ÍNDICE							
Categoría	**Número de Documento**	**Fecha**	**Descripción**	**Observaciones**	**Tomo**	**N° de Folio inicio**	**N° de Folio final**
Modificatorios		5/07/2024	• Continuación Oficio CPRS-019-2024 - 26/06/2024		60	11801	11806
			• Oficio CPRS-020-2024 - 26/06/2024		60	11807	11811
			• Oficio CTE-460-0048-2024 - 26/06/2024		60	11812	11813
			• Acta de reunion conveniantes - 20/06/2024		60	11814	11818
Polizas de cumplimiento y RCE		17/07/2024	Polizas actualizadas según modificatorio 1 Aprobadas en secop II 17/07/2024		60	11819	11828
Actas de comité obra	Acta Comite obra N°2 Findeter	26/07/2024	Revisión de compromisos y metas a seguir en la construcción del tercer puente.		60	11829	11835
Actas de reuniones Municipio			NO SE REALIZARON EN ESTE MES		60	-	-
Oficios contratista de obra	CPRS-021-2024	2/07/2024	Solicitud entrega información Volumen IX. Estudio Componentes Ambiental y social (PAGA)		60	11836	11837
Oficios contratista de obra	CPRS-022-2024	11/07/2024	Respuesta Comunicado C.E SIM-1654-2024 Socialización Comunidad Barrio Betanci		60	11838	11838
Oficios contratista de obra	CPRS-023-2024	15/07/2024	Respuesta Oficio CTE-460-0057-2024 Relacionado Documentos Reuqeridos para Támite de permiso de Ocupación de Cauce.		60	11839	12000

- Continuación Oficio CPRS-019-2024 - 26/06/2025

CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

NIT. 901.784.351-2

Bogotá D.C., 26 de junio de 2024

CPRS-020-2024

Señores:
CONSORCIO CI-SINU
Atn. DR. JORGE LUIS TAJÁN DE ÁVILA
Interventor
Calle 93 No. 14-71 Bogotá
proyecto460sinu@consultecnicos.com
gerencia@consultecnicos.com
gerencia@holsas.com

Referencia: CONTRATO LP-SIM-024-2023 CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA, DEPARTAMENTO DE CORDOBA.

ASUNTO: Alcance Oficio No. CPRS-019-2024.

Cordial saludo,

Dando alcance al oficio del asunto, a continuación, nos permitimos ratificar el contenido y alcance de cada uno de los volúmenes objeto de mejoramiento.

ÍTEM	VOLUMEN	CONTENIDO	ALCANCE
I	**ESTUDIO DE TRANSPORTE, CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO**	CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCE CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA CAPÍTULO 3. RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA Y PRIMARIA CAPÍTULO 4. PROYECCIONES DE TRÁNSITO CAPÍTULO 5. ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO CAPÍTULO 6. LINEAMIENTOS DE SEÑALIZACIÓN CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ANEXOS DE LOS ESTUDIOS	(i). Demanda para tránsito actual y horizonte del proyecto. Composición vehicular. Origen - Destino. Volumen de peatones bici usuarios y vehículos. (ii). Análisis mediante modelos de transporte y tránsito de los efectos del proyecto sobre la red vial existente y futura de la zona. (iii). Análisis de capacidad y niveles de servicio. (iv). Análisis y solución a conflictos entre actores del corredor. (v). Entrega en medio Físico o digital del volumen final.
II	**ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMETRICO Y SEGURIDAD VIAL**	CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES CAPITULO 2. METODOLOGIA DEL ESTUDIO CAPITULO 3. CRITERIOS DE DISEÑO CAPITULO 4. DISEÑO GEOMETRICO CAPÍTULO 5. ALTERNATIVA RECOMENDADA CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ANEXOS PLANOS CARTERAS DEL PROYECTO	(i). Análisis de alternativas de trazado y modelación (ii). Topografía. (iii). Definición de características geométricas. (iv). Identificación de redes, infraestructuras y activos existentes. (v). Entrega en medio Físico o digital del volumen final.

CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

NIT. 901.784.351-2

ÍTEM	VOLUMEN	CONTENIDO	ALCANCE
III	**ESTUDIO DE GEOLOGÍA**	CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES CAPITULO 2. METODOLOGÍA CAPITULO 3. RECOPILACIÓN Y/O TOMA DE INFORMACIÓN CAPITULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ANEXOS	(i) Realizar el informe del marco geológico - estructural y geomorfológico, formular los mapas regionales y de detalle, análisis de sensores remotos, exploración geotécnica y geofísica. Cartografía geológica en escala 1:2000 ó mayor. (ii). Realizar el análisis y mapas de las unidades geológicas superficiales para la ingeniería (UGI) (iii). Mapas geomorfológicos en escala 1:2000 ó mayor, con reconocimiento geológico y geotécnico, análisis de la exploración geotécnica y sísmica (iv). Estudio geológico e identificación de las fuentes de materiales de construcción. (v). Estudios de estabilidad de orillas y zonas que se hayan estimado necesarios para las explanaciones, fundación de los terraplenes, estabilidad para las diferentes zonas de comportamiento homogéneo. (vi). Identificación de las zonas de disposición de material sobrante y el manejo de estos de acuerdo con lo estipulado en el EIA. (vii) Análisis de fotografías aéreas y sensores remotos (evolución temporal-fotointerpretación geológica y geomorfológica) para determinar procesos morfodinámicos y evolución de orillas - Dinámica fluvial del río Sinú en la zona de influencia del sitio de ponteadero. (vii). Entrega en medio Físico o digital del volumen final.

ÍTEM	VOLUMEN	CONTENIDO	ALCANCE
IV	**ESTUDIO DE SUELOS PARA FUNDACIONES DE PUENTES Y OTRAS ESTRUCTURAS - ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES, TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICIÓN DE MATERIALES**	CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES. CAPITULO 2. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO. CAPITULO 3. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS PUENTES NUEVOS. CAPITULO 4. TRABAJOS DE CAMPO. CAPÍTULO 5. CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO CAPITULO 6. RESULTADO DEL ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN. CAPITULO 7. ANÁLISIS GEOTÉCNICO. CAPITULO 8. CONDICIONES ESPECIALES DEL SUBSUELO. CAPITULO 9. OBRAS COMPLEMENTARIAS. CAPITULO 10. CONCLUSIONES. CAPITULO 11. RECOMENDACIONES PARA FASE III. ANEXOS DEL VOLUMEN	(i). Reconocimiento geotécnico del sector donde se proyecta el puente, identificación de zonas de disposición de materiales, excavación y sobrantes (ZODMES) y fuentes de materiales. (ii). Identificación de amenazas y riesgos del área implicada en especial, áreas de taludes, sectores aledaños a los apoyos y a la estructura proyectada que puedan afectarla en su vida útil. (iii). Realización de sondeos complementarios en apoyo y, estribos, complementada con investigaciones mediante métodos de exploración indirecta como, líneas sísmicas. (iv). Realización Ensayos de laboratorio en muestras recobradas. (v). Elaboración del modelo geotécnico para los apoyos definiendo los estratos existentes (espesores y clasificación) y sus propiedades geomecánicas (resistencia al esfuerzo cortante, compresibilidad, rigidez, expansión o colapsabilidad). (vi). Presentación de los resultados de los estudios hidráulicos e hidrológicos contenidos en el volumen correspondiente, referidos al cálculo de la socavación general y local del cauce en el sitio del ponteadero, los cuales se tendrán en cuenta para definir el sistema de cimentación. (vii). Dimensionamiento de la cimentación requerida. (viii). Dimensionamiento de estructuras de contención y obras complementarias. (ix). Evaluación de condiciones especiales del subsuelo (presencia de suelos orgánicos, expansivos o susceptibles a licuación) con la presentación de recomendaciones específicas para su tratamiento. (x). Presentación de recomendaciones para el proceso constructivo de las diferentes obras. (xi). Evaluación de condiciones de estabilidad y comportamiento del terreno implicado (áreas de cimentación de los apoyos, estructuras, estribos, áreas de aproximación, terraplenes, taludes, riveras y entorno), con caracterización y generación del mapa de unidades geotécnicas homogéneas a escala (UGH) 1:10000. (xii) Conclusiones y recomendaciones (xiii). Entrega en medio Físico o digital del volumen final.

CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

NIT. 901.784.351-2

ÍTEM	VOLUMEN	CONTENIDO	ALCANCE
V	**ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS**	1. CAPITULO 1 OBJETIVO Y ALCANCES 2. CAPITULO 2 METODOLOGÍA 3. CAPÍTULO 3. INFORMACIÓN EXISTENTE 4. CAPÍTULO 4. TRÁNSITO DE DISEÑO 5. CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN DE LOS PAVIMENTOS EXISTENTES QUE HARÁN PARTE DEL PROYECTO DEL PUENTE 6. CAPÍTULO 6. ESTUDIO DE GEOTECNIA PARA PAVIMENTOS DE AMPLIACIONES Y TRAMOS NUEVOS 7. CAPÍTULO 7. FUENTES DE MATERIALES 8. CAPÍTULO 10. DEFINICIÓN DE LA CAPA DE RODADURA PARA LA ESTRUCTURA DEL PUENTE 9. CAPÍTULO 11. DISEÑO DE MEZCLAS 10. CAPÍTULO 12. SECCIONES TRANSVERSALES 11. CAPÍTULO 13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ANEXOS.	(i). Partiendo de la información, estudios y diseños existentes, se ajustará el documento al proyecto mejorado. (ii). Identificar los materiales que conforman la subrasante en la longitud del proyecto. (iii). Determinar y caracterizar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante y de los suelos de cortes y zonas de préstamo, que puedan ser utilizados para conformar la subrasante. (iv). Determinar y caracterizar, las propiedades físicas y mecánicas de las capas de los pavimentos existentes. (v). Analizar varias alternativas de estructura de pavimento, definiendo los espesores y materiales de cada capa, así como sus características geomecánicas. (vi). Identificar las fuentes de materiales y zonas de préstamo para la construcción de los pavimentos del proyecto. (vii). Recomendaciones técnicas relacionadas con la construcción que contribuyan durante el proceso de obra para mitigar inadecuadas interpretaciones del diseño o inadecuadas prácticas de ingeniería que disminuyen la vida útil del pavimento. (viii). Analizar, aceptar o complementar las obras de drenaje para proteger la estructura de pavimento y garantizar su vida útil (ix). Entrega en medio Físico o digital del volumen final.
VI	**ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y SOCAVACIÓN**	CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES CAPÍTULO 2. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS CAPÍTULO 3. DISEÑOS HIDRÁULICOS CAPÍTULO 4. ESTUDIOS DE SOCAVACIÓN CAPÍTULO 5. RESULTADOS Y MEMORIAS DE CÁLCULO CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	(i). Partiendo de la información, estudios y diseños existentes, se ajustará el documento al proyecto mejorado. (ii). Verificación del caudal máximo de diseño y del gálibo para el periodo de retorno que corresponda en función de la luz del puente. (ii). Análisis de socavación local y general. (iv). Entrega en medio Físico o digital del volumen final.
VII	**ESTUDIO DE ESTRUCTURAS**	CAPÍTULO 1. GENERALIDADES - OBJETIVOS Y ALCANCE CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA CAPÍTULO 3. SECUENCIA DE CONSTRUCCIÓN CAPÍTULO 4. PARÁMETROS DE ANÁLISIS Y DISEÑO CAPÍTULO 5. MODELO DE ANÁLISIS CAPÍTULO 6. DISEÑO PILOTES CAPÍTULO 7. DISEÑO DE ESTRIBOS CAPÍTULO 8. DISEÑO PILAS PRINCIPALES CAPÍTULO 9. SOLICITACIONES Y ESFUERZOS EN CONSTRUCCIÓN CAPÍTULO 10. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA SUPERESTRUCTURA CAPÍTULO 11. TENSIONAMIENTO EN FASE ISOSTÁTICA CAPÍTULO 12. TENSIONAMIENTO DE CONTINUIDAD CAPÍTULO 13. ESFUERZOS EN SERVICIO CAPÍTULO 14. ESTUDIO TRANSVERSAL CAPÍTULO 15. ESFUERZO CORTANTE Y TORSIÓN CAPÍTULO 16. DISEÑO OTROS ELEMENTOS (APOYOS Y TOPES, SALIENTE, BARRERA) CAPÍTULO 17. DISEÑO MUROS DE CONTENCIÓN CAPÍTULO 18. REVISIÓN EN CONSTRUCCIÓN CAPÍTULO 19. ESTUDIO DE DEFLEXIONES	Elaboración de modelos de análisis acorde con la información vial, geológica, geotécnica e hidráulica del ponteadero, acorde a las características de materiales establecidos para el proyecto. Como resultado se entrega un documento con los diseños, junto con un paquete de planos estructurales con el suficiente detalle para una correcta ejecución en obra. La elaboración de planos definitivos de construcción incluye: (i) Plano básico con la geometría general, los parámetros generales empleados para el diseño de la estructura, descripción de materiales, cuadro de cantidades de obra y lista de planos general. (ii) Geometría de infraestructura (estribos, columnas, cabezales, zapatas y pilotes) (iii) Geometría de superestructura (viga cajón) (iv) Detalle de apoyos, juntas de dilatación y barandas. (v) Planos de refuerzo de todos los elementos de infraestructura y superestructura, con sus correspondientes cuadros de hierros. (vi) Planos de tensionamiento con el trazado de cables, alargamientos, y definición de zonas de anclaje. (vii) Si es necesario plano con secuencia constructiva y recomendaciones especiales de montaje. (viii). Entrega en medio Físico o digital del volumen final.

CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

NIT. 901.784.351-2

ÍTEM	VOLUMEN	CONTENIDO	ALCANCE
VIII	**ESTUDIO DE REDES**	CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES CAPÍTULO 2. INFORMACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA CAPÍTULO 3. INTERFERENCIA DE REDES CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES	(i). Partiendo de la información, estudios y diseños existentes, se complementará el documento, es decir lo correspondiente a la nueva afectación por el trazado adoptado (Margen Derecha). (ii). Entrega en medio Físico o digital del volumen final.
IX	**ESTUDIO ESTIMACIÓN DE CANTIDADES DE OBRAS, COSTOS Y PRESUPUESTOS**	CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA CAPÍTULO 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	(i). Identificación de volúmenes de obra, posibles materiales a emplear, longitudes aproximadas de transporte de materiales de construcción y de materiales sobrantes, etc. (ii). Cálculo de las cantidades de Obra, que resulten del predimensionamiento de estructuras. (iii). Estimación los Precios Unitarios. (iv). Desarrollo del Presupuesto aproximado para la obra. (v). Entrega en medio Físico o digital del volumen final.

Quedamos atentos de sus comentarios.

Atentamente,

Fernando Amar Garzón
Representante Legal
CONSORCIO PUENTE RIO SINU

Anexos: Sin Anexos.

c.c.: Iris Spaht Camaño- secretaria de Infraestructura – s.infraestructura@monteria.gov.co
Margarita Sabino – Contratista SIM – infra.msabino@gmail.com
correspondencia@findeter.gov.co
José Luis Cala – Supervisor Contrato CD-SIM-569-2023 – jlcala@findeter.gov.co
Luz Marina Pérez – Supervisora Contrato Interventoría – lmperez@findeter.gov.co

Elaboró: FAG
Revisó: FAG
Aprobó: FAG

ACTIVIDADES	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO
ACTA DE INICIO (14 DE ABRIL)										
APROPIACIÓN ESTUDIOS Y DISEÑOS										
SOLICITUD CAMBIO TRAZADO (30 DE ABRIL)										
PROPUESTA PRELIMINAR CAMBIO DE TRAZADO (14 DE MAYO)										
SOCIALIZACIÓN POR CONTRATISTA TRAZADO MEJORADO (20 DE MAYO) PARTICIPACIÓN: ALCALDÍA - FINDETER - INTERVENTORIA										
PREPARACIÓN Y ENTREGA OFERTA DE MEJORAMIENTO DE ESTUDIOS Y DISEÑOS (28 DE MAYO)										
AJUSTES A LA OFERTA DE ACUERDO A LAS OBSERVACIONES DE INTERVENTORIA (13 DE JUNIO)										
REUNIÓN DE SOCIALIZACIÓN OFERTA MEJORAMIENTO ESTUDIOS Y DISEÑOS PARTICIPANTES ALCALDIA - INTERVENTORIA - CONTRATISTA (17 DE JUNIO)										
REVISIÓN DE RED DE ACUEDUCTO 18" CON CONSULTA A VEOLIA (KMZ ENVIADO DE VEOLIA 18 DE JUNIO)										
TRAZADO FINAL CONCORDANTE DISEÑADOR GEOMETRICO - ESTRUCTURAL E INFORMACIÓN VEOLIA (26 DE JUNIO)										
GESTIÓN PREDIAL (DURACIÓN 9 MESES)										
DEFINICIÓN CON LA ALCALDIA DE PREDIOS AFECTADOS										
DESARROLLO GESTIÓN PREDIAL HASTA LLEGAR A LA COMPRA DE LOS PREDIOS										
SOLICITUD DE PERMISOS DE INTERVENCIÓN DE PREDIOS AFECTADOS										
PREDIO 1 (MARGEN DERECHA)										
PREDIO 1A (MARGEN IZQUIERDA)										
MEJORAMIENTO ESTUDIOS Y DISEÑOS										
APROBACIÓN OFERTA MEJORAMIENTO ESTUDIOS Y DISEÑOS										
INCORPORACIÓN DEL ITEM MEJORAMIENTO ESTUDIOS Y DIEÑOS AL CONTRATO										
TOPOGRAFIA DE DETALLE										
SONDEOS DE EXPLORACIÓN DE SUELOS										
ESTUDIOS DE RESULTADOS Y ELABORACIÓN DE INFORME DE SUELOS										
DISEÑO ESTRUCTURAL DE PUENTE Y OTROS										
ENTREGA DISEÑO DE CIMENTACIÓN										
MOVILIZACIÓN Y CAMPAMENTOS										
INICIO DE CONSTRUCCIÓN CIMENTACIÓN								CONSTRUCCIÓN		

Oficio CPRS-020-2024

26/06/2024

CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

NIT. 901.784.351-2

Bogotá D.C., 26 de junio de 2024

CPRS-020-2024

Señores:
CONSORCIO CI-SINU
Atn. DR. JORGE LUIS TAJÁN DE ÁVILA
Interventor
Calle 93 No. 14-71 Bogotá
proyecto460sinu@consultecnicos.com
gerencia@consultecnicos.com
gerencia@holsas.com

Referencia: CONTRATO LP-SIM-024-2023 CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA, DEPARTAMENTO DE CORDOBA.

ASUNTO: Alcance Oficio No. CPRS-019-2024.

Cordial saludo,

Dando alcance al oficio del asunto, a continuación, nos permitimos ratificar el contenido y alcance de cada uno de los volúmenes objeto de mejoramiento.

ÍTEM	VOLUMEN	CONTENIDO	ALCANCE
I	**ESTUDIO DE TRANSPORTE, CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO**	CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCE CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA CAPÍTULO 3. RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA Y PRIMARIA CAPÍTULO 4. PROYECCIONES DE TRÁNSITO CAPÍTULO 5. ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO CAPÍTULO 6. LINEAMIENTOS DE SEÑALIZACIÓN CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ANEXOS DE LOS ESTUDIOS	(i). Demanda para tránsito actual y horizonte del proyecto. Composición vehicular. Origen - Destino. Volumen de peatones bici usuarios y vehículos. (ii). Análisis mediante modelos de transporte y tránsito de los efectos del proyecto sobre la red vial existente y futura de la zona. (iii). Análisis de capacidad y niveles de servicio. (iv). Análisis y solución a conflictos entre actores del corredor. (v). Entrega en medio Físico o digital del volumen final.
II	**ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMETRICO Y SEGURIDAD VIAL**	CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES CAPITULO 2. METODOLOGIA DEL ESTUDIO CAPITULO 3. CRITERIOS DE DISEÑO CAPITULO 4. DISEÑO GEOMETRICO CAPÍTULO 5. ALTERNATIVA RECOMENDADA CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ANEXOS PLANOS CARTERAS DEL PROYECTO	(i). Análisis de alternativas de trazado y modelación (ii). Topografía. (iii). Definición de características geométricas. (iv). Identificación de redes, infraestructuras y activos existentes. (v). Entrega en medio Físico o digital del volumen final.

CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

NIT. 901.784.351-2

ÍTEM	VOLUMEN	CONTENIDO	ALCANCE
III	**ESTUDIO DE GEOLOGÍA**	CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES CAPITULO 2. METODOLOGÍA CAPITULO 3. RECOPILACIÓN Y/O TOMA DE INFORMACIÓN CAPITULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ANEXOS	(i) Realizar el informe del marco geológico - estructural y geomorfológico, formular los mapas regionales y de detalle, análisis de sensores remotos, exploración geotécnica y geofísica. Cartografía geológica en escala 1:2000 ó mayor. (ii). Realizar el análisis y mapas de las unidades geológicas superficiales para la ingeniería (UGI) (iii). Mapas geomorfológicos en escala 1:2000 ó mayor, con reconocimiento geológico y geotécnico, análisis de la exploración geotécnica y sísmica (iv). Estudio geológico e identificación de las fuentes de materiales de construcción. (v). Estudios de estabilidad de orillas y zonas que se hayan estimado necesarios para las explanaciones, fundación de los terraplenes, estabilidad para las diferentes zonas de comportamiento homogéneo. (vi). Identificación de las zonas de disposición de material sobrante y el manejo de estos de acuerdo con lo estipulado en el EIA. (vii) Análisis de fotografías aéreas y sensores remotos (evolución temporal-fotointerpretación geológica y geomorfológica) para determinar procesos morfodinámicos y evolución de orillas - Dinámica fluvial del río Sinú en la zona de influencia del sitio de ponteadero. (vii). Entrega en medio Físico o digital del volumen final.

