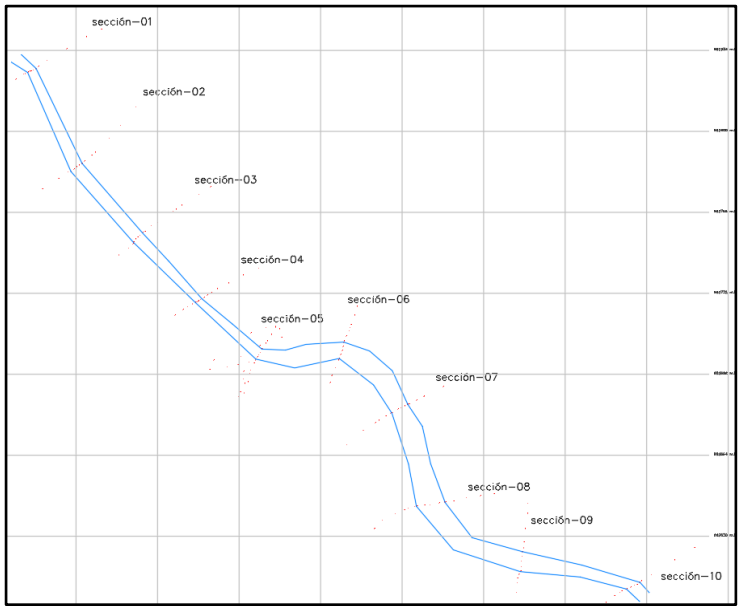

Figura 11. Localización Tramo 4 secciones topo batimétricas

Los niveles de lámina de agua registrados en el Tramo 4 a lo largo de las 10 secciones levantadas, se presenta en la siguiente tabla

Tabla 8. Niveles de agua secciones Tramo 4

TRAMO 04	
sección 01	26.252
sección 02	26.9285
sección 03	27.365
sección 04	27.6925
sección 05	28.2025
sección 06	28.855
sección 07	28.878
sección 08	29.0665
sección 09	31.069
sección 10	31.516

El nivel de la lámina de agua de las 10 secciones topo batimétricas, se presenta en el siguiente perfil del Tramo 4.

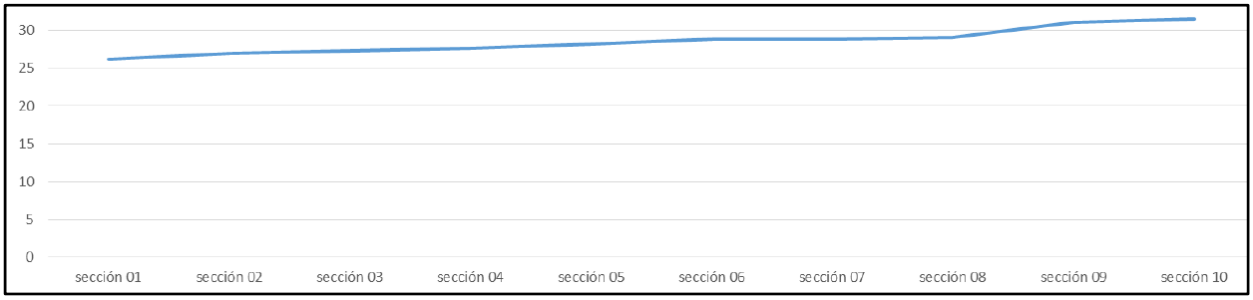

Figura 12. Perfil río - 10 secciones topo batimétricas - Tramo 4

4.5. TRAMO 5

A continuación se presenta la localización de las 7 secciones topo batimétricas levantadas en el Tramo 5