ÍTEM	VOLUMEN	CONTENIDO	ALCANCE
IV	**ESTUDIO DE SUELOS PARA FUNDACIONES DE PUENTES Y OTRAS ESTRUCTURAS - ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES, TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICIÓN DE MATERIALES**	CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES. CAPITULO 2. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO. CAPITULO 3. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS PUENTES NUEVOS. CAPITULO 4. TRABAJOS DE CAMPO. CAPÍTULO 5. CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO CAPITULO 6. RESULTADO DEL ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN. CAPITULO 7. ANÁLISIS GEOTÉCNICO. CAPITULO 8. CONDICIONES ESPECIALES DEL SUBSUELO. CAPITULO 9. OBRAS COMPLEMENTARIAS. CAPITULO 10. CONCLUSIONES. CAPITULO 11. RECOMENDACIONES PARA FASE III. ANEXOS DEL VOLUMEN	(i). Reconocimiento geotécnico del sector donde se proyecta el puente, identificación de zonas de disposición de materiales, excavación y sobrantes (ZODMES) y fuentes de materiales. (ii). Identificación de amenazas y riesgos del área implicada en especial, áreas de taludes, sectores aledaños a los apoyos y a la estructura proyectada que puedan afectarla en su vida útil. (iii). Realización de sondeos complementarios en apoyo y, estribos, complementada con investigaciones mediante métodos de exploración indirecta como, líneas sísmicas. (iv). Realización Ensayos de laboratorio en muestras recobradas. (v). Elaboración del modelo geotécnico para los apoyos definiendo los estratos existentes (espesores y clasificación) y sus propiedades geomecánicas (resistencia al esfuerzo cortante, compresibilidad, rigidez, expansión o colapsabilidad). (vi). Presentación de los resultados de los estudios hidráulicos e hidrológicos contenidos en el volumen correspondiente, referidos al cálculo de la socavación general y local del cauce en el sitio del ponteadero, los cuales se tendrán en cuenta para definir el sistema de cimentación. (vii). Dimensionamiento de la cimentación requerida. (viii). Dimensionamiento de estructuras de contención y obras complementarias. (ix). Evaluación de condiciones especiales del subsuelo (presencia de suelos orgánicos, expansivos o susceptibles a licuación) con la presentación de recomendaciones específicas para su tratamiento. (x). Presentación de recomendaciones para el proceso constructivo de las diferentes obras. (xi). Evaluación de condiciones de estabilidad y comportamiento del terreno implicado (áreas de cimentación de los apoyos, estructuras, estribos, áreas de aproximación, terraplenes, taludes, riveras y entorno), con caracterización y generación del mapa de unidades geotécnicas homogéneas a escala (UGH) 1:10000. (xii) Conclusiones y recomendaciones (xiii). Entrega en medio Físico o digital del volumen final.

CONSORCIO PUENTE RÍO SINÚ

NIT. 901.784.351-2

ÍTEM	VOLUMEN	CONTENIDO	ALCANCE
V	**ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS**	1. CAPITULO 1 OBJETIVO Y ALCANCES 2. CAPITULO 2 METODOLOGÍA 3. CAPÍTULO 3. INFORMACIÓN EXISTENTE 4. CAPÍTULO 4. TRÁNSITO DE DISEÑO 5. CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN DE LOS PAVIMENTOS EXISTENTES QUE HARÁN PARTE DEL PROYECTO DEL PUENTE 6. CAPÍTULO 6. ESTUDIO DE GEOTECNIA PARA PAVIMENTOS DE AMPLIACIONES Y TRAMOS NUEVOS 7. CAPÍTULO 7. FUENTES DE MATERIALES 8. CAPÍTULO 10. DEFINICIÓN DE LA CAPA DE RODADURA PARA LA ESTRUCTURA DEL PUENTE 9. CAPÍTULO 11. DISEÑO DE MEZCLAS 10. CAPÍTULO 12. SECCIONES TRANSVERSALES 11. CAPÍTULO 13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ANEXOS.	(i). Partiendo de la información, estudios y diseños existentes, se ajustará el documento al proyecto mejorado. (ii). Identificar los materiales que conforman la subrasante en la longitud del proyecto. (iii). Determinar y caracterizar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante y de los suelos de cortes y zonas de préstamo, que puedan ser utilizados para conformar la subrasante. (iv). Determinar y caracterizar, las propiedades físicas y mecánicas de las capas de los pavimentos existentes. (v). Analizar varias alternativas de estructura de pavimento, definiendo los espesores y materiales de cada capa, así como sus características geomecánicas. (vi). Identificar las fuentes de materiales y zonas de préstamo para la construcción de los pavimentos del proyecto. (vii). Recomendaciones técnicas relacionadas con la construcción que contribuyan durante el proceso de obra para mitigar inadecuadas interpretaciones del diseño o inadecuadas prácticas de ingeniería que disminuyen la vida útil del pavimento. (viii). Analizar, aceptar o complementar las obras de drenaje para proteger la estructura de pavimento y garantizar su vida útil (ix). Entrega en medio Físico o digital del volumen final.
VI	**ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y SOCAVACIÓN**	CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES CAPÍTULO 2. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS CAPÍTULO 3. DISEÑOS HIDRÁULICOS CAPÍTULO 4. ESTUDIOS DE SOCAVACIÓN CAPÍTULO 5. RESULTADOS Y MEMORIAS DE CÁLCULO CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	(i). Partiendo de la información, estudios y diseños existentes, se ajustará el documento al proyecto mejorado. (ii). Verificación del caudal máximo de diseño y del gálibo para el periodo de retorno que corresponda en función de la luz del puente. (ii). Análisis de socavación local y general. (iv). Entrega en medio Físico o digital del volumen final.
VII	**ESTUDIO DE ESTRUCTURAS**	CAPÍTULO 1. GENERALIDADES - OBJETIVOS Y ALCANCE CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA CAPÍTULO 3. SECUENCIA DE CONSTRUCCIÓN CAPÍTULO 4. PARÁMETROS DE ANÁLISIS Y DISEÑO CAPÍTULO 5. MODELO DE ANÁLISIS CAPÍTULO 6. DISEÑO PILOTES CAPÍTULO 7. DISEÑO DE ESTRIBOS CAPÍTULO 8. DISEÑO PILAS PRINCIPALES CAPÍTULO 9. SOLICITACIONES Y ESFUERZOS EN CONSTRUCCIÓN CAPÍTULO 10. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA SUPERESTRUCTURA CAPÍTULO 11. TENSIONAMIENTO EN FASE ISOSTÁTICA CAPÍTULO 12. TENSIONAMIENTO DE CONTINUIDAD CAPÍTULO 13. ESFUERZOS EN SERVICIO CAPÍTULO 14. ESTUDIO TRANSVERSAL CAPÍTULO 15. ESFUERZO CORTANTE Y TORSIÓN CAPÍTULO 16. DISEÑO OTROS ELEMENTOS (APOYOS Y TOPES, SALIENTE, BARRERA) CAPÍTULO 17. DISEÑO MUROS DE CONTENCIÓN CAPÍTULO 18. REVISIÓN EN CONSTRUCCIÓN CAPÍTULO 19. ESTUDIO DE DEFLEXIONES	Elaboración de modelos de análisis acorde con la información vial, geológica, geotécnica e hidráulica del ponteadero, acorde a las características de materiales establecidos para el proyecto. Como resultado se entrega un documento con los diseños, junto con un paquete de planos estructurales con el suficiente detalle para una correcta ejecución en obra. La elaboración de planos definitivos de construcción incluye: (i) Plano básico con la geometría general, los parámetros generales empleados para el diseño de la estructura, descripción de materiales, cuadro de cantidades de obra y lista de planos general. (ii) Geometría de infraestructura (estribos, columnas, cabezales, zapatas y pilotes) (iii) Geometría de superestructura (viga cajón) (iv) Detalle de apoyos, juntas de dilatación y barandas. (v) Planos de refuerzo de todos los elementos de infraestructura y superestructura, con sus correspondientes cuadros de hierros. (vi) Planos de tensionamiento con el trazado de cables, alargamientos, y definición de zonas de anclaje. (vii) Si es necesario plano con secuencia constructiva y recomendaciones especiales de montaje. (viii). Entrega en medio Físico o digital del volumen final.

CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

NIT. 901.784.351-2

ÍTEM	VOLUMEN	CONTENIDO	ALCANCE
VIII	**ESTUDIO DE REDES**	CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES CAPÍTULO 2. INFORMACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA CAPÍTULO 3. INTERFERENCIA DE REDES CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES	(i). Partiendo de la información, estudios y diseños existentes, se complementará el documento, es decir lo correspondiente a la nueva afectación por el trazado adoptado (Margen Derecha). (ii). Entrega en medio Físico o digital del volumen final.
IX	**ESTUDIO ESTIMACIÓN DE CANTIDADES DE OBRAS, COSTOS Y PRESUPUESTOS**	CAPÍTULO 1. OBJETIVOS Y ALCANCES CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA CAPÍTULO 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	(i). Identificación de volúmenes de obra, posibles materiales a emplear, longitudes aproximadas de transporte de materiales de construcción y de materiales sobrantes, etc. (ii). Cálculo de las cantidades de Obra, que resulten del predimensionamiento de estructuras. (iii). Estimación los Precios Unitarios. (iv). Desarrollo del Presupuesto aproximado para la obra. (v). Entrega en medio Físico o digital del volumen final.

Quedamos atentos de sus comentarios.

Atentamente,

Fernando Amar Garzón
Representante Legal
CONSORCIO PUENTE RIO SINU

Anexos: Sin Anexos.

c.c.: Iris Spaht Camaño- secretaria de Infraestructura – s.infraestructura@monteria.gov.co
Margarita Sabino – Contratista SIM – infra.msabino@gmail.com
correspondencia@findeter.gov.co
José Luis Cala – Supervisor Contrato CD-SIM-569-2023 – jlcala@findeter.gov.co
Luz Marina Pérez – Supervisora Contrato Interventoría – lmperez@findeter.gov.co

Elaboró: FAG
Revisó: FAG
Aprobó: FAG

Oficio CTE-460-0048-2024

26/06/2024

CONSORCIO CI SINÚ
NIT: 901793751 - 3

CTE-460-0048-2024

Bogotá D.C., 26 de junio de 2024.

Señor:
Fernando Amar Garzón
Representante Legal
consorcio.riosinu@concrearmadoltda.com
CONSORCIO PUENTE RIO SINU
Cra. 15 No. 122 – 35 Oficina 701, Santa Bárbara
Bogotá D.C

Referencia: CONTRATO DE INTERVENTORIA No. PAF-ATINVIAS-I-110-2023 INTERVENTORÍA INTEGRAL (TÉCNICA, ADMINISTRATIVA, FINANCIERA, CONTABLE, AMBIENTAL, SOCIAL, PREDIAL Y JURÍDICA) PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RÍO SINÚ EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA, EN EL MARCO DE LA REACTIVACIÓN ECONÓMICA, MEDIANTE EL PROGRAMA VIAL PARA LA CONEXIÓN DE TERRITORIOS EL CRECIMIENTO SOSTENIBLE Y LA REACTIVACIÓN 2.0

Asunto: Respuesta a su comunicación CPRS-019-2024, con el Asunto: "ENTREGA OFERTA MEJORAMIENTO ESTUDIOS Y DISEÑOS AJUSTADA Y SOLICITUD DE MODIFICATORIO CONTRACTUAL."

Respetado Señor Amar:

Por medio de la presente comunicación, nos permitimos anunciar que una vez revisada la información proporcionada por usted en el oficio mencionado en el asunto con relación a la propuesta de consultoría para la mejora de los Estudios y Diseños del tercer puente sobre el río Sinú en Montería y de acuerdo con lo desarrollado en las 5 mesas de trabajo llevadas a cabo entre el consorcio constructor y esta interventoría, y las nuevas observaciones indicadas por la Alcaldía, manifestamos que estamos de acuerdo con la propuesta presentada, la cual tiene un valor de mil ciento siete millones cuatrocientos cuarenta y cuatro mil setecientos cincuenta y siete pesos m. cte., ($1.107.444.757) incluido IVA e impuestos municipales, y un plazo de ejecución de cinco (5) meses.

De igual manera estamos de acuerdo con la propuesta planteada por el contratista de utilizar parcialmente el rubro PROVISION PARA AJUSTES, OBRAS COMPLEMENTARIAS Y/O ADICIONALES, con el compromiso que el Municipio inicie con la gestión de la consecución de los recursos a fin de garantizar el recurso presupuestado inicialmente para esta provisión antes de que se inicie la fase de construcción tal como lo había planteado en el comité del 17 de junio del año en curso.

Con relación al anticipo solicitado por el contratista y su monto, consideramos que debe ser directamente el Municipio de Montería, en su calidad de contratante, quien debe determinar o definir el alcance de esa solicitud.

CONSORCIO CI SINÚ
NIT: 901793751 - 3

Revisando el cronograma de ejecución presentado solicitamos que se verifique la duración de las actividades del Mejoramiento a los Estudios y Diseños ya que los cinco meses solicitados para su ejecución no se ven reflejado en el diagrama presentado, además se solicita que se incluyan las columnas de fecha de inicio de la actividad, fecha de culminación y duración.

Atentamente,

CONSORCIO CI SINU

JORGE LUIS SIERRA BUELVAS
Director de Interventoría.

Con Copia:
lmperez@ findeter.gov.co **Luz Marina Pérez Sua**
s.infraestructura@monteria.gov.co **Iris Spath Camaño**
infra.msabino@misena.edu.co **Margarita Sabino**

Acta de reunion conveniantes

20/06/2024

	SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA	
	ACTA DE REUNIÓN	
CÓDIGO	**VERSIÓN**	**FECHA DE ELABORACIÓN**
SI-SUP-F-035	**01**	**23/01/2024**

Tema de la reunión	**Fecha**	20/05/2024
Presentación de diseño mejorado del tercer puente	**Hora Inicio**	10 a.m.
Coordinador Reunión	**Hora Fin**	11:15 a.m.
Secretaría de Infraestructura	**Contrato/Convenio No.**	
Lugar	Auditorio Centro Verde	

Objetivo

Presentar las acciones de mejoras incorporadas al diseño del tercer puente, teniendo en cuenta aspectos sociales, ambientales, prediales y de tránsito.

Temas Tratados

El contratista de obra del proyecto hizo una exposición de la propuesta del trazado, acogiendo asuntos ambientales, sociales, adquisición predial y de tránsito, con la finalidad de minimizar impactos en la población, mejorar la movilidad, facilitando el acceso de los vehículos al tercer puente. Precisó que en el nuevo diseño, el ancho del puente es fiel a la normativa vigente, y al ser parte de una via de primer orden no consideran viable incorporar el tránsito a la doble calzada de la Av. Primera en la margen derecha con ello se contribuye a mejorar la movilidad y la seguridad vial. Señaló que con este trazado se afectan 5 predios en la margen derecha y 1 en la margen izquierda.

Ante lo cual, secretaria de Infraestructura Iris Spath señala la necesidad de la articulación con el equipo de estructuración de proyectos de SIM, con el objetivo de establecer las acciones que debe realizar el municipio y las que correspondan al contratista en materia de conectores viales en el entorno del proyecto.

Así mismo proponen tanto la secretaria de SIM como la Gerente de Proyectos, incorporar a este diseño, el planteamiento de tráfico que adelanta la Secretaría de Tránsito y Transporte.

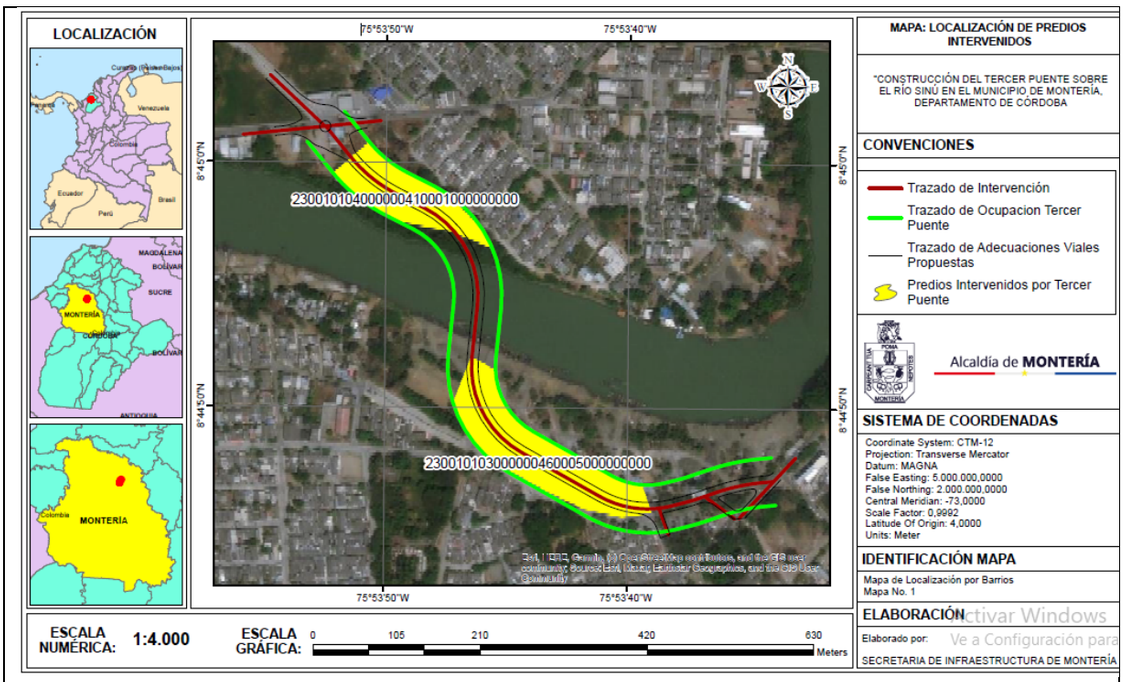
En cuanto al tema predial, integrantes del equipo jurídico de SIM, señalan que para la ejecución del proyecto del tercer puente, se requieren 5 predios en margen derecha y 1 en margen izquierda, que son actualmente de propiedad de particulares, con ellos se adelanta el estudio de títulos. Todo indica, según afirman, que por el interés manifiesto del municipio en estos predios, la ORIP agilizará estos procesos, 5 de ellos esperan declaratoria como bienes de interés público, toda vez que uno de ellos ya fue declarado como tal.

Sin embargo, si bien es cierto que para el proyecto actual se necesitan dos predios 1 y 1A el municipio igualmente tiene que ir adelantando las gestiones prediales de los predios que se requieran para las soluciones viales, en este orden de ideas el 1 de junio al Concejo de Montería, el proyecto de declaratoria de utilidad pública de los 5 proyectos que están pendientes de esa figura.

Por parte de la interventoría, el ingeniero Enrique González Gutiérrez, manifiesta estar de acuerdo con la proyección de la mejora al trazado, sin embargo hace hincapié que la solución vial no hace parte del objeto contractual, y es necesario tener muy claro hasta donde se llegaría en este contrato y en punto exactamente se empalmaría con el otro contratista que le corresponda ejecutar la solución vial, por lo cual se requeriría para esta fase del proyecto sin la soluciones viales un predio en la margen izquierda (Predio 1A) y otro en la margen derecha (Predio 1) para darle celeridad al proyecto

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del Software Integrado de Gestión dispuesto para tal fin o por medio del Coordinador MIPG. La impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado.

	SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA	
	ACTA DE REUNIÓN	
CÓDIGO	**VERSIÓN**	**FECHA DE ELABORACIÓN**
SI-SUP-F-035	**01**	**23/01/2024**



En resumen, manifiesta la Secretaria de Infraestructura, que con el nuevo de diseño, se cumple la petición de la comunidad de no pasar el puente sobre la avenida primera ni afectar la CLL 6 del. Barrio la coquera, así mismo aclara que se tienen total claridad que la solución vial, no hace parte de objeto contractual y que por parte del Municipio se realizaran las gestiones pertinentes para la consecución de los recursos. Por otro lado menciona que desde la administración se están llevando a cabo gestiones conjuntas para apoyar al contratista en la celeridad de los temas prediales, como ya se mencionó anteriormente.

COMPROMISOS

- Martes 28 de mayo. Reunión para preparar solución en diseño del tercer puente en margen occidental. Convocados: SIM (proyectos), contratista e interventoría.
- Martes 28 de mayo. El Contratista entregará el presupuesto con los costos necesarios para hacer la corrección, complementación y/o mejora de los estudios y diseños. De igual manera el programa de ejecución.
- Reunión Municipio-0RIP, para declaratoria utilidad pública y todo el tema de los predios. Fecha por definir.
- Miércoles 29. Caracterización de la población que habita área del proyecto Ronda Sur. Responsable Equipo de Gestión Comunitaria.
- Jueves 30. Reunión de equipos sociales: SIM, Contratista e interventoría.
- En la semana actual. Solicitar permiso a propietarios para sondeos en 4 puntos. Responsable: Ing. Margarita Sabino.

Registro fotográfico

	SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA	
	ACTA DE REUNIÓN	
CÓDIGO	**VERSIÓN**	**FECHA DE ELABORACIÓN**
SI-SUP-F-035	**01**	**23/01/2024**









Anexos	Listado de Asistencia (Obligatorio)

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del Software Integrado de Gestión dispuesto para tal fin o por medio del Coordinador MIPG. La impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado.

11817

	SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
	FORMATO LISTADO DE ASISTENCIA

CÓDIGO	VERSIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN
SI-SUP-F-036	01	23/01/2024

Fecha	20/05/24	**Hora Inicio**	9:00 am	**Hora Fin**		**Lugar**	Auditorio Centro Verde.
Secretaría / Dependencia	INFRAESTRUCTURA			**Nombre Moderador**	Margarita Sabino.		
Nombre Reunión o Tema	Tercer Puente.						

Nombre Asistente	Dependencia / Entidad	Correo Electrónico	Celular	Firma
Wadys Wilches Lengo	CI Sinú	Wadys33@Hotmail.com	3006268326	
Jose David Lopez Alvarez	Consorcio Puente Rio Sinu	joloal98@gmail.com	3046739278	
Juan David Valencia Uribe	STTM / contratista	juandvalencia4@gmail.com	3012285081	
Wilder Mateo Zapata C.	STTM / CONTRATISTA	ic.carlos.zapata@gmail.com	3145442020	
Carolina Caballero Tarazona	Consorcio CI-Sinú	caro.caballero4@gmail.com	3014039589	
Yairis Elvira Mercado Montes	Consorcio CI Sinu	yairismercado05@gmail.com	3225397152	
Jorge Luis Sierra Borjas	Consorcio CI Sinú	jlsierrab@hotmail.com	3187342238	
Arturo Lleras Peláez	Consorcio Rio Sinú	alleras@soconstruccion.com	3145402683	
Fernando Amaya	" "	famar@conconcreto.com	3155757914	
Marly Ovalle Aguado	Gobierno Cabildo	Fao1800@Yahoo.es	3013131044	
Leonardo Echeverri	Consorcio PRS	Secretaria@Consorcio	3015502495	
Marcos Cambil P	Consorcio PRS	Secretaria.sus@gmail.com	3127823192	
Freddy Vásquez M	S Planeación	freddyvasquezm@hotmail	3176487108	
ANGELICA ORTIZ CAUSIL	O. A. JURIDICA	angelica.ortizcausil@gmail	3116860222	
VALENTINA TAMARA DE CASTRO	SIT	INFRA.Utalvera@gmail.com	3167592765	

FIRMA ORGANIZADOR

11818

	SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
	FORMATO LISTADO DE ASISTENCIA

CÓDIGO	VERSIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN
SI-SUP-F-036	01	23/01/2024

Fecha	20/05/2024	**Hora Inicio**		**Hora Fin**		**Lugar**	Auditorio Centro Verde
Secretaría / Dependencia	INFRAESTRUCTURA			**Nombre Moderador**	Margarita Sabino
Nombre Reunión o Tema	Tercer Puente				

Nombre Asistente	Dependencia / Entidad	Correo Electrónico	Celular	Firma
Paola Turizo Madera	SIM - Alcaldía	infra.turizo@gmail.com	3106375815	
Heidy Sánchez M	Contratista	HeidySanchez@gmail.com	3106838663	
MARGARITA SABINO	SIM - Alcaldía	infra.msabino@gmail.com	3015125555	
Anilda Lora Salcedo	Sim - Alcaldía	infra.loraa@gmail.com	3002069276	
Pamela Trespalacios	SIM	infra.trespalacio@gmail.com	3012977277	
Ingrid Morales	SIM	proyectos@alcaldiademonteria.gov.co	3013718046	
Ana Olga Andrade	SIM	infraandrade@gmail.com	3226442306	

FIRMA ORGANIZADOR

Polizas actualizadas según modificatorio 1
Aprobadas en secop II 17/07/2024

Fecha límite para entrega de garantías: 5/01/2024 12:00:00 PM ((UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito) Fecha de entrega de garantías: 23/05/2024 11:13:34 AM ((UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito)

DETALLE DE LA GARANTÍA

Aprobado por Daniel Eduardo Patron Perez 17-07-2024 15:38

Id de la garantía CO1.WRT.14755515

Referencia de la garantía 18-44-101095049

Estado Aprobada

Justificación
- [x] Cumplimiento - Buen manejo y correcta inversión del anticipo
- [x] Cumplimiento - Cumplimiento del contrato
- [x] Cumplimiento - Pago de salarios
- [x] Cumplimiento - Estabilidad y calidad de la obra
- [x] Responsabilidad civil extra contractual

Tipo de garantía
- (•) Contrato de seguro
- ( ) Patrimonio autónomo
- ( ) Garantía bancaria

Entidad aseguradora SEGUROS DEL ESTADO S.A.

Póliza 18-44-101095049

Tomador CONSORCIO PUENTE RIO SINU

Beneficiario MUNICIPIO DE MONTERIA

Número del certificado

Justificación	Valor del amparo	Válido hasta
Cumplimiento - Buen manejo y correcta inversión del anticipo	9.657.118.790,55 COP	17/08/2027 12:00:00 AM *((UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito)*
Cumplimiento - Cumplimiento del contrato	6.438.079.193,7 COP	17/08/2027 12:00:00 AM *((UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito)*

Descripción CONSTRUCCION DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINU EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA, DEPARTAMENTO DE CORDOBA

Duración del contrato 33 (Meses)

Fecha de terminación del contrato: 22/10/2026 11:59:00 PM *((UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito)*

Condiciones de entrega Plataforma

Dirección de ejecución del contrato CENTRO VERDE Montería Córdoba COLOMBIA

Valor estimado 64.701.398.007 COP

Lotes? ( ) SI (•) No

Clasificación del bien o servicio

Código UNSPSC 72141100 - Servicios de construcción y revestimiento y pavimentación de infraestructura

Lista adicional de códigos UNSPSC

Plan anual de adquisiciones

¿Es una adquisición del PAA? ( ) SI (•) No

PAA 2023

Misión y visión: Misión. Contribuir a reducir las desigualdades y promover una ciudad sostenible (equilibrio entre el crecimiento económico, el cuidado del medio ambiente y el bienestar social) por medio de este plan basado en el desarrollo humano, en la Gente, que integre las dos márgenes de la ciudad con el río Sinú como protagonista y articulador, y empiece un camino de cierre de brechas entre lo urbano y rural, por medio de un Plan de Ordenamiento Territorial - POT que amplifique las oportunidades y la inclusión, en especial de las personas con mayores vulnerabilidades. Este plan es una intención manifiesta de articulación y coordinación de la administración pública, del sector privado y la ciudadanía para que con esfuerzos conjuntos se alcancen las metas establecidas por la administración municipal. Este plan de desarrollo inicia el camino hacia un Gobierno Abierto. Visión. En 2023, Montería, por medio de este plan de desarrollo habrá cimentado las bases de una ciudad incluyente, ordenada, sostenible, inteligente y de gobierno abierto, que devuelva la importancia al centro de la ciudad, cierre la brecha urbano-rural, y potencie la importancia del río Sinú para convertirlo en un corredor de inclusión social, articulador del territorio y eje de desarrollo turístico y recuperación ambiental, con capacidad de integrar y dar vitalidad a sus dos márgenes en un proceso de transformación productiva y formación de capital humano que hace énfasis en el potencial y la vocación de su territorio buscando mejores condiciones de competitividad y reducción de desigualdades. Visionamos una Montería cumpliendo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible—ODS— para el 2030. ¡La Ciudad de la Gente!

Valor total estimado de adquisiciones: 70.000.000.000 COP

Adquisiciones planeadas (1)

Código UNSPSC	Descripción	Tipo	Fuente de los recursos	Valor total estimado	Unidad de contratación
72141100	1878-CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINÚ EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA	-	Presupuesto de entidad nacional	70.000.000.000 COP	UC - SECRETARIA DE INFRAESTRUCTU

Acuerdos Comerciales

Descripción
Chile
Triángulo Norte - Guatemala
Unión Europea
Comunidad Andina
Estados AELC
Alianza Pacífico - Chile
Alianza Pacífico - Perú
Costa Rica

Entidad Estatal

MUNICIPIO DE MONTERIA

COLOMBIA, Montería

Identificación

Dar publicidad al proceso Si

Documentos Tipo

Documentos Tipo SI Documentos tipo adoptados por la ANCP-CCE en virtud de la Ley 2022 del 2020

SEGUROS DEL ESTADO S.A.

NIT. 860.009.578-6

POLIZA DE SEGURO DE CUMPLIMIENTO ENTIDAD ESTATAL

11820

DECRETO 1082 DE 2015

CIUDAD DE EXPEDICIÓN	SUCURSAL	COD.SUC	NO.PÓLIZA	ANEXO
BOGOTA, D.C.	CHICO	18	18-44-101095049	6

FECHA EXPEDICIÓN DÍA	MES	AÑO	VIGENCIA DESDE DÍA	MES	AÑO	A LAS HORAS	VIGENCIA HASTA DÍA	MES	AÑO	A LAS HORAS	TIPO MOVIMIENTO
10	07	2024	24	04	2024	00:00	16	02	2032	23:59	ANEXO CAUSA PRIMA

DATOS DEL TOMADOR / GARANTIZADO

NOMBRE O RAZON SOCIAL	IDENTIFICACIÓN
CONSORCIO PUENTE RIO SINU	NIT: 901.784.351-2

DIRECCIÓN	CIUDAD	TELÉFONO
CR 15 NRO. 122 - 35 T2 OF 701	BOGOTA, D.C., DISTRITO CAPITAL	6016560781

DATOS DEL ASEGURADO / BENEFICIARIO

ASEGURADO / BENEFICIARIO:	IDENTIFICACIÓN
MUNICIPIO DE MONTERIA NIT 800096734-1 INVIAS - EL PATRIMONIO AUTONOMO Y FINDETER	NIT: 800.096.734-1

DIRECCIÓN	CIUDAD	TELÉFONO
CL 27 NRO. 3 - 16	MONTERIA, CORDOBA	7919296

ADICIONAL:

OBJETO DEL SEGURO

CON SUJECIÓN A LAS CONDICIONES GENERALES DE LA PÓLIZA QUE SE ANEXAN ECU010B, QUE FORMAN PARTE INTEGRANTE DE LA MISMA Y QUE EL ASEGURADO Y EL TOMADOR DECLARAN HABER RECIBIDO Y HASTA EL LÍMITE DE VALOR ASEGURADO SEÑALADO EN CADA AMPARO, SEGUROS DEL ESTADO S.A., GARANTIZA:

GARANTIZAR EL PAGO DE LOS PERJUICIOS DERIVADOS DEL INCUMPLIMIENTO DE LAS OBLIGACIONES CONTENIDAS EN EL CONTRATO LP-SIM-024-2023 CUYO OBJETO ES:
CONSTRUCCION DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINU, EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA, DEPARTAMENTO DE CORDOBA.
NOTA: EL AMPARO DE ESTABILIDAD TENDRA UNA VIGENCIA DE 5 AÑOS CONTADOS A PARTIR DEL ACTA FINAL.
NOTA SEGURADO:
MUNICIPIO DE MONTERIA CON NIT 800.096.734-1, INVIAS / EL PATRIMONIO AUTONOMO Y FINDETER

AMPAROS

RIESGO: CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES

AMPAROS	VIGENCIA DESDE	VIGENCIA HASTA	SUMA ASEG/ACTUAL	SUMA ASEG/ANTERIOR
CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO	24/04/2024	17/08/2027	$6,438,079,193.70	
PAGO DE SALARIOS, PRESTACIONES SOCIALES LEGALES E INDEMNIZACIONES LABORALES	24/04/2024	16/02/2030	$12,876,158,387.40	
ESTABILIDAD Y CALIDAD DE LA OBRA	SI AMPARA 5 AÑOS, 0 MESES Y -1 DÍAS *		$19,314,237,581.10	$19,314,237,581.10
BUEN MANEJO Y CORRECTA INVERSION DEL ANTICIPO	24/04/2024	17/08/2027	$9,657,118,790.55	
DEVOLUCION DEL PAGO ANTICIPADO	26/06/2024	17/08/2027	$553,722,378.50	

ACLARACIONES

POR MEDIO DEL PRESENTE ANEXO Y DE CONFORMIDAD CON EL DOCUMENTO MODIFICATORIO No.1 SE ADICIONA LOS AMPAROS DE DEVOLUCION DEL PAGO ANTICIPADO Y CALIDAD DEL SERVICIO LOS CUALES SE ESTABLECEN PARA LA ACTIVIDAD DENOMINADA PROVISION PARA AJUSTES, OBRAS COMPLEMENTARIAS Y/O ADICIONALES.
LOS DEMAS TERMINOS Y CONDICIONES NO MODIFICADOS CONTINUAN VIGENTES.

VALOR PRIMA NETA	GASTOS EXPEDICIÓN	IVA	TOTAL A PAGAR	VALOR ASEGURADO TOTAL	PLAN DE PAGO
$ ***4,176,128.00	$ *******8,000.00	$ *****794,984.00	$ *********4,979,113.00	$ ***48,950,060,806.95	CONTADO

INTERMEDIARIO			DISTRIBUCION COASEGURO		
NOMBRE	CLAVE	% DE PART.	NOMBRE COMPAÑIA	% PART.	VALOR ASEGURADO
AKUO AGENCIA DE SEGUROS LTDA	103178	100.00			

QUEDA EXPRESAMENTE CONVENIDO QUE LAS OBLIGACIONES DE SEGUROS DEL ESTADO S.A. SE REFIERE UNICAMENTE AL OBJETO Y OBSERVACIONES DE LA(S) GARANTIA(S) QUE SE ESPECIFICAN EN ESTE CUADRO.

NOTA: SEGUROS DE ESTADO S.A SE RESERVA EL DERECHO DE REVISAR Y HACER ACOMPAÑAMIENTO AL RIESGO ASUMIDO DURANTE LA VIGENCIA DE LA PRESENTE PÓLIZA, POR LO TANTO EL ASEGURADOR COMO EL TOMADOR, PRESTARAN SU COLABORACIÓN

18-44-101095049

FIRMA AUTORIZADA: Jose Luis Ojeda - Vicepresidente de Fianzas

FIRMA TOMADOR

VIGILADO SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA

11821

SEGUROS DEL ESTADO S.A.

NIT. 860.009.578-6

POLIZA DE SEGURO DE CUMPLIMIENTO ENTIDAD ESTATAL

DECRETO 1082 DE 2015

CIUDAD DE EXPEDICIÓN	SUCURSAL	COD.SUC	NO.PÓLIZA	ANEXO
BOGOTA, D.C.	CHICO	18	18-44-101095049	6

FECHA EXPEDICIÓN DÍA	MES	AÑO	VIGENCIA DESDE DÍA	MES	AÑO	A LAS HORAS	VIGENCIA HASTA DÍA	MES	AÑO	A LAS HORAS	TIPO MOVIMIENTO
10	07	2024	24	04	2024	00:00	16	02	2032	23:59	ANEXO CAUSA PRIMA

DATOS DEL TOMADOR / GARANTIZADO

NOMBRE O RAZON SOCIAL		IDENTIFICACIÓN	
	CONSORCIO PUENTE RIO SINU		**NIT: 901.784.351-2**
DIRECCIÓN: CR 15 NRO. 122 - 35 T2 OF 701	**CIUDAD:** BOGOTA, D.C., DISTRITO CAPITAL	**TELÉFONO:**	6016560781

DATOS DEL ASEGURADO / BENEFICIARIO

ASEGURADO / BENEFICIARIO:		IDENTIFICACIÓN	
	MUNICIPIO DE MONTERIA NIT 800096734-1 INVIAS - EL PATRIMONIO AUTONOMO Y FINDETER		**NIT: 800.096.734-1**
DIRECCIÓN: CL 27 NRO. 3 - 16	**CIUDAD:** MONTERIA, CORDOBA	**TELÉFONO:**	7919296

ADICIONAL:

AMPAROS	VIGENCIA DESDE	VIGENCIA HASTA	SUMA ASEG/ACTUAL	SUMA ASEG/ANTERIOR
CALIDAD DEL SERVICIO	26/06/2024	17/08/2027	$110,744,475.70	

QUEDA EXPRESAMENTE CONVENIDO QUE LAS OBLIGACIONES DE SEGUROS DEL ESTADO S.A. SE REFIERE UNICAMENTE AL OBJETO Y OBSERVACIONES DE LA(S) GARANTIA(S) QUE SE ESPECIFICAN EN ESTE CUADRO.

NOTA: SEGUROS DE ESTADO S.A SE RESERVA EL DERECHO DE REVISAR Y HACER ACOMPAÑAMIENTO AL RIESGO ASUMIDO DURANTE LA VIGENCIA DE LA PRESENTE PÓLIZA, POR LO TANTO EL ASEGURADOR COMO EL TOMADOR, PRESTARAN SU COLABORACIÓN

PARA EFECTOS DE NOTIFICACIONES LA DIRECCIÓN DE SEGUROS DEL ESTADO S.A. ES CALLE 85 NO 10-85 - TELEFONO: 6171035 - BOGOTA, D.C.

18-44-101095049

FIRMA AUTORIZADA: Jose Luis Ojeda - Vicepresidente de Fianzas

FIRMA TOMADOR

VIGILADO SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA

NANCYVALENCIA

SEGUROS DEL ESTADO S.A.

NIT. 860.009.578-6

POLIZA DE SEGURO DE CUMPLIMIENTO ENTIDAD ESTATAL

11822

DECRETO 1082 DE 2015

CIUDAD DE EXPEDICIÓN	SUCURSAL	COD.SUC	NO.PÓLIZA	ANEXO
BOGOTA, D.C.	CHICO	18	18-44-101095049	6

FECHA EXPEDICIÓN DÍA	MES	AÑO	VIGENCIA DESDE DÍA	MES	AÑO	A LAS HORAS	VIGENCIA HASTA DÍA	MES	AÑO	A LAS HORAS	TIPO MOVIMIENTO
10	07	2024	24	04	2024	00:00	16	02	2032	23:59	ANEXO CAUSA PRIMA

DATOS DEL TOMADOR / GARANTIZADO

NOMBRE O RAZON SOCIAL	IDENTIFICACIÓN
CONSORCIO PUENTE RIO SINU	NIT: 901.784.351-2

DIRECCIÓN:	CIUDAD:	TELÉFONO:
CR 15 NRO. 122 - 35 T2 OF 701	BOGOTA, D.C., DISTRITO CAPITAL	6016560781

DATOS DEL ASEGURADO / BENEFICIARIO

ASEGURADO / BENEFICIARIO:	IDENTIFICACIÓN
MUNICIPIO DE MONTERIA NIT 800096734-1 INVIAS - EL PATRIMONIO AUTONOMO Y FINDETER	NIT: 800.096.734-1

DIRECCIÓN:	CIUDAD:	TELÉFONO
CL 27 NRO. 3 - 16	MONTERIA, CORDOBA	7919296

ADICIONAL:

PAGUESTADO
PORTAL DE PAGOS

PAGINA WEB

CORRESPONSALES BANCARIOS

Pagos con convenio *No aplica para transferencias

Banco de Bogotá — Seguros del Estado S.A Cuenta Corriente 008465445

Grupo Bancolombia — Seguros del Estado S.A Cuenta Convenio 47189

VALOR PRIMA NETA	GASTOS EXPEDICIÓN	IVA	TOTAL A PAGAR	VALOR ASEGURADO TOTAL	PLAN DE PAGO
$ ***4,176,128.00	$ *******8,000.00	$ *****794,984.00	$ *********4,979,113.00	$ ***48,950,060,806.95	CONTADO

INTERMEDIARIO			DISTRIBUCION COASEGURO		
NOMBRE	CLAVE	% DE PART.	NOMBRE COMPAÑIA	% PART.	VALOR ASEGURADO
AKUO AGENCIA DE SEGUROS LTDA	103178	100.00			

QUEDA EXPRESAMENTE CONVENIDO QUE LAS OBLIGACIONES DE SEGUROS DEL ESTADO S.A. SE REFIERE UNICAMENTE AL OBJETO Y OBSERVACIONES DE LA(S) GARANTIA(S) QUE SE ESPECIFICAN EN ESTE CUADRO.

NOTA: SEGUROS DE ESTADO S.A SE RESERVA EL DERECHO DE REVISAR Y HACER ACOMPAÑAMIENTO AL RIESGO ASUMIDO DURANTE LA VIGENCIA DE LA PRESENTE PÓLIZA, POR LO TANTO EL ASEGURADOR COMO EL TOMADOR, PRESTARAN SU COLABORACIÓN

PARA EFECTOS DE NOTIFICACIONES LA DIRECCIÓN DE SEGUROS DEL ESTADO S.A. ES CALLE 85 NO 10-85 - TELEFONO: 6171035 - BOGOTA, D.C.

FORMA DE PAGO		
BANCO	CHEQUE No.	VALOR

EFECTIVO	
CHEQUE	
TOTAL $	

(415)7709998021167(8020)11003611888001(3900)000004979113(96)20250626

REFERENCIA PAGO:

1100361188800-1

VIGILADO SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA

COPIA PARA PAGO EN BANCOS NO NEGOCIABLE

11823

SEGUROS DEL ESTADO S.A.

NIT. 860.009.578-6

POLIZA DE SEGURO DE CUMPLIMIENTO ENTIDAD ESTATAL

DECRETO 1082 DE 2015

CIUDAD DE EXPEDICIÓN	SUCURSAL	COD.SUC	NO.PÓLIZA	ANEXO
BOGOTA, D.C.	CHICO	18	18-44-101095049	6

FECHA EXPEDICIÓN DÍA	MES	AÑO	VIGENCIA DESDE DÍA	MES	AÑO	A LAS HORAS	VIGENCIA HASTA DÍA	MES	AÑO	A LAS HORAS	TIPO MOVIMIENTO
10	07	2024	24	04	2024	00:00	16	02	2032	23:59	ANEXO CAUSA PRIMA

DATOS DEL TOMADOR / GARANTIZADO

NOMBRE O RAZON SOCIAL		IDENTIFICACIÓN	
	CONSORCIO PUENTE RIO SINU		**NIT: 901.784.351-2**
DIRECCIÓN: CR 15 NRO. 122 - 35 T2 OF 701	**CIUDAD:** BOGOTA, D.C., DISTRITO CAPITAL	**TELÉFONO:**	6016560781

DATOS DEL ASEGURADO / BENEFICIARIO

ASEGURADO / BENEFICIARIO:		IDENTIFICACIÓN	
	MUNICIPIO DE MONTERIA NIT 800096734-1 INVIAS - EL PATRIMONIO AUTONOMO Y FINDETER		**NIT: 800.096.734-1**
DIRECCIÓN: CL 27 NRO. 3 - 16	**CIUDAD:** MONTERIA, CORDOBA	**TELÉFONO:**	7919296

ADICIONAL:

TEXTO ACLARATORIO

PARTICIPANTES CONSORCIO - UNION TEMPORAL :

NOMBRE	IDENTIFICACION	PARTICIPACION
SISTEMAS ESPECIALES DE CONSTRUCCION SAS	830104063-2	35.00
CONCREARMADO LTDA	830041080-6	65.00

QUEDA EXPRESAMENTE CONVENIDO QUE LAS OBLIGACIONES DE SEGUROS DEL ESTADO S.A. SE REFIERE UNICAMENTE AL OBJETO Y OBSERVACIONES DE LA(S) GARANTIA(S) QUE SE ESPECIFICAN EN ESTE CUADRO.

NOTA: SEGUROS DE ESTADO S.A SE RESERVA EL DERECHO DE REVISAR Y HACER ACOMPAÑAMIENTO AL RIESGO ASUMIDO DURANTE LA VIGENCIA DE LA PRESENTE PÓLIZA, POR LO TANTO EL ASEGURADOR COMO EL TOMADOR, PRESTARAN SU COLABORACIÓN

PARA EFECTOS DE NOTIFICACIONES LA DIRECCIÓN DE SEGUROS DEL ESTADO S.A. ES CALLE 85 NO 10-85 - TELEFONO: 6171035 - BOGOTA, D.C.