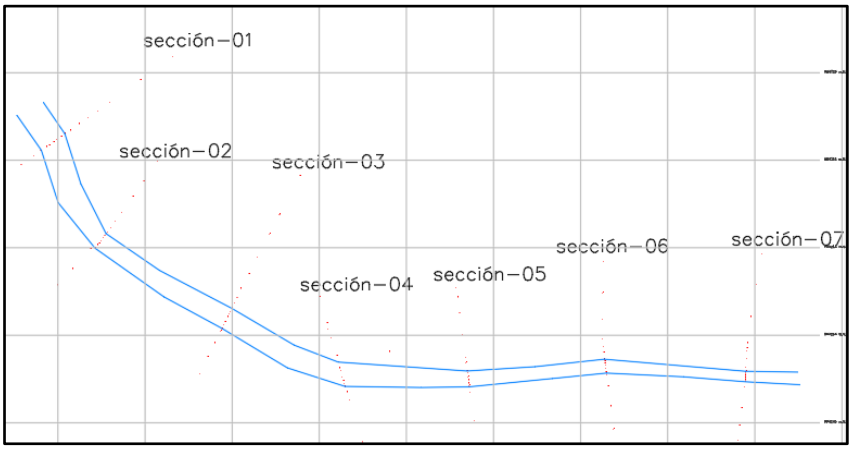

Figura 13. Localización 7 secciones topo batimétricas - Tramo 5

Los niveles de lámina de agua registrados en el Tramo 5 a lo largo de de las 7 secciones levantadas, se presenta en la siguiente tabla

Tabla 9. Niveles de agua secciones Tramo 5

TRAMO 05	
sección 01	48.62
sección 02	48.654
sección 03	48.6885
sección 04	48.763
sección 05	48.8285
sección 06	48.8475
sección 07	49.053

El nivel de la lámina de agua de las 7 secciones topo batimétricas, se presenta en el siguiente perfil en el Tramo 5

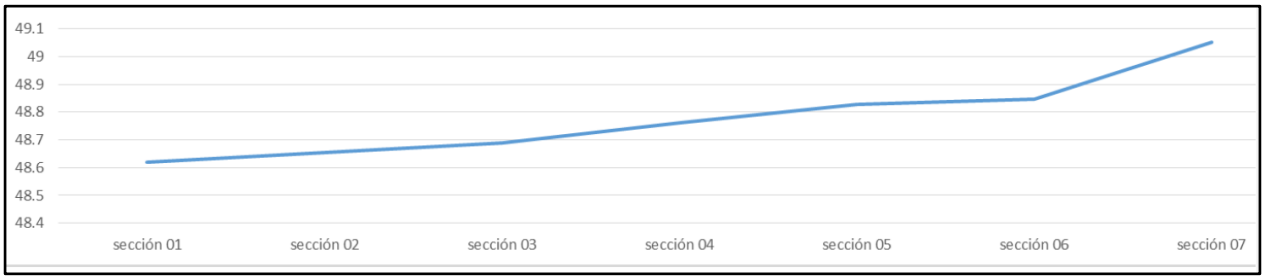

Figura 14. Perfil río - 7 secciones topo batimétricas - Tramo 5

4.6. TRAMO 6

A continuación se presenta la localización de las 6 secciones topo batimétricas levantadas en el Tramo 6

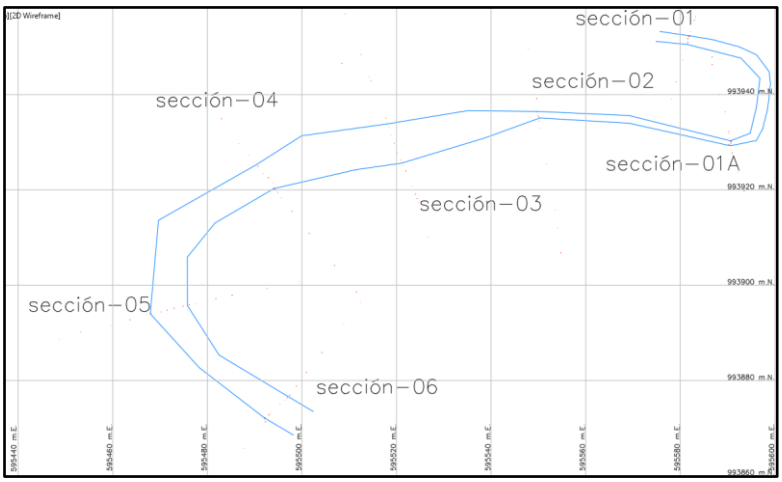

Figura 15. Localización 6 secciones topo batimétricas - Tramo 6

Los niveles de lámina de agua registrados en el Tramo 6 a lo largo de las 6 secciones levantadas, se presenta en la siguiente tabla

Tabla 10. Niveles de agua secciones Tramo 6

TRAMO 06	
sección 01	50.848
sección 01a	50.9165
sección 02	50.98
sección 03	51.1385
sección 04	51.1425
sección 05	51.1305
sección 06	51.092

El nivel de la lámina de agua de las 7 secciones topo batimétricas se presenta en el siguiente perfil del Tramo 6.