18-44-101095049

FIRMA AUTORIZADA: Jose Luis Ojeda - Vicepresidente de Fianzas

FIRMA TOMADOR

VIGILADO SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA

SEGUROS DEL ESTADO S.A.

NIT. 860.009.578-6

POLIZA DE SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL EXTRACONTRACTUAL DERIVADA DE CUMPLIMIENTO

RCE CONTRATOS

11824

CIUDAD DE EXPEDICIÓN	SUCURSAL	COD.SUC	NO.PÓLIZA	ANEXO
BOGOTA, D.C.	CHICO	18	18-40-101070110	6

FECHA EXPEDICIÓN DÍA	MES	AÑO	VIGENCIA DESDE DÍA	MES	AÑO	A LAS HORAS	VIGENCIA HASTA DÍA	MES	AÑO	A LAS HORAS	TIPO MOVIMIENTO
11	07	2024	24	04	2024	00:00	16	02	2027	23:59	ANEXO NO CAUSA PRIMA

DATOS DEL TOMADOR / GARANTIZADO

NOMBRE O RAZON SOCIAL		IDENTIFICACIÓN	
	CONSORCIO PUENTE RIO SINU		NIT: 901.784.351-2

DIRECCIÓN:		CIUDAD:		TELÉFONO:	
	CR 15 NRO. 122 - 35 T2 OF 701		BOGOTA, D.C., DISTRITO CAPITAL		6016560781

DATOS DEL ASEGURADO / BENEFICIARIO

ASEGURADO:		IDENTIFICACIÓN	
	MUNICIPIO DE MONTERIA NIT 800096734-1 INVIAS - EL PATRIMONIO AUTONOMO Y FINDETER		NIT: 800.096.734-1

DIRECCIÓN:		CIUDAD:		TELÉFONO	
	CL 27 NRO. 3 - 16		MONTERIA, CORDOBA		7919296

BENEFICIARIO:		ADICIONAL:
	800096734 - MUNICIPIO DE MONTERIA NIT 800096734-1 INVIAS - EL PATRIMONIO AUTONOMO Y FINDETER	

OBJETO DEL SEGURO

CON SUJECIÓN A LAS CONDICIONES GENERALES DE LA PÓLIZA QUE SE ANEXAN 15-05-2020 - 1329-P-06-00000-E-RCE-002A-D00I / 31-03-22 -1329-P-06-00000-E-RCE-001P-D00I, QUE FORMAN PARTE INTEGRANTE DE LA MISMA Y QUE EL ASEGURADO Y EL TOMADOR DECLARAN HABER RECIBIDO Y HASTA EL LÍMITE DE VALOR ASEGURADO SEÑALADO EN CADA AMPARO, SEGUROS DEL ESTADO S.A., GARANTIZA:

AMPARAR LOS PERJUICIOS MATERIALES CAUSADOS A TERCEROS, DERIVADOS DE LA RESPONSABILIDAD CIVIL EXTRACONTRACTUAL EN QUE INCURRA EL TOMADOR, DE ACUERDOCONLA LEY, POR LESION, MUERTE O DAÑOS A BIENES, OCASIONADOS DURANTE LA EJECUCION DEL CONTRATO NO.LP-SIM-024-2023 CUYO OBJETO ES:
CONSTRUCCION DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINU, EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA, DEPARTAMENTO DE CORDOBA.
BENEFICIARIO: TERCEROS AFECTADOS O LOS DE LEY Y MUNICIPIO DE MONTERIA NIT 800096734 INVIAS / EL PATRIMONIO AUTONOMO Y FINDETER Y EL CONTRATISTA

AMPAROS

RIESGO: CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES

AMPAROS	DEDUCIBLE	VIGENCIA DESDE	VIGENCIA HASTA	SUMA ASEG ACTUAL	SUMA ASEG ANTERIOR
PREDIOS LABORES Y OPERACIONES	10.00 % DEL VALOR DE LA PERDIDA - Mínimo: 1.00 SMMLV	24/04/2024	16/02/2027	$3,219,039,596.85	
CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS	10.00 % DEL VALOR DE LA PERDIDA - Mínimo: 1.00 SMMLV	24/04/2024	16/02/2027	$3,219,039,596.85	
VEHICULOS PROPIOS Y NO PROPIOS	10.00 % DEL VALOR DE LA PERDIDA - Mínimo: 1.00 SMMLV	24/04/2024	16/02/2027	$3,219,039,596.85	

ACLARACIONES

POR MEDIO DEL PRESENTE ANEXO SE ACLARA POR QUE LA COMPAÑIA DE SEGUROS TIENE CONOCIMIENTO DEL DOCUMENTO MODIFICATORIO No.1 Y QUE LOS AMPAROS OTORGADOS EN LA POLIZA ARRIBA CITADA CUMPLEN CON LAS VIGENCIAS Y VALORES REQUERIDOS.
LOS DEMAS TERMINOS Y CONDICIONES NO MODIFICADOS CONTINUAN VIGENTES.

VALOR PRIMA NETA	GASTOS EXPEDICIÓN	IVA	TOTAL A PAGAR	VALOR ASEGURADO TOTAL	PLAN DE PAGO
$ **********0.00	$ **********0.00	$ **********0.00	$ **********0.00	$ ****3,219,039,596.85	CONTADO

INTERMEDIARIO			DISTRIBUCION COASEGURO		
NOMBRE	CLAVE	% DE PART.	NOMBRE COMPAÑIA	% PART.	VALOR ASEGURADO
AKUO AGENCIA DE SEGUROS LTDA	103178	100.00			

LA MORA EN EL PAGO DE LA PRIMA O DE LOS CERTIFICADOS O ANEXOS QUE SE EXPIDAN CON FUNDAMENTO EN ELLA, PRODUCIRA LA TERMINACION AUTOMATICA DEL CONTRATO Y DARA DERECHO A SEGUROS DEL ESTADO S.A. PARA EXIGIR EL PAGO DE LA PRIMA DEVENGADA Y DE LOS GASTOS CAUSADOS CON OCASION DE LA EXPEDICION DEL CONTRATO.
QUEDA EXPRESAMENTE CONVENIDO QUE LAS OBLIGACIONES DE SEGUROS DEL ESTADO S.A. SE REFIERE UNICAMENTE AL OBJETO Y OBSERVACIONES DE LA(S) GARANTIA(S) QUE SE ESPECIFICAN EN ESTE CUADRO.
NOTA: SEGUROS DE ESTADO S.A SE RESERVA EL DERECHO DE REVISAR Y HACER ACOMPAÑAMIENTO AL RIESGO ASUMIDO DURANTE LA VIGENCIA DE LA PRESENTE PÓLIZA, POR LO TANTO EL ASEGURADOR COMO EL TOMADOR, PRESTARAN SU COLABORACIÓN

VIGILADO SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA

18-40-101070110

FIRMA AUTORIZADA: Jose Luis Ojeda - Vicepresidente de Fianzas

FIRMA TOMADOR

11825

SEGUROS DEL ESTADO S.A.

NIT. 860.009.578-6

POLIZA DE SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL EXTRACONTRACTUAL DERIVADA DE CUMPLIMIENTO

RCE CONTRATOS

CIUDAD DE EXPEDICIÓN	SUCURSAL	COD.SUC	NO.PÓLIZA	ANEXO
BOGOTA, D.C.	CHICO	18	18-40-101070110	6

FECHA EXPEDICIÓN DÍA	MES	AÑO	VIGENCIA DESDE DÍA	MES	AÑO	A LAS HORAS	VIGENCIA HASTA DÍA	MES	AÑO	A LAS HORAS	TIPO MOVIMIENTO
11	07	2024	24	04	2024	00:00	16	02	2027	23:59	ANEXO NO CAUSA PRIMA

DATOS DEL TOMADOR / GARANTIZADO

NOMBRE O RAZON SOCIAL		IDENTIFICACIÓN	
	CONSORCIO PUENTE RIO SINU		NIT: 901.784.351-2
DIRECCIÓN: CR 15 NRO. 122 - 35 T2 OF 701	**CIUDAD:** BOGOTA, D.C., DISTRITO CAPITAL	**TELÉFONO:**	6016560781

DATOS DEL ASEGURADO / BENEFICIARIO

ASEGURADO:		IDENTIFICACIÓN	
	MUNICIPIO DE MONTERIA NIT 800096734-1 INVIAS - EL PATRIMONIO AUTONOMO Y FINDETER		NIT: 800.096.734-1
DIRECCIÓN: CL 27 NRO. 3 - 16	**CIUDAD:** MONTERIA, CORDOBA	**TELÉFONO:**	7919296

BENEFICIARIO: 800096734 - MUNICIPIO DE MONTERIA NIT 800096734-1 INVIAS - EL PATRIMONIO AUTONOMO Y FINDETER

AMPAROS	DEDUCIBLE	VIGENCIA DESDE	VIGENCIA HASTA	SUMA ASEG ACTUAL	SUMA ASEG ANTERIOR
PERJUICIOS EXTRAPATRIMONIALES	10.00 % DEL VALOR DE LA PERDIDA - Mínimo: 1.00 SMMLV	24/04/2024	16/02/2027	$3,219,039,596.85	
DAÑO EMERGENTE Y LUCRO CESANTE	10.00 % DEL VALOR DE LA PERDIDA - Mínimo: 1.00 SMMLV	24/04/2024	16/02/2027	$3,219,039,596.85	
RESPONSABILIDAD CIVIL PATRONAL	10.00 % DEL VALOR DE LA PERDIDA - Mínimo: 1.00 SMMLV	24/04/2024	16/02/2027	$3,219,039,596.85	

LA MORA EN EL PAGO DE LA PRIMA O DE LOS CERTIFICADOS O ANEXOS QUE SE EXPIDAN CON FUNDAMENTO EN ELLA, PRODUCIRA LA TERMINACION AUTOMATICA DEL CONTRATO Y DARA DERECHO A SEGUROS DEL ESTADO S.A. PARA EXIGIR EL PAGO DE LA PRIMA DEVENGADA Y DE LOS GASTOS CAUSADOS CON OCASION DE LA EXPEDICION DEL CONTRATO. QUEDA EXPRESAMENTE CONVENIDO QUE LAS OBLIGACIONES DE SEGUROS DEL ESTADO S.A. SE REFIERE UNICAMENTE AL OBJETO Y OBSERVACIONES DE LA(S) GARANTIA(S) QUE SE ESPECIFICAN EN ESTE CUADRO.

NOTA: SEGUROS DE ESTADO S.A SE RESERVA EL DERECHO DE REVISAR Y HACER ACOMPAÑAMIENTO AL RIESGO ASUMIDO DURANTE LA VIGENCIA DE LA PRESENTE PÓLIZA, POR LO TANTO EL ASEGURADOR COMO EL TOMADOR, PRESTARAN SU COLABORACIÓN

PARA EFECTOS DE NOTIFICACIONES LA DIRECCIÓN DE SEGUROS DEL ESTADO S.A. ES CALLE 85 NO 10-85 - TELEFONO: 6171035 - BOGOTA, D.C.

18-40-101070110

FIRMA AUTORIZADA: Jose Luis Ojeda - Vicepresidente de Fianzas

FIRMA TOMADOR

VIGILADO SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA

11826

SEGUROS DEL ESTADO S.A.

NIT. 860.009.578-6

POLIZA DE SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL EXTRACONTRACTUAL DERIVADA DE CUMPLIMIENTO

RCE CONTRATOS

CIUDAD DE EXPEDICIÓN	SUCURSAL	COD.SUC	NO.PÓLIZA	ANEXO
BOGOTA, D.C.	CHICO	18	18-40-101070110	6

FECHA EXPEDICIÓN DÍA	MES	AÑO	VIGENCIA DESDE DÍA	MES	AÑO	A LAS HORAS	VIGENCIA HASTA DÍA	MES	AÑO	A LAS HORAS	TIPO MOVIMIENTO
11	07	2024	24	04	2024	00:00	16	02	2027	23:59	ANEXO NO CAUSA PRIMA

DATOS DEL TOMADOR / GARANTIZADO

NOMBRE O RAZON SOCIAL		IDENTIFICACIÓN	
	CONSORCIO PUENTE RIO SINU		NIT: 901.784.351-2
DIRECCIÓN: CR 15 NRO. 122 - 35 T2 OF 701	**CIUDAD:** BOGOTA, D.C., DISTRITO CAPITAL	**TELÉFONO:**	6016560781

DATOS DEL ASEGURADO / BENEFICIARIO

ASEGURADO:		IDENTIFICACIÓN	
	MUNICIPIO DE MONTERIA NIT 800096734-1 INVIAS - EL PATRIMONIO AUTONOMO Y FINDETER		NIT: 800.096.734-1
DIRECCIÓN: CL 27 NRO. 3 - 16	**CIUDAD:** MONTERIA, CORDOBA	**TELÉFONO:**	7919296

BENEFICIARIO: 800096734 - MUNICIPIO DE MONTERIA NIT 800096734-1 INVIAS - EL PATRIMONIO AUTONOMO Y FINDETER

TEXTO ACLARATORIO

PARTICIPANTES CONSORCIO - UNION TEMPORAL :

NOMBRE	IDENTIFICACION	PARTICIPACION
SISTEMAS ESPECIALES DE CONSTRUCCION SAS	830104063-2	35.00
CONCREARMADO LTDA	830041080-6	65.00

LA MORA EN EL PAGO DE LA PRIMA O DE LOS CERTIFICADOS O ANEXOS QUE SE EXPIDAN CON FUNDAMENTO EN ELLA, PRODUCIRA LA TERMINACION AUTOMATICA DEL CONTRATO Y DARA DERECHO A SEGUROS DEL ESTADO S.A. PARA EXIGIR EL PAGO DE LA PRIMA DEVENGADA Y DE LOS GASTOS CAUSADOS CON OCASION DE LA EXPEDICION DEL CONTRATO. QUEDA EXPRESAMENTE CONVENIDO QUE LAS OBLIGACIONES DE SEGUROS DEL ESTADO S.A. SE REFIERE UNICAMENTE AL OBJETO Y OBSERVACIONES DE LA(S) GARANTIA(S) QUE SE ESPECIFICAN EN ESTE CUADRO.

NOTA: SEGUROS DE ESTADO S.A SE RESERVA EL DERECHO DE REVISAR Y HACER ACOMPAÑAMIENTO AL RIESGO ASUMIDO DURANTE LA VIGENCIA DE LA PRESENTE PÓLIZA, POR LO TANTO EL ASEGURADOR COMO EL TOMADOR, PRESTARAN SU COLABORACIÓN

PARA EFECTOS DE NOTIFICACIONES LA DIRECCIÓN DE SEGUROS DEL ESTADO S.A. ES CALLE 85 NO 10-85 - TELEFONO: 6171035 - BOGOTA, D.C.

18-40-101070110

FIRMA AUTORIZADA: Jose Luis Ojeda - Vicepresidente de Fianzas

FIRMA TOMADOR

VIGILADO SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA

11827

SEGUROS DEL ESTADO S.A.

SEGUROS DEL ESTADO S.A.

RECIBO DE CAJA No.
34672317

Nit. 860009578-6

EXPEDIDO EN	SUCURSAL	CODIGO	FECHA	CLAVE	NOMBRE
BOGOTA, D.C.	OFICINA PRINCIPAL	1	16/07/2024	103178	AKUO AGENCIA DE SEGUROS LTDA

RECIBIMOS DE: CONSORCIO PUENTE RIO SINU **NIT.** 901.784.351

LA SUMA DE: CUATRO MILLONES NOVECIENTOS SETENTA Y NUEVE MIL CIENTO TRECE PESOS M/CTE.**********

POR CONCEPTO DE: TRANSFERENCIA 15/07/2024

SUC-RAMO-POLIZA-ENDOSO	PRIMA	GASTO	IVA	RUNT	VALOR
CHICO - CU. ENTIDAD.EST. - 101095049 - 6	4,176,128.66	8,000.00	794,984.45	0.00	4,979,113.11

OTROS CONCEPTOS DE PAGO	VALOR
CUENTA PUENTE INTERSUCURSALES	-4,979,113.11
APROVECHAMIENTOS	-0.11
CUENTA PUENTE INTERSUCURSALES	0.11
CUENTA PUENTE INTERSUCURSALES	4,979,113.11
TOTAL OTROS CONCEPTOS DE PAGO	-0.11

FORMA DE PAGO

BD 901784351 7-BANCOLOMBIA S.A. 4,979,113.00

EFECTIVO:	0.00
CHEQUE:	0.00
TARJETA:	0.00
BD:	4,979,113.00
OTROS:	0.00

TRANSACCION 16447806 **TOTAL:** **4,979,113.00**

CAJERO: ALEJANDROFLOREZ

SEGUROS DEL ESTADO S.A.

SEGUROS DEL ESTADO S.A.

RECIBO DE CAJA No.
34672317

7

EXPEDIDO EN	SUCURSAL	CODIGO	FECHA	CLAVE	NOMBRE
BOGOTA, D.C.	OFICINA PRINCIPAL	1	16/07/2024	103178	AKUO AGENCIA DE SEGUROS LTDA

RECIBIMOS DE: CONSORCIO PUENTE RIO SINU **NIT.** 901.784.351

LA SUMA DE: CUATRO MILLONES NOVECIENTOS SETENTA Y NUEVE MIL CIENTO TRECE PESOS M/CTE.**********

POR CONCEPTO DE: TRANSFERENCIA 15/07/2024

SUC-RAMO-POLIZA-ENDOSO	PRIMA	GASTO	IVA	RUNT	VALOR
CHICO - CU. ENTIDAD.EST. - 101095049 - 6	4,176,128.66	8,000.00	794,984.45	0.00	4,979,113.11

OTROS CONCEPTOS DE PAGO	VALOR
CUENTA PUENTE INTERSUCURSALES	-4,979,113.11
APROVECHAMIENTOS	-0.11
CUENTA PUENTE INTERSUCURSALES	0.11
CUENTA PUENTE INTERSUCURSALES	4,979,113.11
TOTAL OTROS CONCEPTOS DE PAGO	-0.11

FORMA DE PAGO

BD 901784351 7-BANCOLOMBIA S.A. 4,979,113.00

EFECTIVO:	0.00
CHEQUE:	0.00
TARJETA:	0.00
BD:	4,979,113.00
OTROS:	0.00

TRANSACCION 16447806 **TOTAL:** **4,979,113.00**

CAJERO: ALEJANDROFLOREZ

SEGUROS DEL ESTADO S.A.

SEGUROS DEL ESTADO S.A.

11828

RECIBO DE CAJA No.
34672317

Detalle de Otros Conceptos de Pago

OTROS CONCEPTOS DE PAGO	VALOR
CUENTA PUENTE INTERSUCURSALES	-4,979,113.11
APROVECHAMIENTOS	-0.11
CUENTA PUENTE INTERSUCURSALES	0.11
CUENTA PUENTE INTERSUCURSALES	4,979,113.11
CUENTA PUENTE INTERSUCURSALES	-0.11

Revisión de compromisos y metas a seguir en la construcción del tercer puente.

Findeter Banca de Desarrollo Territorial	**ACTA y/o AYUDA DE MEMORIA "Comité, reunión" No. 02 26 de julio de 2024**	**Código:** MC-FO-18 **Versión:** 7 **Fecha de Aprobación:** 23-Nov-2021 **Clasificación:** Clasificada de acceso restringido

Lugar de la reunión: Microsoft Teams **Hora inicio:** 09:00 A.M.

Objetivo de la reunión: Revisar el avance, las conclusiones y recomendaciones y los compromisos que se adquieran en la ejecución del proyecto en el contrato de obra e interventoría.

Preside: Ingeniera Supervisora del contrato de interventoría por parte de Findeter.

Quien es el secretario de la reunión: Ingeniera Auxiliar (Primer empleo).

Participantes:

NOMBRE	CARGO
Luz Marina Pérez Sua	Ingeniera Supervisora Contrato de Interventoría (Findeter)
Cesar Augusto Triviño Amar	Ingeniero residente (contratista de obra)
Margarita Sabino	Ingeniera (Alcaldía de Montería)
Yairis Mercado Montes	Ingeniera Auxiliar
Jorge Sierra Buelvas	Director de Interventoría

Invitados:

Katherin Duarte (Ingeniera contratista de Obra),
Carolina Caballero (Ingeniera Ambiental Contratista de Interventoría)
Wadys Madelen Wilches (Trabajadora Social Contratista de Interventoría),

ORDEN DEL DÍA:

1. Presentación de cada uno de los participantes
2. Programación de los comités semanales de seguimiento.
3. Contextualización del contrato de obra e interventoría, por parte la ingeniera Luz Marina Pérez
4. Seguimiento a las actividades de preconstrucción de gestión predial, social, ambiental y la mejora de los estudios y diseños.
5. Revisión de la programación para la mejora de los estudios y diseños presentada por el contratista

DESARROLLO

Siendo las 9:00 am se da inicio al comité y cada una de los participantes e invitados se presentan.

La supervisora del contrato de Interventoría por parte de Findeter toma la palabra e indica que se realizará una reunión semanal para el seguimiento del proyecto, con el fin de realizar el control y seguimiento del avance de las actividades contractuales para el seguimiento del proyecto, conforme a las obligaciones establecidas para la ejecución de los contratos de obra e interventoría.

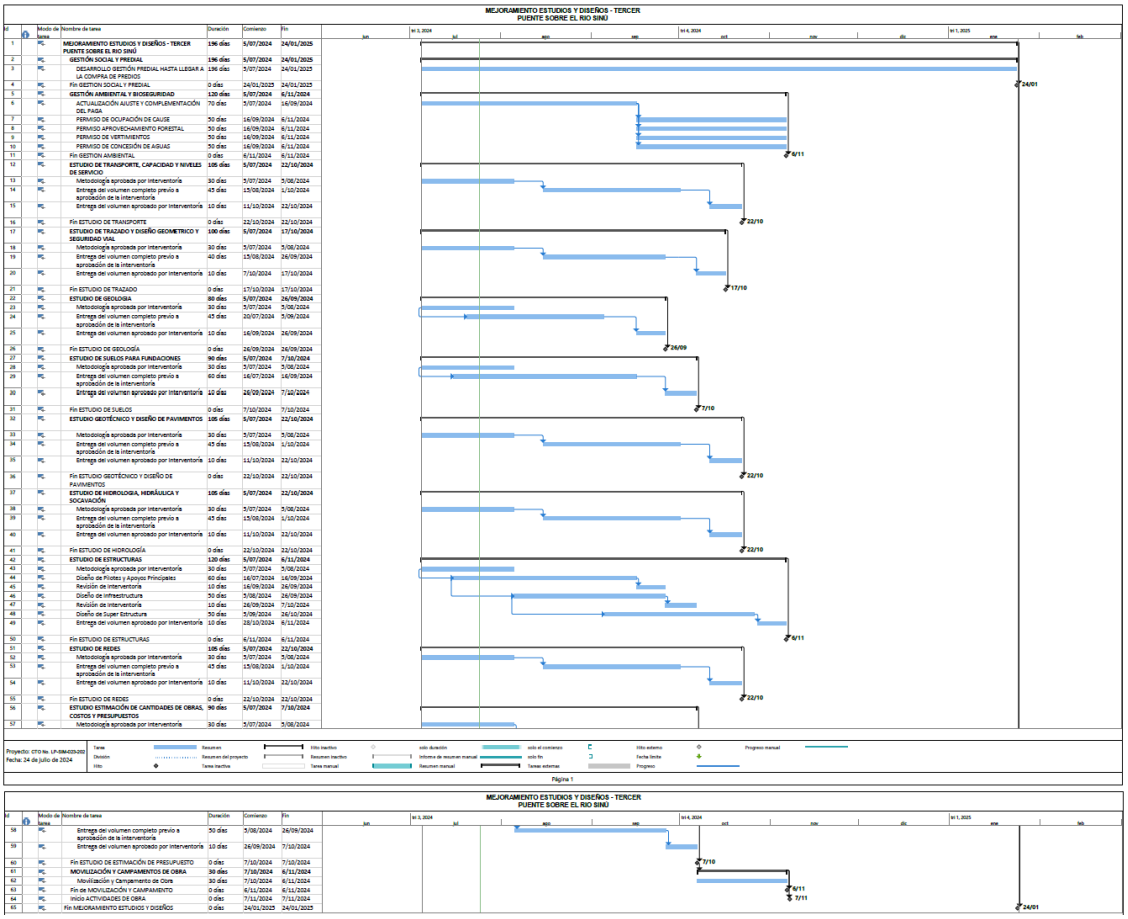
La ingeniera Luz Marina realiza una breve contextualización del proyecto, el cual nace de las necesidades de intervención a nivel nacional de varios proyectos priorizados por INVIAS en marco del contrato Interadministrativo No. 2177 de 2021, cuyo objeto es "PRESTAR EL SERVICIO DE FINANCIACIÓN A TRAVÉS DE CRÉDITO DE REDESCUENTO, ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS Y ASISTENCIA TÉCNICA DE LOS PROYECTOS PRIORIZADOS EN EL MARCO DEL PROGRAMA VÍAS PARA LA CONEXIÓN DE TERRITORIOS PARA EL DESARROLLO, EL CRECIMIENTO SOSTENIBLE Y LA REACTIVACIÓN 2.0. DEL INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS – INVÍAS", suscrito por LA FINANCIERA DE DESARROLLO TERRITORIAL S.A. - FINDETER Y EL INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS – INVIAS y el contrato Convenio Interadministrativo Derivado No. CD-SIM-569-2023 con el objeto de Aunar esfuerzos para la ejecución del proyecto denominado: "CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA". Por lo anterior, la ejecución del proyecto cuenta con la participación tripartida de INVIAS, MUNICIPIO DE MONTERIA Y FINDETER.

Se contextualiza que el proyecto se encuentra en la etapa de preconstrucción la culmina el 24 de enero de 2025, y esta incluye la gestión predial, ambiental, social, la revisión y apropiación a los estudios y diseños entregados por el INVIAS, y la actividad de mejora a los estudios y diseños, la cual fue incorporada por el municipio al contrato de obra, y sobre la cual Findeter adelanta los tramites respectivos en el contrato de Interventoría.

Una vez terminada la introducción se solicita a los representantes del contrato de obra, la presentación de la programación de las actividades que hacen parte de la etapa de preconstrucción, sobre la cual se realizará el seguimiento semanal, para el cumplimiento del alcance del proyecto:

El ingeniero Cesar Triviño hace una presentación sobre la programación de las fechas para las actividades de obra, así:

Findeter Banca de Desarrollo Territorial	**ACTA y/o AYUDA DE MEMORIA "Comité, reunión" No. 02 26 de julio de 2024**	**Código:** MC-FO-18 **Versión:** 7 **Fecha de Aprobación:** 23-Nov-2021 **Clasificación:** Clasificada de acceso restringido



Sobre la misma, se realiza el siguiente resumen de fecha máxima de cumplimiento por parte del contratista de obra:

No. de orden	ACTIVIDAD	FECHA MAXIMA DE ENTREGA A LA INTERVENTORÍA
1	ESTUDIO DE GEOLOGIA	5/09/2024
2	PAGA	16/09/2024
3	ESTUDIO DE SUELOS PARA FUNDACIONES	16/09/2024
4	Diseño de Pilotes y Apoyos Principales	16/09/2024
5	ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMETRICO Y SEGURIDAD VIAL	26/09/2024
6	Diseño de Infraestructura	26/09/2024
7	ESTUDIO DE TRANSPORTE, CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO	1/10/2024
8	ESTUDIO ESTIMACIÓN DE CANTIDADES DE OBRAS, COSTOS Y PRESUPUESTOS	26/09/2024
9	ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS	1/10/2024
10	ESTUDIO DE REDES	1/10/2024
11	ESTUDIO DE HIDROLOGIA, HIDRÁULICA Y SOCAVACIÓN	1/10/2024
12	Diseño de Super Estructura	26/10/2024
13	PERMISO DE OCUPACIÓN DE CAUCE	6/11/2024
14	PERMISO APROVECHAMIENTO FORESTAL	6/11/2024
15	PERMISO DE VERTIMIENTOS	6/11/2024
16	PERMISO DE CONCESIÓN DE AGUAS	6/11/2024

La ingeniera Luz Marina realiza una observación sobre el error en las fechas de los entregables en el mes de septiembre, dado que el entregable ESTUDIO ESTIMACIÓN DE CANTIDADES DE OBRAS, COSTOS Y PRESUPUESTOS, dado que se da antes de la culminación de todos los volúmenes, por tanto, el contratista ajusta la fecha del mismo, quedando así:

No. de orden	ACTIVIDAD	FECHA MAXIMA DE ENTREGA A LA INTERVENTORÍA
1	ESTUDIO DE GEOLOGIA	5/09/2024
2	PAGA	16/09/2024
3	ESTUDIO DE SUELOS PARA FUNDACIONES	16/09/2024
4	Diseño de Pilotes y Apoyos Principales	16/09/2024
5	ESTUDIO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMETRICO Y SEGURIDAD VIAL	26/09/2024
6	Diseño de Infraestructura	26/09/2024
7	ESTUDIO DE TRANSPORTE, CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO	1/10/2024
8	ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS	1/10/2024
9	ESTUDIO DE REDES	1/10/2024
10	ESTUDIO DE HIDROLOGIA, HIDRÁULICA Y SOCAVACIÓN	1/10/2024
11	Diseño de Super Estructura	26/10/2024
12	ESTUDIO ESTIMACIÓN DE CANTIDADES DE OBRAS, COSTOS Y PRESUPUESTOS	26/10/2024
13	PERMISO DE OCUPACIÓN DE CAUCE	6/11/2024
14	PERMISO APROVECHAMIENTO FORESTAL	6/11/2024
15	PERMISO DE VERTIMIENTOS	6/11/2024
16	PERMISO DE CONCESIÓN DE AGUAS	6/11/2024

1. El 5 de septiembre, el estudio de geología para aprobación de la interventoría
2. El 16 de septiembre, el documento PAGA, el estudio de suelos y fundaciones, el diseño de los pilotes y apoyos principales.
3. El 26 de septiembre, el estudio de trazado y diseño geométrico, el diseño de la infraestructura del puente.

Y en el mes de octubre los siguientes entregables:

1. El 1 de octubre, el estudio de capacidad de niveles de tránsito, estudio geotécnico y de pavimentos, el estudio de redes, el estudio de hidrología hidráulica y socavación para revisión de la interventoría.
2. El 26 de octubre se tendrá el diseño de la superestructura del puente, todo esto para tener más claridad sobre la programación de las cantidades de obra.

El ingeniero Cesar Triviño comenta que el diseñador ya está trabajando en la mejora a los estudios y diseños, incluyendo la estructura y superestructura del proyecto y este puede entregar las cantidades parciales del presupuesto antes para revisión y una vez se culminen todos los volúmenes la versión definitiva en octubre de 2024.

El ingeniero explica que las actividades por parte del contratista son el diseño de pilotes, el diseño de infraestructura, y el diseño de la superestructura e informa que

paralelamente al diseño de los pilotes se realizará el diseño de la superestructura. Además, dedicarse a los trámites de los permisos, dado que la última fecha es hasta el 6 de noviembre.

La ingeniera Luz Marina informa que se deben cumplir con los formatos del manual de interventoría del INVIAS, conforme a las obligaciones contractuales del proyecto.

Por último, se deja claro que el 26 de octubre el contratista entrega a la interventoría el presupuesto definitivo del proyecto para revisión y el 6 de noviembre tener el costo total del proyecto.

Conclusiones y recomendaciones

1. Licencia Ambiental: Se solicita revisar la pertinencia o no de tramitar licencia ambiental para la construcción del proyecto, por tanto, se solicita revisar la documentación del proyecto y de ser necesario las consultas ante la CVS.
2. Entrega del Presupuesto: La entrega del presupuesto definitivo del proyecto se realizará el 26 de octubre de 2024.
3. Permisos Ambientales: La entrega de los permisos ambientales debe ajustarse en dos etapas:

    - La primera etapa cubrirá las actividades que soportan la solicitud del permiso ambiental.
    - La segunda etapa se llevará a cabo una vez radicada la solicitud y la respuesta de la autoridad ambiental.

Solicitudes y propuestas

- Hojas de Vida de Profesionales: La interventoría solicita que se remitan las hojas de vida de los profesionales que estarán a cargo de la etapa de ajustes a los diseños por parte del contratista de obra. El contratista ha manifestado que estos profesionales son los mismos que fueron aprobados para la etapa de construcción, dado que los requisitos solicitados por la interventoría en su momento fueron los mismos para ambas fases.
- Comités en Sitio: Se propone realizar un comité en sitio a final de cada mes para lo cual, Findeter presentará en el próximo comité una programación para revisión de las partes.

Plazos y priorizaciones

- Revisión del Presupuesto: Se espera que una vez el contratista de obra entregue el presupuesto ajustado del desarrollo del proyecto, la interventoría pueda revisarlo y entregarlo a mediados de noviembre, previo al inicio de las obras.

- Recursos Adicionales: En caso de que el proyecto requiera recursos adicionales, se priorizarán las actividades de acuerdo con la secuencia establecida en el cronograma, mientras el municipio gestiona los recursos requeridos.
- Ajuste de PAGA: Se ajustará en dos entregas, teniendo en cuenta la integración con los permisos ambientales.

COMPROMISOS

No.	ACTIVIDAD/Tarea	PRIORIDAD Alta, Media, Baja	RESPONSABLE	FECHA EJECUCIÓN	OBSERVACIONES
1	Ajuste de la programación de los estudios y diseños.	Alta	**Contratista**	02/08/2024	
2	Realizar consulta ante la CVS sobre la pertinencia o no de licencia ambiental para la ejecución del proyecto.	Alta	**Contratista**	02/08/2024	
3	Entrega final de la mejora a los estudios y diseños	Alta	**Contratista**	26/10/2024	

Convocatoria próxima reunión: *viernes 2 de agosto de 2024, participantes (Luz Marina Pérez Sua (Ingeniera Supervisora Findeter), Jorge Sierra Buelvas (Director de Interventoría), Cesar Augusto Triviño Amar (Ingeniero Residente Contratista), Margarita Sabino (Ingeniera Supervisora Alcaldía), Carolina Caballero (Ingeniera Ambiental Interventoría), Wadys Wilches (Trabajadora Social Interventoría), Yairis Mercado Montes (Ingeniera Auxiliar Interventoría).*

Hora de finalización: 10:30 A.M

Luz Marina Pérez Sua
Ingeniera Supervisora (Findeter)

Yairis Elvira Mercado Montes
Ingeniera Auxiliar

11835

Findeter Banca de Desarrollo Territorial	**LISTA DE ASISTENCIA- ASISTENCIA TÉCNICA**	**Código: GES-FO-121** **Versión: 1** **Fecha de Aprobación:** 29-May-2023 **Clasificación:** Público

MODALIDAD: Capacitación:___ Reunión:_X__ Evento:___ Campaña:___	**FECHA:** Día_26_ Mes_07_ Año_2024_
TEMA: **Revisar el avance, las conclusiones y recomendaciones y los compromisos que se adquieran en la ejecución del proyecto en el contrato de obra e interventoría.**	Hora Inicial: 9:00 am Hora Final: 10:30 am

NOMBRES Y APELLIDOS (Completos)	CÉDULA	CARGO	ENTIDAD	TELEFONO	CORREO ELECTRONICO	FIRMA
LUZ MARINA PEREZ SUA	53000471	SUPERVISOR DEL CONTRATO INTERVENTORIA	FINDETER	3008536565	lmperez@findeter.gov.co	
MARGARITA SABINO	1049612465	SIM ALCALDIA	ALCALDIA DE MONTERIA	3013085929	infra.msabino@gmail.com	
CESAR TRIVIÑO AMAR	79980600	ING. RESIDENTE	CPRS	3125861425	cesar.trivino@concrearmadoltda.com	
JORGE SIERRA BUELVAS	92500943	DIRECTOR INTERVENTORIA	CCIS	3187342238	proyecto460sinu@consultecnicos.com	

Solicitud entrega información Volumen IX. Estudio Componentes Ambiental y social (PAGA)

CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

NIT. 901.784.351-2

Bogotá D.C., 02 de julio de 2024

CPRS-021-2024

Señores:
CONSORCIO CI-SINU
Atn. DR. JORGE LUIS TAJÁN DE ÁVILA
Interventor
Calle 93 No. 14-71 Bogotá
proyecto460sinu@consultecnicos.com
gerencia@consultecnicos.com
egongut@gmail.com

Referencia: CONTRATO LP-SIM-024-2023 CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA, DEPARTAMENTO DE CORDOBA.

ASUNTO: Solicitud entrega información Volumen IX. Estudio Componentes Ambiental y Social (PAGA).

Cordial saludo,

En revisión del Volumen IX. Estudio Componentes Ambiental y Social (PAGA), suministrados tanto por la alcaldía del municipio, así como por Findeter mediante comunicado No.2024S-VBOG-02341 del 23 de abril de 2024, en el capítulo 6, se menciona que los costos se relacionan en el capitulo 9 Presupuesto del Presente PAGA, sin embargo, dicho documento llega solo hasta el capítulo 6, en consecuencia, solicitamos nos entreguen los siguientes documentos que no fueron entregados en su momento:

- Capítulo 7. Se presenta el cronograma previsto de obra para la ejecución e implementación del PAGA guardando coherencia con el plan de obra formulado desde el área técnica de la consultoría.

- Capítulo 8. Capítulo que incluye una caracterización general de los recursos naturales renovables que demandará el proyecto en su fase de ejecución y que serán utilizados, aprovechados o afectados durante las diferentes etapas de obra, incluyendo los que requieren o no permisos, concesiones y autorizaciones. Se anexan los documentos técnicos de soporte para que el Peticionario solicite a la Autoridad Ambiental Competente el permiso, autorización y/o concesión ambiental requerida para el proyecto.

CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

NIT. 901.784.351-2

- Capítulo 9. Se presenta el detalle del presupuesto y/o costos asociados a la implementación del presente PAGA. Lo anterior, conforme el presupuesto oficial del proyecto.

- Capítulo 10. Establece los formatos que tanto el contratista constructor como la interventoría deben acoger, conforme las directrices del MANUAL DE INTERVENTORÍA DE OBRA PÚBLICA, adoptado mediante Resolución 9337 del 30 de diciembre de 2016, el cual rige a partir del 1 de febrero de 2017.

- Capítulo 11. Se presenta el resumen de los aspectos de mayor interés en la realización del documento Ambiental y Social del proyecto vial. A su vez, se indicarán las recomendaciones necesarias para garantizar de la mejor manera la aplicación de las medidas ambientales propuestas y solicitudes ambientales consideradas antes de la etapa de construcción.

- Capítulo 12. Alude a bibliografía que contendrá el listado de documentos y otras fuentes de información consultadas para la preparación del presente PAGA.

- Capítulo 13. Presenta los Anexos del Volumen X, los cuales se entregan en medio magnético.

Quedamos atentos, gracias,

Atentamente,

Fernando Amar Garzón
Representante Legal
CONSORCIO PUENTE RIO SINU

Anexos: SIN ANEXOS.

c.c.: Iris Spaht Camaño- Secretaría de Infraestructura – s.infraestructura@monteria.gov.co
Margarita Sabino – Contratista SIM – infra.msabino@gmail.com
correspondencia@findeter.gov.co
José Luis Cala – Supervisor Contrato CD-SIM-569-2023 – jlcala@findeter.gov.co
Luz Marina Pérez – Supervisora Contrato Interventoría – lmperez@findeter.gov.co

Elaboró: FAG
Revisó: FAG
Aprobó: FAG

Respuesta Comunicado C.E SIM-1654-2024 Socialización Comunidad Barrio Betanci

CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

NIT. 901.784.351-2

Bogotá D.C., 11 de julio de 2024

CPRS-022-2024

Señores:
SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA MUNICIPIO DE MONTERÍA
Atn. IRIS SPATH CAMAÑO
Secretaria de Infraestructura
s.infraestructura@monteria,gov.co
Carrera 1W 32A-49 Montería-Córdoba
Teléfono (604) 791 0720

Referencia: CONTRATO LP-SIM-024-2023 CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA, DEPARTAMENTO DE CORDOBA.

ASUNTO: Respuesta comunicado C.E SIM-1654-2024 Socialización comunidad barrio Betanci.

Cordial saludo,

A continuación, nos permitimos relacionar el personal que asistirá en representación del Consorcio Puente Rio Sinú a la socialización del proyecto a la comunidad del barrio Betanci, convocada por la alcaldía del Municipio.

- Delia Cruz Carrillo Gonzalez – Profesional Social
- Heider Sanchez Marzola – Profesional Técnico Predial
- Marcio Canabal – Diseñador Geométrico

Quedamos atentos.

Atentamente,

Fernando Amar Garzón
Representante Legal
CONSORCIO PUENTE RIO SINU

Anexos: SIN ANEXOS.

c.c.: Consorcio CI Sinu - proyecto460sinu@consultecnicos.com
Margarita Sabino – Contratista SIM – infra.msabino@gmail.com
correspondencia@findeter.gov.co
José Luis Cala – Supervisor Contrato CD-SIM-569-2023 – jlcala@findeter.gov.co
Luz Marina Pérez – Supervisora Contrato Interventoría – lmperez@findeter.gov.co

Elaboró: FAG
Revisó: FAG
Aprobó: FAG

Respuesta Oficio CTE-460-0057-2024 Relacionado Documentos Reuqeridos para Támite de permiso de Ocupación de Cauce.

CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

NIT. 901.784.351-2

Bogotá D.C., 15 de julio de 2024

CPRS-023-2024

Señores:
CONSORCIO CI-SINU
Atn. DR. JORGE LUIS TAJÁN DE ÁVILA
Interventor
Calle 93 No. 14-71 Bogotá
proyecto460sinu@consultecnicos.com
gerencia@consultecnicos.com
egongut@gmail.com

Referencia: CONTRATO LP-SIM-024-2023 CONSTRUCCIÓN DEL TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINÚ, EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA, DEPARTAMENTO DE CORDOBA.

ASUNTO: Respuesta a su oficio CTE-460-0057-2024 relacionado con Documentos requeridos para trámite de permiso de ocupación de cauce**.**

Cordial saludo,

Atendiendo su requerimiento nos permitimos hacer las siguientes observaciones y comentarios al respecto:

1. Informe técnico de las actividades a ejecutar – Se anexa a este documento.
2. Estudio hidráulico de la obra - Anexamos el Volumen VI correspondiente al Estudio de Hidrología, Hidráulica y Socavación existente dentro de los documentos que nos fueron entregados por la Alcaldía y Findeter, lo anterior teniendo en cuenta que la actualización de dicho informe se desarrollará dentro del mejoramiento de los Estudios y Diseños Existentes y será entregado, una vez este ajustado, revisado y aprobado por la interventoría.
3. Plan de Gestión y Manejo Ambiental del proyecto realizando adaptación conforme a los lineamientos de la Metodología General para Elaboración de Estudios Ambientales - Entregamos el Volumen IX. Estudio Componente Ambiental y Social (PAGA), existente dentro de los documentos que nos fueron entregados por la Alcaldía y Findeter, el cual contiene todos los aspectos ambientales del Plan de PGMA.
4. Plan de Gestión del Riesgo o Contingencias (podrá ser integrado en el PGMA) conforme a los lineamientos de la CAR CVS: Entregamos el Volumen XI Estudio de

CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

NIT. 901.784.351-2

Gestión del Riesgo y Análisis de Sostenibilidad, existente dentro de los documentos que nos fueron entregados por la Alcaldía y Findeter.

5. Plano de las obras y estructura en formato PDF: Entregamos El Plano Planta – Perfil del diseño actualizado del proyecto en el formato indicado.

Esperamos que con la información existente y aportada por la Alcaldía y Findeter y que corresponde a los Estudios y Diseños, contratados por el Instituto Nacional de Vías mediante Contrato No. 1550 de 2021, se pueda continuar con el Trámite del permiso de Ocupación de Cauce, sin embargo queremos precisar que la responsabilidad del trámite del permiso de Ocupación de Cauce está a cargo de la Alcaldía Local de Montería (Ver Anexo Técnico Licitación Pública LP-SIM-024-2023), así las cosas de requerir la elaboración del PGMA y/o su adaptación a los lineamientos y condiciones de la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge – CVS, serán cotizados y puestos a consideración de ustedes, antes de su ejecución, por tratarse de actividades por fuera de nuestros alcances y responsabilidades.