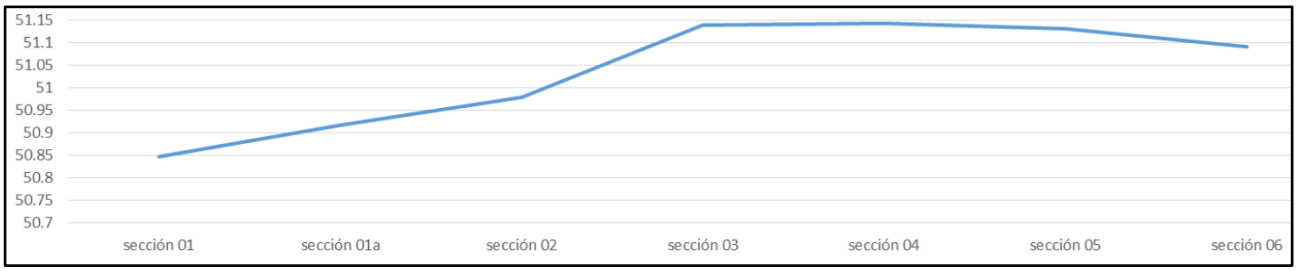

Figura 16. Perfil río - 7 secciones topo batimétricas - Tramo 6

4.7. TRAMO 7

A continuación se presenta la localización de las 9 secciones topo batimétricas levantadas en el Tramo 7

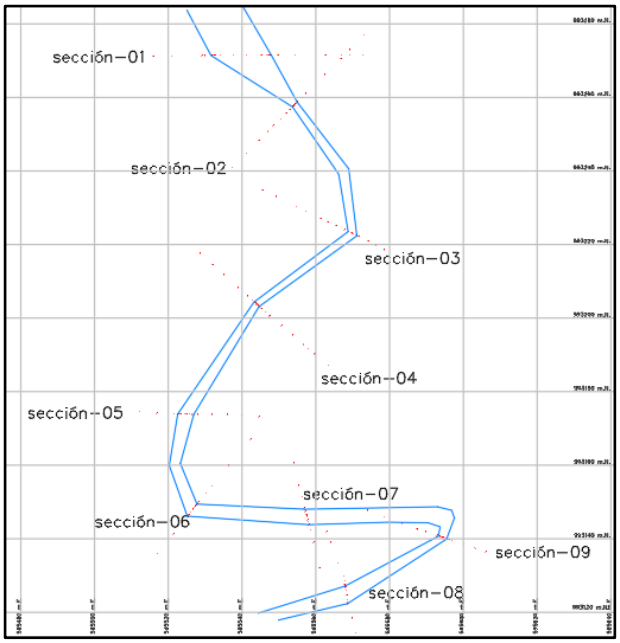

Figura 17. Localización 9 secciones topo batimétricas - Tramo 7

Los niveles de lámina de agua registrados en el Tramo 7 a lo largo de de las 9 secciones levantadas, se presenta en la siguiente tabla

Tabla 11. Niveles de agua secciones Tramo 7

TRAMO 07	
sección 01	55.6925
sección 02	55.8745
sección 03	55.899
sección 04	56.0285
sección 05	56.7705
sección 06	57.3645
sección 07	57.446
sección 08	57.753
sección 09	57.418

El nivel de la lámina de agua de las 9 secciones topo batimétricas, se presenta en el siguiente perfil del Tramo 7.

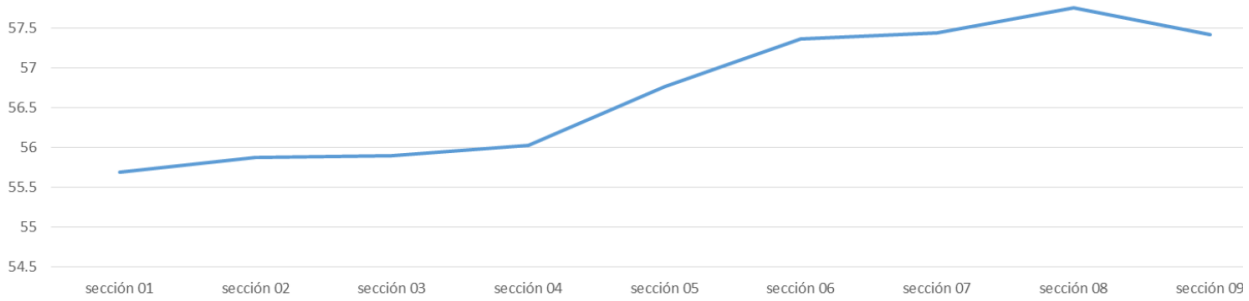

Figura 18. Perfil río - 9 secciones topo batimétricas - Tramo 7

4.8. TRAMO 8

A continuación se presenta la localización de las 9 secciones topo batimétricas levantadas en el Tramo 8.

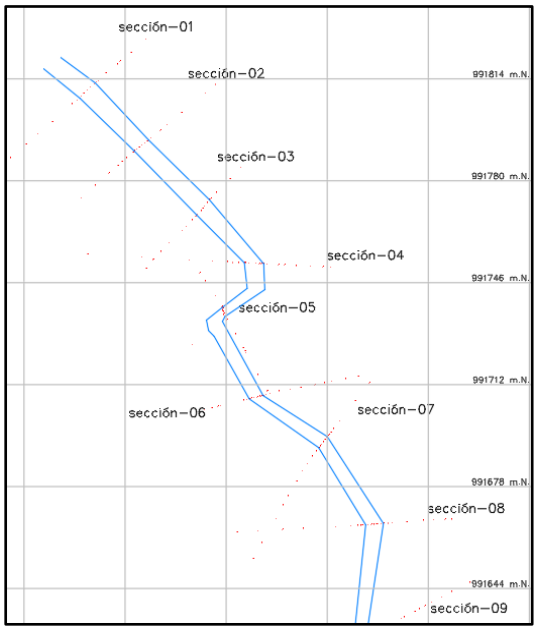

Figura 19. Localización 9 secciones topo batimétricas - Tramo 8

Los niveles de lámina de agua registrados en el Tramo 8 a lo largo de de las 9 secciones levantadas, se presenta en la siguiente tabla

Tabla 12. Niveles de agua secciones Tramo 8

TRAMO 08	
sección 01	67.026
sección 02	67.264
sección 03	67.8715
sección 04	68.3355
sección 05	68.603
sección 06	68.9535
sección 07	68.996
sección 08	69.4685
sección 09	69.6655

El nivel de la lámina de agua de las 9 secciones topo batimétricas, se presenta en el siguiente perfil en el Tramo 8

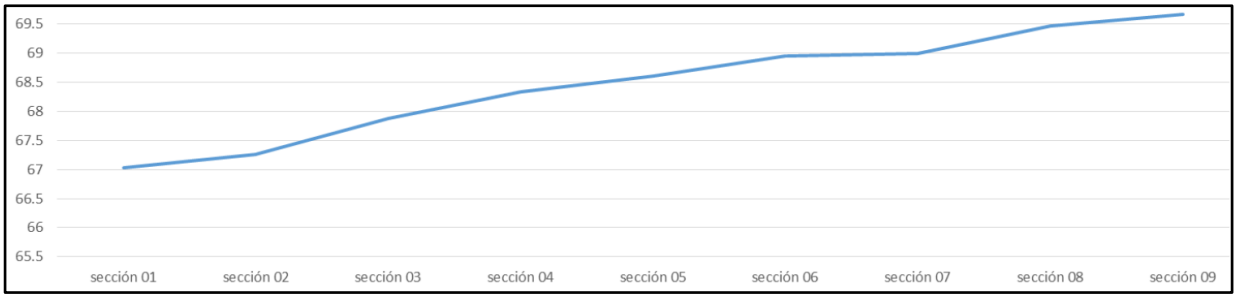

Figura 20. Perfil río - 9 secciones topo batimétricas - Tramo 8

4.9. TRAMO 9

A continuación se presenta la localización de las 6 secciones topo batimétricas levantadas en el Tramo 9