Se envía enlace para descarga de la información mencionada: https://we.tl/t-pDH02ZQw43

Atentamente,

Fernando Amar Garzón
Representante Legal
CONSORCIO PUENTE RIO SINU

Anexos: Anexo 1. Volumen VI. Hidrología, Hidráulica y Socavación
Anexo 2. Volumen IX. Estudio Componentes Ambiental y Social (PAGA)
Anexo 3. Volumen XI. Estudio De Gestión Del Riesgo Análisis De Sostenibilidad
Anexo 4. Informe técnico Actividades a Ejecutar
Anexo 5. Plano Planta Perfil Nuevo Trazado Tercer Puente Rio Sinú

c.c.: Iris Spaht Camaño- Secretaría de Infraestructura – s.infraestructura@monteria.gov.co
Margarita Sabino – Contratista SIM – infra.msabino@gmail.com
correspondencia@findeter.gov.co
José Luis Cala – Supervisor Contrato CD-SIM-569-2023 – jlcala@findeter.gov.co
Luz Marina Pérez – Supervisora Contrato Interventoría – lmperez@findeter.gov.co

Elaboró: FAG
Revisó: FAG
Aprobó: FAG

CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

NIT. 901.784.351-2

Anexo No. 1

Volumen VI Hidrología, Hidráulica Y Socavación

Cra. 15 No. 122 – 35 Oficina 701, Santa Bárbara. Tel: (601) 6560781 Bogotá D.C. Colombia
Email: consorcio.riosinu@concrearmadoltda.com

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS

Contrato N° 1550

ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINU, MONTERIA, CORDOBA

CONSORCIO PUENTE SINU FIA

VOLUMEN VI HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y SOCAVACIÓN

EDICION 1

SEPTIEMBRE 2022

CONSORCIO PUENTE SINU FIA	**METODOLOGÍA ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y SOCAVACIÓN**	**Fecha:** 13-09-2022 **Edición: 2**

CONTROL DE EDICIÓN, MODIFICACIÓN Y COPIAS

PARTE A

CONTROL DE EDICIÓN

Nombre del documento: VOLUMEN VI HIDROLIGÍA, HIDRÁULICA Y SOCAVACIÓN

RESPONSABLES/VERSION	0	1	2	3	4
ELABORACIÓN NOMBRE:	Juan Pablo Gómez o.	Juan Pablo Gómez o.	Juan Pablo Gómez o.		
FECHA:	12/05/22	09/09/22	13/09/22		
FIRMA:					
REVISIÓN NOMBRE:	Jorge Fandiño	Jorge Fandiño	Jorge Fandiño		
12/05/22 FECHA:	12/06/2022	09/09/22	13/09/22		
FIRMA:					
APROBACIÓN NOMBRE:					
FECHA:					
FIRMA:					

PARTE B

CONTROL DE MODIFICACIONES

EDICIÓN	**SECCIÓN MODIFICADA**	**FECHA**	**MODIFICACIÓN (NATURALEZA DEL CAMBIO)**	**OBSERVACIONES Responsable**
2	General	13/09/2022	Observaciones Interventoría	

PARTE C

DISTRIBUCIÓN Y CONTROL DE COPIAS

Nombre del documento: METODOLOGIA PARTICULAR HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y SOCAVACIÓN

EDICIÓN	**No. COPIA**	**ENTREGADA A:**	**FECHA**	**APROBADO**	**RECIBIDO**
2	Original	INTERVENTORÍA	13/09/22		

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 6
2. OBJETIVOS 7
2.1 Objetivo General 7
2.2 Objetivos Específicos 7
3. ALCANCE 7
4. LOCALIZACION DEL PROYECTO 8
5. CARACTERIZACIÓN CLIMATOLÓGICA Y GEOMORFOLÓGICA 9
5.1 CLIMATOLOGÍA 9
5.1.1 Precipitación 9
5.1.2 Temperatura 10
5.1.3 Humedad relativa 11
5.1.4 Brillo solar 11
5.2 GEOMORFOLOGÍA 11
6. ESTUDIO HIDROLÓGICO 13
6.1 RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN EXISTENTE 13
6.2 PERIODO DE RETORNO 14
6.3 IDENTIFICACIÓN DE ESTACIÓN LINMIGRÁFICA 15
6.3.1 Análisis de confiabilidad de los datos 17
6.3.1.1 Prueba de homogeneidad 17
6.3.1.1.1 Prueba de U de Mann-Whitney 18
6.3.1.1.2 Método gráfico de curva de masa simple 19
6.4 CAUDAL DE DISEÑO 20
6.4.1 Ajuste de datos hidrológicos a una distribución de probabilidad 20
6.4.1.1 Distribución de probabilidad de Gumbel 21
6.4.1.2 Distribución de probabilidad de Log Normal 23
6.4.2 Prueba de ajuste de bondad Chi - Cuadrado (X^2) 24
6.4.3 Caudales máximos de diseño 27
7. ESTUDIO HIDRÁULICO 27
7.1 DINÁMICA FLUVIAL 28
7.2 ANÁLISIS HIDRÁULICO DE CUERPOS DE AGUA MAYORES 29
7.2.1 Generación de Modelo de Elevación Digital 29
7.2.2 Determinación de rugosidad 30
7.2.3 Modelación hidráulica bidimensional 35
7.2.3.1 Modelación hidráulica para el escenario de situación actual 38
7.2.3.2 Modelación hidráulica para el escenario de situación proyectada 52
7.3 ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN 65
7.3.1 Definición del tamaño medio D_{50} 65
7.3.2 Aplicación de las teorías de socavación 67
7.3.2.1 Socavación por contracción 67
7.3.2.2 Socavación local en pilas y estribos del puente 68

7.3.3 Velocidad crítica y velocidad permisible 68
7.3.4 Cálculo de profundidad de socavación 70
7.3.5 Medidas de protección a la socavación 71
7.3.5.1 Protección contra la socavación en talud 72
7.3.5.2 Protección contra la socavación local en pilas 75
8. CONCLUSIONES 79
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 82

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Zona del proyecto 8
Figura 2 Localización en el Municipio de Montería 8
Figura 3 Régimen unimodal de precipitación en la cuenca del río Sinú 10
Figura 4 Ubicación de la estación limnigráfica MONTERÍA-AUT 14
Figura 5 Curva de masa simple – Estación Montería-Aut 20
Figura 6 Ajuste de las distribuciones de probabilidad, Gumbel y Log-Normal y Prueba de ajuste de bondad Chi - Cuadrado (X^2) 27
Figura 7 Modelación Digital del Terreno (MDT) – río Sinú 30
Figura 8 Usos de suelo identificados en tramo de estudio 31
Figura 9 Ubicación de condiciones de borde de entrada y salida del flujo 36
Figura 10 Interfaz de modelo en HEC RAS 2D 37
Figura 11 Rugosidad asignada en modelo 38
Figura 12 Resultados de mancha inundación TR2 39
Figura 13 Resultados de mancha inundación TR5 40
Figura 14 Resultados de mancha inundación TR10 41
Figura 15 Resultados de mancha inundación TR25 42
Figura 16 Resultados de mancha inundación TR50 43
Figura 17 Resultados de mancha inundación TR100 44
Figura 18 Sección transversal en sitio de puente proyectado sobre el río Sinú – TR2 46
Figura 19 Sección transversal en sitio de puente proyectado sobre el río Sinú – TR5 47
Figura 20 Sección transversal en sitio de puente proyectado sobre el río Sinú – TR10 48
Figura 21 Sección transversal en sitio de puente proyectado sobre el río Sinú – TR25 49
Figura 22 Sección transversal en sitio de puente proyectado sobre el río Sinú – TR50 50
Figura 23 Sección transversal en sitio de puente proyectado sobre el río Sinú – TR100 51
Figura 24 Construcción de modelo bidimensional con puente proyectado 52
Figura 25 Resultados de mancha inundación TR2 – Situación proyectada 53
Figura 26 Resultados de mancha inundación TR5 – Situación proyectada 54
Figura 27 Resultados de mancha inundación TR10 – Situación proyectada 55
Figura 28 Resultados de mancha inundación TR25 – Situación proyectada 56
Figura 29 Resultados de mancha inundación TR50 – Situación proyectada 57
Figura 30 Resultados de mancha inundación TR100 – Situación proyectada 58
Figura 31 Sección transversal con puente proyectado sobre el río Sinú – TR2 59
Figura 32 Sección transversal con puente proyectado sobre el río Sinú – TR5 60
Figura 33 Sección transversal con puente proyectado sobre el río Sinú – TR10 61
Figura 34 Sección transversal con puente proyectado sobre el río Sinú – TR25 62
Figura 35 Sección transversal con puente proyectado sobre el río Sinú – TR50 63

Figura 36 Sección transversal con puente proyectado sobre el río Sinú – TR100..... 64
Figura 38 Acopio de grava fina en orillas del río Sinú 66
Figura 39 Acopio de arena gruesa en orillas del río Sinú 66
Figura 39 Orilla del río Sinú en la zona de ubicación de Pilas del puente proyectado..... 67
Figura 40 Esquema gráfico de profundidad de socavación..... 71
Figura 41 Protección con enrocados en talud 73
Figura 42 Enrocado colocado en excavación previamente hecha (Ø≥15°) 77

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estación Montería-Aut – Montería, Córdoba 15
Tabla 2 Caudales máximos mensuales para el periodo de 1963 – 2021 – Estación Montería-Aut..... 16
Tabla 3 Distribución de Gumbel. Valores de Yn y Sn..... 22
Tabla 4 Variables requeridas distribución de probabilidad de Gumbel..... 23
Tabla 5 Caudal máximo de diseño para diferentes periodos de retorno – Distribución de probabilidad de Gumbel..... 23
Tabla 6 Caudal máximo de diseño para diferentes periodos de retorno – Distribución de probabilidad de Log Normal..... 24
Tabla 7 Ajuste de las distribuciones de probabilidad, Gumbel y Log-Normal y Prueba de ajuste de bondad Chi - Cuadrado (X^2) 25
Tabla 8 Caudales máximos de diseño 27
Tabla 9 Valores de coeficiente de rugosidad n de Manning 32
Tabla 10 Valores de coeficiente de rugosidad n de Manning (continuación) 33
Tabla 11 Valores de coeficiente de rugosidad n de Manning (continuación) 34
Tabla 12 Clasificación de sedimentos según tamaño, sistema Wentworth..... 65
Tabla 13 Velocidad crítica..... 70
Tabla 14 Velocidad permisible 70
Tabla 15 Profundidad de socavación..... 70
Tabla 16 Cálculo del peso de las rocas para cada margen..... 74
Tabla 17 Cálculo del diámetro medio de las rocas para cada margen 74
Tabla 18 Cálculo de tamaño medio de las rocas para protección de pilas 76
Tabla 19 Cálculo de geometría de protección contra la socavación de pilas..... 77
Tabla 20 Caudales máximos de diseño 79

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la infraestructura vial es primordial para el avance económico de las ciudades, siendo actualmente uno de los indicativos cruciales para demostrar nuestro desarrollo como país, por ende, es de suma importancia tener un avance continuo en las vialidades, generando mejoras constantes que permitan realizar viajes en menores tiempos, aumentado la velocidad de operación interna en las ciudades.

La infraestructura vial debe ser acorde a las necesidades del sector, por ende, las zonas en desarrollo se ven obligadas a realizar mejoras en su infraestructura vial ante los crecimientos de población y del parque automotor del país, es por esto, que en el momento se adelantan múltiples proyectos de ampliaciones viales e infraestructura nueva en las diferentes zonas que unen cabeceras municipales, buscando mejorar las condiciones y tiempos de viaje.

Por lo anterior, nace la necesidad de proyectar un tercer puente bidireccional sobre el Rio Sinú con una longitud aproximada de 380 metros de superestructura y 60 metros a cada lado correspondiente a los accesos, para garantizar y optimizar la conexión y transitabilidad en la Ciudad de Montería, y al mismo tiempo, reducir los tiempos de viajes y disminuir la accidentabilidad.

Por todo lo descrito anteriormente, el Instituto Nacional de Vías – INVIAS, saco a contratación los estudios y diseños del tercer puente sobre el río Sinú en Fase III y el análisis para la solución a nivel de prefactibilidad de la intersección vial calle 20, contrato que fue adjudicado al Consorcio Puente Sinú FIA.

En el presente informe se desarrollan los trabajos de hidrología, hidráulica y socavación que permitan dar alcance al proyecto **“ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINU, MONTERIA, CORDOBA.”**

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

El objetivo del presente documento es presentar la elaboración de los estudios, y diseños de hidrología, hidráulica y socavación del Volumen VI, **Estudio de Hidrología, Hidráulica y Socavación,** establecido en los Términos de Referencia del contrato No 1550 de 2021.

2.2 Objetivos Específicos

Se presenta a continuación los objetivos específicos necesarios para la consecución del objetivo principal.

- Estudio hidrológico para la estimación de caudales máximos.
- Análisis de dinámica fluvial para la identificación de posibles afectaciones en la zona del puente del río Sinú.
- Estudio hidráulico para la determinación de los niveles de inundación y profundidades de socavación en pilas y estribos.
- Identificación de interferencias de redes existentes y diseño de redes si así lo requiere.
- Diseño de obras longitudinales y transversales en el puente y accesos.

3. ALCANCE

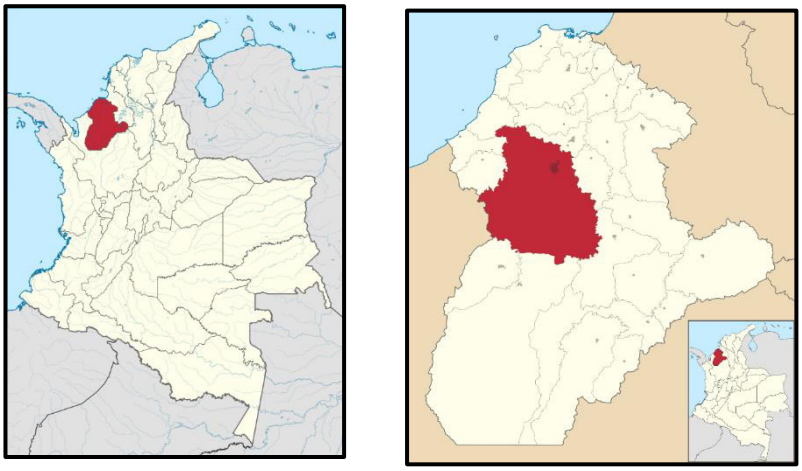
"El consultor debe establecer las características hidrológicas y los factores de la dinámica fluvial del rio, que permitan definir las dimensiones y ubicación de los elementos del nuevo puente, en función de la seguridad, amenaza y posible vulnerabilidad de la nueva infraestructura, para limitar de manera adecuada estas tres (03) últimas condiciones. Por otra parte, debe establecer a través del diseño el manejo de escorrentía superficial y flujo subsuperficial para garantizar la estabilidad de la infraestructura propia del puente y complementaria a dicha estructura (obras de drenaje y subdrenaje), como de las zonas de aproximación a los accesos."[1]. según lo planteado en el Anexo Técnico CMA-DT-SEI-024-2021.

[1] Tomado de: SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS E INNOVACIÓN. INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Anexo Técnico CMA-DT-SEI-024-2021.

4. LOCALIZACION DEL PROYECTO

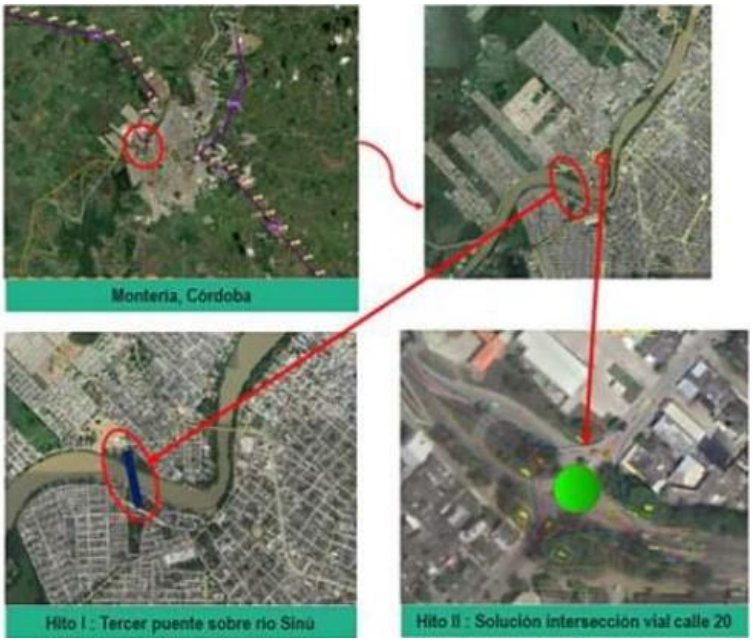
- El proyecto se localiza en la ciudad de Montería departamento de Córdoba, ubicado en la carrera 3W con calle 20. La ubicación general se muestra en la Figura 1, mientras en la Figura 2 se incluye la localización específica en el Municipio de Montería.

Figura 1 Zona del proyecto



Fuente: Consultor

Figura 2 Localización en el Municipio de Montería



Fuente: Anexo Técnico

5. CARACTERIZACIÓN CLIMATOLÓGICA Y GEOMORFOLÓGICA

5.1 CLIMATOLOGÍA

Para la caracterización climatológica de la cuenca del río Sinú se partió del trabajo realizado por el IGAC dentro de su proyecto de Sistemas de Información Geográfica - Plan de Acción Forestal para Colombia (SIG-PAFC), en el cual se realizó una Caracterización Climática de la Cuenca Hidrográfica del Río Sinú, Parte Media y Baja en marzo de 1996 y llego a realizar una delimitación climática con base en la metodología de Thornwaite. En dicho estudio la cuenca del río Sinú queda enmarcada dentro de tres categorías climáticas: ligeramente húmedo desde límites de los municipios de Tierralta y Montería hacia arriba, semiseco sobre la margen izquierda y en los municipios de Chimá, San Andrés, Chinú y Cienaga de Oro y semihúmedo para el resto de la cuenca media y baja. Se consideraron parámetros hidroclimatológicos de estaciones Pluviométricas y climatológicas ubicadas en todo el Departamento de Córdoba. Los parámetros utilizados fueron la precipitación, temperatura, humedad relativa, brillo solar y vientos como elementos de descripción y caracterización general de la cuenca (POMCA río Sinú, 2004).

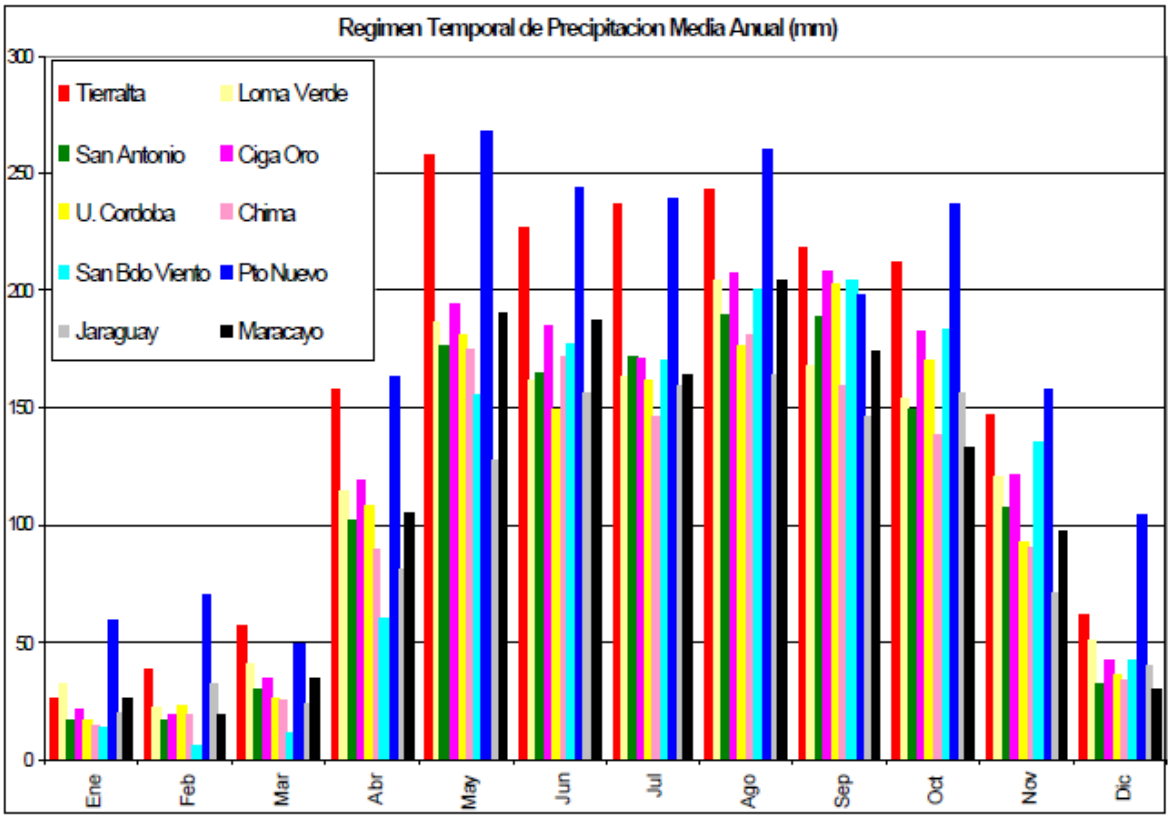
5.1.1 Precipitación

En el Alto Sinú se presentan las mayores precipitaciones, con lluvias medias anuales de entre 3000 y 4000 mm. Hacia la parte baja del Parque Nacional Natural Paramillo, donde se ubica la Hidroeléctrica Urrá, las precipitaciones promedio anuales son del orden de los 2000 a 2500 mm, descendiendo entre los 1400 y 1700 mm a la altura de los municipios de Tierralta y la ciénaga de Betancí, de ahí en adelante las precipitaciones tienen una magnitud aproximada de 1600 a 1400 mm hasta la ciudad de Montería, descendiendo hasta los 1300 mm en el recorrido final del bajo Sinú hasta su desembocadura.

El régimen de precipitación en la cuenca es unimodal con una temporada seca y una húmeda al año. Las lluvias se inician en mayo y se extienden hasta comienzos de noviembre, la época seca va desde mediados de noviembre hasta los primeros días de abril; el mes más húmedo es junio y los más secos enero y febrero. Más del 80% de las precipitaciones se producen en época de invierno. En la Figura 3 se aprecia el régimen unimodal de la precipitación. Solo se muestran algunas de las estaciones analizadas. Aquellas que presentan mayor registro histórico de datos y distribuidas sobre toda la cuenca.

El comportamiento espacial y temporal de las precipitaciones es el fenómeno climático más importante. Se presentan dos patrones en el comportamiento climático. Uno espacial que hace que la precipitación aumente a medida que el valle se estrecha y asciende, y otro temporal debido al paso de la zona de convergencia intertropical (ZCIT). De noviembre a marzo el clima es seco, y de mayo a noviembre es lluvioso (POMCA río Sinú, 2004).

Figura 3 Régimen unimodal de precipitación en la cuenca del río Sinú



Fuente: POMCA río Sinú, 2004

5.1.2 Temperatura

La temperatura promedio en las tierras bajas es de 27°C desde la zona costanera de la cuenca hasta el embalse de Urrá. Solo a partir de este punto la temperatura comienza a descender llegando en las cimas de Paramillo a 8°C.
El carácter tropical del valle y la predominancia de las zonas bajas establece un régimen térmico cálido tropical con temperaturas medias mensuales superiores a los 25oC, y diferencias día – noche mayores que las diferencias intermensuales. La temperatura del aire del valle del río Sinú es bastante alta (promedio anual por encima de los 27.5° C y varía poco anualmente, las variaciones en el día en la temperatura son relativamente altas (10°C). Las temperaturas son más altas en abril (en promedio 28° C), siendo menor en noviembre (en promedio de 27.2° C) (POMCA río Sinú, 2004).

5.1.3 Humedad relativa

La humedad relativa corresponde a la relación de la presión de vapor real y su valor de saturación a una temperatura dada. La humedad relativa presenta valores superiores a 80% en toda la cuenca teniendo su valor mínimo hacia Montería en donde alcanza el 82%. Desde este punto hacia el norte la humedad relativa aumenta muy uniformemente hasta llegar a un valor de 86% en el mar Caribe. De igual forma hacia el sur también se presenta un incremento en la humedad, pero esta llega a un valor máximo puntual de 85% en inmediaciones de la Ciénaga de Betancí. Igualmente, la humedad relativa presenta variación temporal. Durante el periodo seco es del 82%, durante el período húmedo se aumenta alrededor del 85%, como resultado la evapotranspiración es mayor durante la estación seca (POMCA río Sinú, 2004).

5.1.4 Brillo solar

La zona de estudio presenta una alta incidencia de brillo solar debido a su posición astronómica y a las características del relieve, encontrándose asociado en forma inversa con la nubosidad y por ende con la precipitación, registrándose los mayores valores entre los meses de noviembre a abril.

El número de horas totales anuales de brillo solar en la cuenca del río Sinú varía entre 1400 y 2300 horas. El valor máximo se registra en el mar Caribe donde se tienen 2309 horas de brillo solar al año. Este valor comienza a disminuir a medida que se asciende en la cuenca y a la altura de Montería se tienen en promedio 2000 horas. Hacia la zona del municipio de Valencia se han registrado 1600 horas y en Urrá se tienen valores entre 1400 y 1500 horas (POMCA río Sinú, 2004).

5.2 GEOMORFOLOGÍA

La región de la cuenca del río Sinú se encuentra ubicada en el sector noroccidental de Colombia, limitada al este por la cuenca hidrográfica del río San Jorge y el Departamento de Sucre; al oeste y sur por el Departamento de Antioquia y al norte por el mar Caribe, posee una extensión aproximada de 1.395244 Ha.

Los grandes procesos formadores de relieve ocurridos en la región están vinculados con los eventos tectónicos, material litológico y a las modificaciones bioclimáticas generadas desde el inicio de su aparición. Las condiciones morfológicas como la inestabilidad, vulnerabilidad y riesgo han condicionado el uso y ocupación del territorio de la cuenca hidrográfica del río Sinú. Bajo estas características las poblaciones orientan y desarrollan sus actividades con riesgo latente, especialmente por las inundaciones periódicas que se presentan, cuando las actividades socioeconómicas se desarrollan en zonas de riesgo o vulnerables se aceleran los procesos morfodinámicos influyendo en forma negativa en el desarrollo sostenible de la región.

La morfogénesis de la cuenca se ha manifestado bajo la influencia de dos procesos formadores del relieve, el primero originado por fuerzas endógenas correspondientes a fases tectónicas de levantamiento, hundimiento y plegamiento, las cuales dieron lugar al nacimiento a zonas de gran altitud; éstas se presentan especialmente en la zona alta de la cuenca (Montañas irregulares), depresiones intramontañosas y la llanura depresionada. El segundo está relacionado con los intensos procesos denudativos, los cuales modelaban las zonas relativamente altas, generando depósitos que han sido transportados por los sistemas fluviales originados durante el levantamiento andino.

La clasificación geomorfológica se basó en la metodología de análisis de terreno del Instituto Internacional para el Estudio Aeroespacial y Ciencias de la Tierra, ITC (1986), cuyos niveles fueros comparados con la terminología utilizada por Hugo Villota del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC, (1992) en clasificaciones fisiográficas, para implementarse en el presente estudio.

Las geoformas se clasificaron según su origen, con este criterio se identificaron ambientes de formación variados que gradan desde esencialmente marinos, aluviales, denudativos, estructurales y mixtos con edades que no superan los 5000 años antes del presente, según estudios realizados, Aguirre (1994) (POMCA río Sinú, 2004).

Para la zona de estudio del tercer puente sobre el río Sinú se identifican geoformas colinadas denudativas. En esta categoría de gran paisaje se incluyen aquellas elevaciones del terreno que no hacen parte de cordilleras, una altura y morfología actuales no dependen de plegamiento de rocas de la corteza, ni tampoco del volcanismo sino exclusivamente de los procesos exógenos degradacionales determinados por el agua y el viento, con fuerte incidencia de las geoformas colinadas denudativas cubren amplias superficies de la cuenca hidrográfica del río Sinú sin mostrar una dirección clara, ya que provienen de la erosión de antiguas llanuras agradacionales, o sino del aplanamiento diferencial de las anteriores cordilleras , determinado por la acción prolongada de los procesos denudacionales. A menudo las colinas y lomas aparecen separadas por algunos valles estrechos colmatados, de fondo plano y plano – cóncavo.

La profundización de los cauces de los ríos no es tan marcada, como tampoco lo es relieve resultante. Aquí el sistema fluvial sigue un modelado dendrítico, con segmentos más homogéneos en cuanto a longitud y profundidad, pero con diferencias en su densidad y en la forma y amplitud de los interluvios, según la predominancia de materiales algo consistentes y permeables como arenas, gravas, etc. (densidad alta e interluvios estrechos). En todos los casos, pero a diferente velocidad, el avance de la denudación muestra en la madurez temprana una topografía de fuertes ondulaciones. En la madurez avanzada el paisaje se torna colinado, con cimas estrechas y concordantes; posteriormente se reducen los niveles interfluviales, se redondean y configuran una superficie de lomeríos.

6. ESTUDIO HIDROLÓGICO

El estudio hidráulico busca calcular los caudales máximos de diseño en función de los periodos de retorno sugeridos por la normativa nacional. En este capítulo se busca obtener los caudales máximos para los diferentes periodos de retorno en el punto de cruce del río Sinú con el tercer puente proyectado.

6.1 RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN EXISTENTE

Para la elaboración de los estudios hidrológicos fue necesario recopilar y actualizar la información que se describe a continuación:

Para la estimación de los caudales máximos se utilizará la información de la estación limnigráfica MONTERIA-AUT (13067020) perteneciente al IDEAM, ubicada a unos metros aguas abajo del sitio de cruce proyectado para el puente tres. En la Figura 4 se muestra la ubicación de la estación mencionada y la ubicación del puente proyectado sobre el río Sinú. La información de la estación mencionada se encuentra consignada en el Anexo 1.

A nivel cartográfico se utilizó el mapa de relieve que se encuentra en la página web del IGAC (http://www.igac.gov.co/igac), debidamente georreferenciado. Se descargaron imágenes satelitales de la zona de estudio a partir de la página de descarga gratuita SAS PLANET. Esta información se encuentra consignada en el Anexo 2.

Figura 4 Ubicación de la estación limnigráfica MONTERÍA-AUT



Fuente: Elaboración propia

De la Figura 4 se aprecia como la estación limnigráfica se encuentra aproximadamente a unos 860 m aguas abajo del tercer puente proyectado sobre el río Sinú. Debido a la poca distancia que existe entre el tercer puente y la estación Montería-Aut, se puede concluir que la diferencia de caudales entre los dos puntos será mínima, teniendo en cuenta que los valores de caudal que maneja el río Sinú (>600 m^3/s) son mucho más altos a los caudales que se pudieran generar por escorrentía superficial entre el tercer puente proyectado y el puente existente donde está ubicada la estación limnigráfica. Así pues, se concluye que no es necesario realizar un análisis hidrológico de la cuenca del río Sinú (desde su delimitación hasta un modelo distribuido de crecientes), ni tampoco es necesario realizar un análisis de transposición de caudales, teniendo en cuenta lo dicho anteriormente.

Para el desarrollo del estudio hidrológico se trabajará con los caudales obtenidos en la estación limnigráfica MONTERIA-AUT del IDEAM.

6.2 PERIODO DE RETORNO

En la hidrología aplicada se utiliza indistintamente el concepto de probabilidad *p(x)* o de periodo de retorno, entendido como un porcentaje de los años de ocurrencia de un evento próximo. Por lo que si un suceso extraordinario se presenta (por término medio cada TR años, su probabilidad es el inverso (Aristizábal, 2012).

Para el presente estudio se estimaron los caudales máximos en los diferentes puntos de cierre para los períodos de retorno de 2, 10, 15, 25, 50 y 100 años. Sin embargo, teniendo en cuenta el tipo de proyecto, se debe seguir con lo recomendado en los Términos de referencia para la elaboración de estudios de impacto ambiental, dados por la Asociación Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), el cual en su capítulo 7.4 menciona lo siguiente: *"Para estructuras tales como viaductos, puentes, pontones y box coulvert, adicionalmente se debe presentar el diseño del tránsito hidráulico, mostrando adecuadamente los niveles que alcanzan los caudales diseñados, asociados con los respectivos periodos de retorno, el criterio mínimo de seguridad será que discurran, al menos, los caudales con período de 100 años. De igual manera, presentar el diseño en etapa de factibilidad de los bordes libres y obras y/o medidas de protección adicionales, para garantizar la estabilidad ambiental del cauce en el tramo analizado".*

De acuerdo con lo comentado anteriormente, para el presente estudio se tendrán en cuenta para el diseño de las estructuras hidráulicas, los caudales obtenidos para periodos de retorno de **100 años**.

6.3 IDENTIFICACIÓN DE ESTACIÓN LINMIGRÁFICA

Como se dijo anteriormente, sobre el río Sinú se tiene información limnigráfica de la estación Montería-Aut del IDEAM, la cual tiene registros de caudales máximos mensuales desde el año de 1963 hasta el 2021, con algunos años sin registro, sumando un total de 57 años de información aceptable. Las características de la estación se muestran en la Tabla 1. En el Anexo 1 se presenta la información obtenida del IDEAM.

Tabla 1. Estación Montería-Aut – Montería, Córdoba

ESTACIÓN	MONTERÍA-AUT	**LATITUD**	8.751611
MUNICIPIO	MONTERÍA	**LONGITUD**	-75.892417
CORRIENTE	RÍO SINÚ	**ALTITUD**	15 m

Fuente: DHIME – IDEAM

Para garantizar la calidad de los resultados obtenidos en el estudio hidrológico es importante validar la información hidrológica utilizada para el cálculo de los caudales máximos en el tramo de estudio. Dicha validación se debe realizar con el fin de establecer la conveniencia o no de su aplicación en los diferentes estudios hidrológicos e hidráulicos, y adoptar así los correctivos que haya a lugar.

Teniendo validada la información hidrológica, se procede a determinar los caudales máximos mensuales anuales para el periodo de 57 años (1963 – 2021), con los cuales se obtendrán los caudales máximos para los diferentes periodos de retorno. Es importante dejar claro que no se tienen registros de información de los años 1968 y 1996. Si bien esto no es recomendable, dadas las circunstancias, y la escasa información que existe en estaciones cercanas, la estación Montería - Aut es la opción con mejores condiciones de trabajo. Esta información se consigna en la Tabla 2.

En el Anexo 4 se muestra el procesamiento hidrológico de la información para la estimación de los caudales máximos para los diferentes periodos de retorno.

Tabla 2 Caudales máximos mensuales para el periodo de 1963 – 2021 – Estación Montería-Aut

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Max. Anual
1963	933.4	297.2	151	483	892	1240	1020	800	784	790	830	455	**1,240**
1964	226	96	89	335	553	868	936	890	666	950	720	463	**950**
1965	357.2	235.7	543	555	1100	483	555	618	776	886	730	281	**1,100**
1966	649	279	89	434	545	691	927	812	882	824	740	538	**927**
1967	222	178	177	258	682	850	925	966	717.9	680	572	565	**966**
1969	262.2	240.9	380	393.2	413	913.2	826.2	884.6	802.8	765.2	602.5	705.5	**913**
1970	670.5	311.2	169.4	663	943.8	904.5	851.4	789.8	821	881.9	732	808	**944**
1971	706	332	595	450	803	656	1010	966	975	854	955	370	**1,010**
1972	399.8	222.7	204	378.2	884.6	950	600	854.3	821	913.2	743.5	422	**950**
1973	232.2	82.4	69	234.7	651	653.2	786	721.6	865	840	919.2	736	**919**
1974	357.2	197.8	254.4	686.3	712	758.5	509.6	811	677	890	926.1	595.4	**926**
1975	191	93.4	146.6	104	375.3	738.5	910	938.4	877.5	933	914.6	716.8	**938**
1976	305.8	304	163.5	369.6	597.8	930.7	943.8	707	751	778.5	709.5	322	**944**
1977	304.2	92	58	261.6	763.5	887.5	919.2	808.5	559	960	738.5	536.5	**960**
1978	222	217.5	590.7	651	791	964.8	731.2	751	651	862.5	840	550.2	**965**
1979	199.5	112.2	140.5	344.8	704.5	880	887.5	704.5	761	731.2	552.4	605	**888**
1980	265	315	84.8	156.4	494	515.5	751	692	617.8	818.2	559	605	**818**
1981	353.7	588.4	855	791	946.5	815.8	830.2	677	949.2	731.2	667	554.6	**949**
1982	326.4	422.4	202.5	466	697	623.9	813.4	687	741	726.4	623.9	271.4	**813**
1983	290.6	100	135	411.6	648.8	781	796	743.5	728.8	840	860	574.6	**860**
1984	392	229.5	324.5	163	382.2	600.8	754	729	776.2	734	602.9	534.8	**776**
1985	178.7	128.2	104.3	183.7	304.7	682.5	519	829.5	782	753.2	629.5	492.4	**830**
1986	312	285.7	113.4	696.3	766	814.2	924.9	391.4	627.9	749.6	538.6	404	**925**
1987	217	294.5	98.6	679.8	843.6	567.7	858.8	803.4	658.8	810	777	735.3	**859**
1988	224	107.7	97.5	536.6	613.8	658.8	856.5	956.4	772.6	865.5	696.3	484.4	**956**
1989	465.2	200.4	311.4	275	690.2	692.1	666.6	709.9	662.7	607.8	761.4	491	**761**
1990	313	191.4	325	309.8	836.6	737.6	609.8	739.6	629.4	652.9	842.5	698	**843**
1991	214.5	214.5	326.6	248.4	499.6	761.5	693.6	645.6	704	677	651.3	570.6	**762**
1992	160.5	80	131.2	232.8	563.3	487.8	643.8	761.5	713.5	662.5	662.5	611.3	**762**
1993	344.5	251.7	256.2	647.5	781	713.5	738.2	655	559.1	691.5	705.9	709.7	**781**
1994	310.3	157	287.1	499.6	860	649.4	625	761.5	775.2	834	909.3	630.6	**909**
1995	256.3			310.3	668.7	713.5	879.5	812.2	683.3	840	605.5	391	**880**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Max. Anual
1997	226.6	303.8	245.1	365.7	455.1	758	617.8	498.8	445	680.2	550.4	353.6	**758**
1998	125.8	309.6	155.8	332.9	703.2	778.4	873.7	718.8	561	722.7	680.2	568	**874**
1999	339.2	471	471	730.5	751.5	716.5	808	788.6	856	848	798.1	317.4	**856**
2000	380.5	463.6	471	416	610	645	685	720	792.4	762	734.7	665	**792**
2001	298.4	265	585.5	547.8	575	573.3	610	617	627.5	820	840	720	**840**
2002	762	370	441.4	840	840	840	730.5	762	757.8	685	677	585.5	**840**
2003	416	259	519.4	589	830	645	693.8	757.8	720	699	558	771.5	**830**
2004	484.6	532	541	519.4	641.5	762	645	603	665	671	685	566.5	**762**
2005	606.5	580.3	558	618.8	762	790.5	810	820	709.5	741	713	613.5	**820**
2006	610	571.6	537.4	558	720	720	804	828	702.5	617	596	636.3	**828**
2007	603	459.9	526.6	597.8	690.3	881.9	902.8	957.6	769.6	834	554.6	617	**958**
2008	271.2	292	392.8	541	677	794.3	741	638	613.5	953.2	707.8	604.8	**953**
2009	412.4	461.8	435.9	539.2	549.5	736.8	769.6	638	428.6	403.4	585.5	651	**770**
2010	321.8	142.5	448.5	570.9	592.8	780.4	644.7	793	883.2	787.6	698	960.3	**960**
2011	547.4	344	347.4	668	661.3	604.5	576	689.7	673	621.3	489.3	710	**710**
2012	564.2	239.9	316	569.2	811.2	599.5	614.6	572.6	624.7	747.6	733.9	643	**811**
2013	312.5	215.7	572.6	599.5	639.7	619.6	414	689.7	747.6	550.8	521.2	462.6	**748**
2014	228	184.5	232.5	231	292.8	606.2	623	523	656.3	626.3	480.4	452	**656**
2015	151.6	201.8	201.8	240	403.7	549.1	534.2	473.3	305.1	485.7	624.7	407.1	**625**
2016	196	162.2	173.4	205.6	712.9	725.92	744.52	705.46	384	398.8	755.68	729.64	**756**
2017	267.8	149.9	243.8	331	718.48	853.44	938.64	864.48	725.92	888.72	485.6	449.5	**939**
2018	281	281	158.35	175	711.04	774.28	798.24	740.8	559.4	582.2	638	428.6	**798**
2019	144	155.1	136.3	225.6	699.88	844.24	740.8	648.9	611	722.2	693.37	257.9	**844**
2020	248	162.2	152.5	137.8	180.25	297.5	699.88	718.48	685	699.88	545.75	585.8	**718**
2021	357	139.4	228.4	398.8	487.5	629	685	903.28	722.2	725.92	567.2	567.2	**903**

Fuente: DHIME – IDEAM

6.3.1 Análisis de confiabilidad de los datos

El tratamiento de datos hidroclimatológicos determina la confiabilidad de la información, y la posibilidad de conocer si los resultados que se obtengan se asemejen a las condiciones propias de cada zona de estudio. Dicho análisis se realiza utilizando los criterios de homogeneidad, consistencia, y detección de datos atípicos, donde se revisa la información registrada de cada estación y se consolida su evaluación a partir de los resultados de las pruebas mencionadas.

6.3.1.1 Prueba de homogeneidad

De acuerdo con la OMM, “homogeneidad significa que todos los elementos de la serie de datos provienen de una misma población”, en las series en las que se

presentan fenómenos extremos como crecidas, la homogeneidad puede verse afectada al igual que cuando se presentan cambios o daños en los instrumentos de medición, así como las modificaciones en el ambiente, fenómenos de la variabilidad climática y alteraciones antrópicas.

Evaluando la homogeneidad de una serie se pretende determinar si el compendio de registros es estable en su media y en su varianza, para ello en la literatura se encuentran pruebas gráficas, pruebas paramétricas y pruebas no paramétricas, sin embargo, las de mayor difusión y aplicación corresponden a la prueba paramétrica F de Fisher y la prueba no paramétrica de Siegel y Turkey para la valoración del cambio en la varianza y la prueba paramétrica T de Studend y la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney para la valoración del cambio en la media. Del mismo modo se empelan métodos gráficos como lo son las curvas de masa simple y de doble masa. Para el caso de estudio se empleará la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney y el método gráfico de la curva de masa simple para la determinación de la homogeneidad.

6.3.1.1.1 Prueba de U de Mann-Whitney

El procedimiento llamando prueba U de MannWhitney fue originalmente propuesto por Wilcoxon (1945) para el caso de tamaños muestras iguales (n1 = n2). Festinger (1946) desarrolló independientemente un procedimiento equivalente al de Wilcoxon. Pero fueron Mann y Whitney (1947) los primeros en extender el procedimiento al caso de tamaños muestras desiguales y los primeros también en proporcionar tablas para poder utilizar el procedimiento con muestras pequeñas. Fueron precisamente las aportaciones de Mann y Whitney las que más contribuyeron a la divulgación del procedimiento; de ahí que, generalmente, sea conocido como prueba de Mann-Whitney (Pardo Merino & Ruiz Diaz, 2002).

La prueba consiste en generar dos (2) subconjuntos de la serie original, sobre las cuales se aplica la prueba de comparación de medias en las que se consideran dos muestras de la serie de tamaño p y q donde (p ≤ q), de tal forma que la suma de dichas muestras consolida la totalidad de los datos, es decir N= p+q. Los datos son ordenados en rangos ascendentes y se suman los rangos asignados obteniendo el valor de R y se toman las siguientes consideraciones.

$$U_1 = p * q + \frac{p*(p+1)}{2} - R_1 \qquad ; \qquad U_2 = p * q + \frac{q*(q+1)}{2} - R_2$$

Donde R es la suma de los rangos de los elementos de la primera muestra de tamaño p en la serie combinada, U1 y U2 son calculados a partir de R, p y q, que representa el número de veces que un ejemplar de la primera muestra sigue en rango a un ejemplar de la segunda muestra.