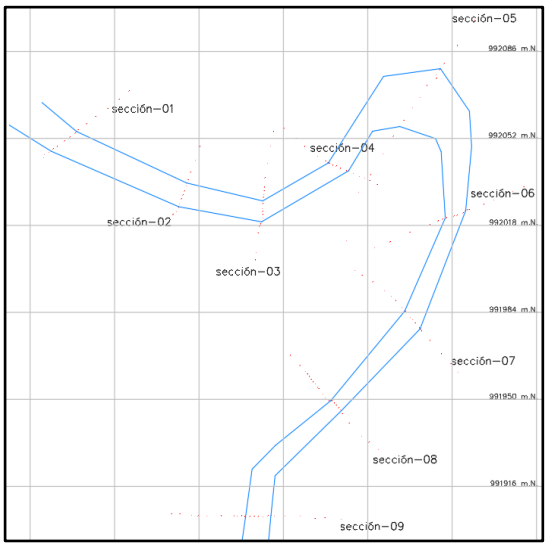

Figura 21. Localización 9 secciones topo batimétricas - Tramo 9

Los niveles de lámina de agua registrados en el Tramo 9 a lo largo de de las 9 secciones levantadas, se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 13. Niveles de agua secciones Tramo 9

TRAMO 09	
sección 01	46.8905
sección 02	47.0795
sección 03	47.1235
sección 04	47.398
sección 05	48.075
sección 06	48.5
sección 07	48.7245
sección 08	49.052
sección 09	49.537

El nivel de la lámina de agua de las 9 secciones topo batimétricas, se presenta en el siguiente perfil del Tramo 9.

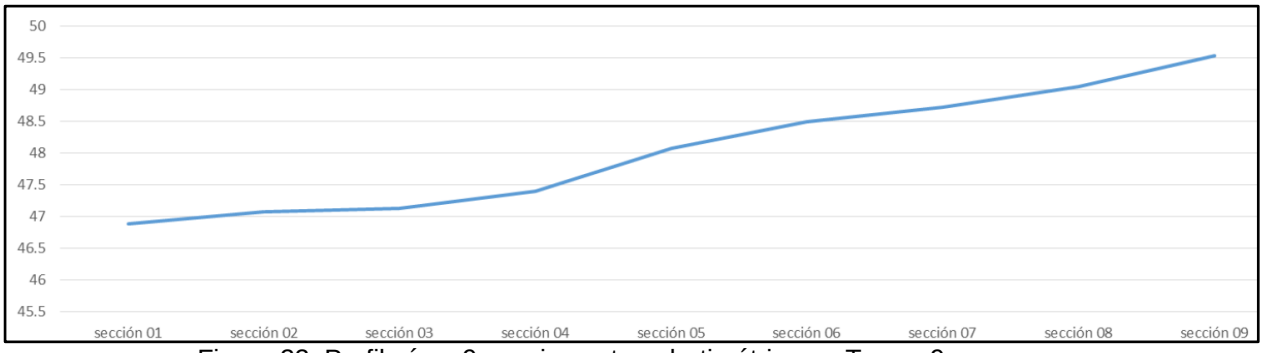

Figura 22. Perfil río - 9 secciones topo batimétricas - Tramo 9

En el Anexo 1 se presenta el soporte y los archivos correspondientes al levantamiento de las secciones topo batimétricas.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los levantamientos topo batimétricos suministrados por ACP, cuentan con una precisión vertical: ± 25 cm, intervalo de confianza del 95% (1.96 x RMSE) y precisión horizontal: ± 25 cm, intervalo de confianza del 95% (1.96 x RMSE).
- Una vez calculada y procesada la información levantada fue posible proceder con la elaboración de los diseños a nivel conceptual establecidos para el proyecto.
- Para futuros trabajos topográficos en la zona del proyecto, es indispensable que se realicen los amarres a los vértices posicionados para el presente estudio, con el propósito de ligar cualquier levantamiento al sistema de coordenadas y cotas del proyecto.

7. REFERENCIAS

8531 PAN (2016) - Mediciones Batimétricas del Río Indio, Panamá, Provincia de Colón
Informe de Calibración Final - Rio Indio - IIC Technologies Inc.

8. ANEXOS

Anexo 1. Informe Topobatimétrico