La estadística U se define mediante el menor de los valores de U1 y U2. Cuando N>20 y p, q>3, y a su vez se verifica la hipótesis de ecuanimidad de que ambas muestras provienen de la misma población, U presenta una distribución

aproximadamente normal, cuya media y varianza sin considerar la corrección por empates técnicos se expresan como:

$$\bar{U} = \frac{pq}{2}$$

$$Var(U) = \frac{p * q * (p + q + 1)}{12}$$

La corrección de continuidad necesaria para la adecuada aproximación de la distribución se realiza mediane la siguiente expresión:

$$|Z| = \frac{|U - \bar{U}| - 0.5}{Var(U)}$$

Para una prueba con un nivel de significancia específico, la cantidad es comparada con el cuartil normalizado u_(α/2) para la significancia escogida, es decir el nivel de significancia del 5% repartido en dos colas, aceptaría la hipótesis nula de No Homogeneidad cuando Z>1.96.

En el caso de la estación MONTERÍA-AUT se obtuvo un valor de Z=1.77, siendo menor a 1.96. Esto indica que no existe una diferencia significativa entre las medias de los dos grupos, por lo tanto, la información registrada por dicha estación tiene un grado de homogeneidad aceptable.

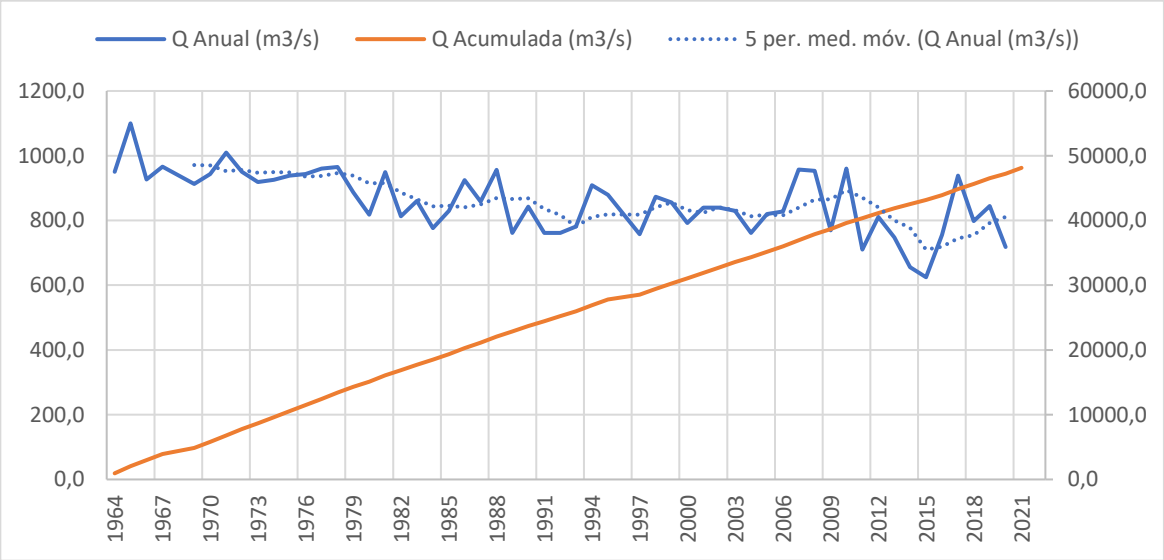
6.3.1.1.2 Método gráfico de curva de masa simple

Para el análisis de consistencia de los datos, se utiliza el método gráfico de la curva de masa simple, donde se acumulan los valores registrados en estación MONTERÍA-AUT a escala mensual con el fin de definir cambios en el tiempo, construyendo dicha grafica al definir la serie acumulada St como:

$S_t = \sum_{i=1}^{t} X_t$ Para t=1, 2… N.

Es de anotar que una serie sin cambio en la media tendrá una gráfica de masas simple similar a una línea recta con pendiente constante, mientras que una serie con una variación en la media presentará movimientos en su pendiente con representación curvilínea. En la Figura 5 se muestra la curva de masa simple para la estación objeto de estudio.

Figura 5 Curva de masa simple – Estación Montería-Aut



Fuente: Consultor

De acuerdo con la Figura 5, se concluye que los datos registrados presentan una homogeneidad aceptable, sin mostrar cambios radicales en la pendiente de la curva que haga pensar en lo contrario.

Así pues, se concluye que los datos son homogéneos y se pueden utilizar todos estos para la determinación de los caudales máximos en el río Sinú. En el Anexo 3 se consignan los cálculos del análisis de confiabilidad de la información recopilada.

6.4 CAUDAL DE DISEÑO

El conocimiento de las funciones de frecuencia o de distribución, si bien brindan información completa acerca del experimento aleatorio estudiado, lo que resulta a veces necesario es describir una distribución estadística por medio de una muestra representativa de datos (Maggio, Gloria E). Para estimar el caudal de diseño se determinó el caudal de mejor ajuste mediante distribución de frecuencias por Gumbel y Log Normal.

6.4.1 Ajuste de datos hidrológicos a una distribución de probabilidad

El ajuste de los datos de las series históricas se realiza con las funciones de Gumbel y Log- Normal. Para estos datos hidrológicos se determina la probabilidad de ser igualados o excedidos con la ecuación de probabilidad de Weibull, donde n corresponde a la frecuencia acumulada.

$$F(x \leq xi) = \frac{1}{n+1}$$

Ecuación 1

6.4.1.1 Distribución de probabilidad de Gumbel

Es una función de probabilidad utilizada usualmente para valores máximos aleatorios sacados de poblaciones suficientemente grandes (INVIAS, 2009).

$$P_{(x \leq x_i)} = e^{-e^{y_i}}$$

Ecuación 2

Donde:
Xi: Variable aleatoria
e: Base de logaritmos neperianos
yi: Variable reducida

Tomando la solución de ajuste a esta distribución de probabilidad por medio del método de los momentos se tiene:

$$y_i = a(x_i - x_f)$$

Ecuación 3

$$a = \frac{S_n}{S}$$

Ecuación 4

$$X_f = \bar{X} - S\frac{Y_n}{S_n}$$

Ecuación 5

Donde:
$\bar{X}$: Promedio aritmético de la muestra
S: Desviación estándar o típica de los datos de la muestra
Xi: Datos de la muestra, desde i igual a uno (1) hasta n
$\boldsymbol{Y_n, S_n}$**:** Media y desviación estándar de la variable reducida "y". Depende del número de años de registros de la muestra "n".

X_f, a: Parámetros que dependen del número de años de la muestra y de $Y_n, S_n, \bar{X}$, S.

Chow (1951) para la distribución de máximos valores extremos tipo I sugiere la siguiente ecuación para una variable reducida "y", la cual se define como:

$$y = -Ln\left[Ln\left(\frac{1}{F_{(x)}}\right)\right]$$

Ecuación 6

Luego:

$$F_{(x_T)} = \frac{T-1}{T}$$

Ecuación 7

Sustituyendo la ecuación 7 en la ecuación 6 se tiene que:

$$y_t = -Ln\left[Ln\left(\frac{T}{T-1}\right)\right]$$

Ecuación 8

Ahora, involucrando la variable reducida "y_T" en la ecuación 9 se tiene, en definitiva:

$$X_f = \bar{X} - S\frac{(y_T - Y_n)}{S_n}$$

Ecuación 9

Tabla 3 Distribución de Gumbel. Valores de Yn y Sn

n	Y_n	S_n	n	Y_n	S_n	n	Y_n	S_n
2	0.4043	0.4984	37	0.5418	1.1339	84	0.5576	1.1967
3	0.4286	0.6435	38	0.5424	1.1363	86	0.5580	1.1980
4	0.4458	0.7315	39	0.5430	1.1388	88	0.5583	1.1994
5	0.4588	0.7928	40	0.5436	1.1413	90	0.5586	1.2007
6	0.4690	0.8388	41	0.5442	1.1436	92	0.5589	1.2020
7	0.4774	0.8749	42	0.5448	1.1458	94	0.5592	1.2032
8	0.4843	0.9043	43	0.5453	1.1480	96	0.5595	1.2044
9	0.4902	0.9288	44	0.5458	1.1499	98	0.5598	1.2055
10	0.4952	0.9497	45	0.5463	1.1519	100	0.5600	1.2065
11	0.4996	0.9676	46	0.5468	1.1538	150	0.5646	1.2253
12	0.5035	0.9833	47	0.5473	1.1557	200	0.5672	1.2360
13	0.5070	0.9972	48	0.5477	1.1574	250	0.5688	1.2429
14	0.5100	1.0095	49	0.5481	1.1590	300	0.5699	1.2479
15	0.5128	1.0206	50	0.5485	1.1607	400	0.5714	1.2545
16	0.5157	1.0316	51	0.5489	1.1623	500	0.5724	1.2588
17	0.5181	1.0411	52	0.5493	1.1638	750	0.5738	1.2651
18	0.5202	1.0493	53	0.5497	1.1653	1000	0.5745	1.2685
19	0.5220	1.0566	54	0.5501	1.1667			
20	0.5236	1.0628	55	0.5504	1.1681			
21	0.5252	1.0696	56	0.5508	1.1696			
22	0.5368	1.0754	57	0.5511	1.1708			
23	0.5283	1.0811	58	0.5515	1.1721			
24	0.5296	1.0864	59	0.5518	1.1734			
25	0.5309	1.0915	60	0.5521	1.1747			
26	0.5320	1.0961	62	0.5527	1.1770			
27	0.5332	1.1004	64	0.5533	1.1793			
28	0.5343	1.1047	66	0.5538	1.1814			
29	0.5353	1.1086	68	0.5543	1.1834			
30	0.5362	1.1124	70	0.5548	1.1854			
31	0.5371	1.1159	72	0.5552	1.1873			
32	0.5380	1.1193	74	0.5557	1.1890			
33	0.5388	1.1226	76	0.5561	1.1906			
34	0.5396	1.1255	78	0.5565	1.1923			
35	0.5403	1.1285	80	0.5569	1.1938			
36	0.5410	1.1313	82	0.5572	1.1953	∞	0.5772	1.2826

En la Tabla 4 se relacionan las variables requeridas para la estimación del caudal máxima de diseño por la distribución de probabilidad de Gumbel para cada uno de los periodos de retorno analizados.

Tabla 4 Variables requeridas distribución de probabilidad de Gumbel

N° de Datos	57.00
Media Datos	866.18
Desviación Estándar Datos	105.36
Coeficiente asimetría Datos	0.56
Media de la variable reducida (Yn)	0.5510
Desviación de la variable reducida (Sn)	1.1708

Fuente: Consultor

Así pues, los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 5 para la distribución de probabilidad de Gumbel.

Tabla 5 Caudal máximo de diseño para diferentes periodos de retorno – Distribución de probabilidad de Gumbel

Periodo de Retorno T_R (Años)	YT	Caudal máximo (m^3/s)
2	0.37	**904.80**
5	1.50	**1024.22**
10	2.25	**1103.28**
25	3.20	**1203.18**
50	3.90	**1277.29**
100	4.60	**1350.86**

Fuente: Consultor

6.4.1.2 Distribución de probabilidad de Log Normal

El factor de frecuencia puede expresarse utilizando la ecuación 10 (Chow, 1994):

$$K_T = \frac{x_T - \mu}{\sigma}$$

Ecuación 10

Este es el mismo de la variable normal estándar z. El valor de z correspondiente a una probabilidad de excedencia de $p(p = \frac{1}{T})$ puede calcularse encontrando el valor de una variable intermedia w:

$$w = \left[Ln\left(\frac{1}{p^2}\right)\right]^{1/2} \quad (0 < p \leq 0.5)$$

Ecuación 11

Y luego calculando z utilizando la aproximación:

$$z = w - \frac{2.515517 + 0.80253w + 0.010328w^2}{1 + 1.432788w + 0.189269w^2 + 0.001308w^3}$$

Ecuación 12

Cuando p>0.5, 1 – p es sustituido por p en la Ecuación 11 y el valor de z calculado al utilizar la Ecuación 12 se le asigna un signo negativo. El error en esta fórmula es menor que 0.00045 en z (Abramowitz y Stegun, 1965). El factor de frecuencia KT para la distribución Normal y Log Normal es igual a z, tal como se mencionó anteriormente. Para la distribución Log Normal se aplica a los logaritmos las variables y su media y desviación estándar son las utilizadas en la Ecuación 13.

$$y_T = \bar{y} + K_T S_y$$

Ecuación 13

Así pues, los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 6 para la distribución de probabilidad de Log Normal.

Tabla 6 Caudal máximo de diseño para diferentes periodos de retorno – Distribución de probabilidad de Log Normal

Periodo de Retorno T_R (Años)	$P=1/T_R$	$W=LN(1/P^2)^{1/2}$	Z	K_T	Y_T	Caudal máximo (m^3/s)
2	0.500	1.177	-1.01E-07	-0.00149	2.934	**859.84**
5	0.200	1.794	8.41E-01	0.84102	2.979	**951.88**
10	0.100	2.146	1.28E+00	1.28268	3.002	**1003.99**
25	0.040	2.537	1.75E+00	1.75415	3.026	**1062.78**
50	0.020	2.797	2.05E+00	2.05898	3.042	**1102.61**
100	0.010	3.035	2.33E+00	2.33336	3.057	**1139.74**

Fuente: Consultor

6.4.2 Prueba de ajuste de bondad Chi - Cuadrado (X^2)

Esta prueba mide la bondad del ajuste de los datos históricos a la recta de mejor ajuste entre las distribuciones de probabilidad utilizadas: Gumbel y Log-Normal. Con el cálculo del valor de C de la prueba Chi-Cuadrado en cada distribución de probabilidad, se comparan y se determina la función que mejor se ajusta a los datos hidrológicos que corresponde a la función con el menor valor de C.

$$C = \frac{\sum_{i=1}^{k}(N_i - E_i)^2}{E_i}$$

Ecuación 14 Valor de C, Chi Cuadrado.

A continuación, se presenta como ejemplo en la Tabla 7, los resultados de las distribuciones de probabilidad en la estación Montería-Aut y la selección del mejor ajuste de acuerdo con la prueba de bondad Chi - Cuadrado (X^2).

De los resultados obtenidos para cada una de las distribuciones de probabilidad mencionadas se concluye que la distribución de probabilidad de Log Normal gráficamente presenta un mejor comportamiento que la distribución de probabilidad Gumbel. Esto se aprecia claramente en la Figura 6, en la cual se evidencia un comportamiento más ajustado a los datos registrados por la estación Montería-Aut. En el Anexo 4 se encuentran consignados los resultados obtenidos.

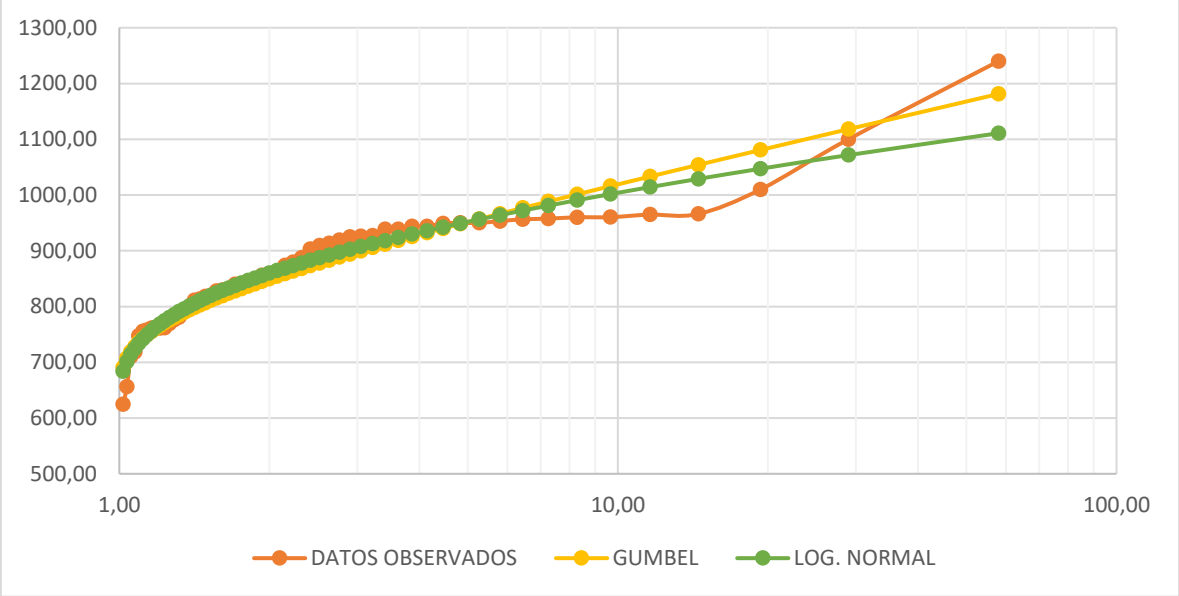
Tabla 7 Ajuste de las distribuciones de probabilidad, Gumbel y Log-Normal y Prueba de ajuste de bondad Chi - Cuadrado (X^2)

DATOS OBSERVADOS			GUMBEL		LOG NORMAL						CHI-CUADRADO	
ORDEN	Tr	Q (m3/s)	YT	Q (m3/s)	P=1/TR	W=LN(1/P2)1/2	Z	KT	YT	Q (m3/s)	GUMBEL	L.NORMAL
1	58.00	1240.00	4.05	1181.22	1.7%	2.85	2.11	2.12	3.05	1110.76	2.925	15.04
2	29.00	1100.00	3.35	1118.05	3.4%	2.60	1.82	1.82	3.03	1071.59	0.291	0.75
3	19.33	1010.00	2.94	1080.75	5.2%	2.43	1.63	1.63	3.02	1047.12	4.632	1.32
4	14.50	966.00	2.64	1054.05	6.9%	2.31	1.48	1.49	3.01	1028.89	7.355	3.84
5	11.60	964.80	2.41	1033.14	8.6%	2.21	1.36	1.37	3.01	1014.14	4.520	2.40
6	9.67	960.30	2.21	1015.89	10.3%	2.13	1.26	1.26	3.00	1001.64	3.042	1.71
7	8.29	960.00	2.05	1001.16	12.1%	2.06	1.17	1.17	3.00	990.70	1.692	0.95
8	7.25	957.60	1.91	988.27	13.8%	1.99	1.09	1.09	2.99	980.91	0.952	0.55
9	6.44	956.40	1.78	976.79	15.5%	1.93	1.01	1.01	2.99	972.02	0.426	0.25
10	5.80	953.20	1.66	966.41	17.2%	1.88	0.94	0.94	2.98	963.83	0.180	0.12
11	5.27	950.00	1.56	956.91	19.0%	1.82	0.88	0.88	2.98	956.21	0.050	0.04
12	4.83	950.00	1.46	948.15	20.7%	1.78	0.82	0.82	2.98	949.07	0.004	0.00
13	4.46	949.20	1.37	940.00	22.4%	1.73	0.76	0.76	2.97	942.32	0.090	0.05
14	4.14	943.80	1.29	932.36	24.1%	1.69	0.70	0.70	2.97	935.91	0.140	0.07
15	3.87	943.80	1.21	925.17	25.9%	1.64	0.65	0.65	2.97	929.78	0.375	0.21
16	3.63	938.64	1.13	918.36	27.6%	1.60	0.59	0.59	2.97	923.90	0.448	0.24
17	3.41	938.40	1.06	911.88	29.3%	1.57	0.54	0.54	2.96	918.23	0.771	0.44
18	3.22	927.00	0.99	905.69	31.0%	1.53	0.49	0.49	2.96	912.76	0.501	0.22
19	3.05	926.10	0.92	899.76	32.8%	1.49	0.45	0.44	2.96	907.44	0.771	0.38
20	2.90	924.90	0.86	894.05	34.5%	1.46	0.40	0.40	2.96	902.27	1.064	0.57
21	2.76	919.20	0.80	888.55	36.2%	1.43	0.35	0.35	2.95	897.23	1.057	0.54
22	2.64	913.20	0.74	883.22	37.9%	1.39	0.31	0.31	2.95	892.30	1.017	0.49
23	2.52	909.30	0.68	878.06	39.7%	1.36	0.26	0.26	2.95	887.46	1.111	0.54
24	2.42	903.28	0.63	873.04	41.4%	1.33	0.22	0.22	2.95	882.71	1.048	0.48
25	2.32	887.50	0.57	868.14	43.1%	1.30	0.17	0.17	2.94	878.03	0.432	0.10
26	2.23	879.50	0.52	863.36	44.8%	1.27	0.13	0.13	2.94	873.41	0.302	0.04
27	2.15	873.70	0.47	858.68	46.6%	1.24	0.09	0.08	2.94	868.85	0.263	0.03
28	2.07	860.00	0.42	854.09	48.3%	1.21	0.04	0.04	2.94	864.33	0.041	0.02
29	2.00	858.80	0.37	849.58	50.0%	1.18	0.00	0.00	2.93	859.84	0.100	0.00

DATOS OBSERVADOS			GUMBEL		LOG NORMAL						CHI-CUADRADO	
ORDEN	Tr	Q (m3/s)	YT	Q (m3/s)	P=1/TR	W=LN(1/P2)1/2	Z	KT	YT	Q (m3/s)	GUMBEL	L.NORMAL
30	1.93	856.00	0.32	845.13	51.7%	1.15	-0.04	-0.04	2.93	855.38	0.140	0.00
31	1.87	844.24	0.27	840.75	53.4%	1.12	-0.09	-0.09	2.93	850.94	0.015	0.05
32	1.81	842.50	0.22	836.41	55.2%	1.09	-0.13	-0.13	2.93	846.51	0.044	0.02
33	1.76	840.00	0.17	832.12	56.9%	1.06	-0.17	-0.17	2.93	842.08	0.075	0.01
34	1.71	840.00	0.13	827.85	58.6%	1.03	-0.22	-0.22	2.92	837.64	0.178	0.01
35	1.66	830.00	0.08	823.62	60.3%	1.01	-0.26	-0.26	2.92	833.19	0.049	0.01
36	1.61	829.50	0.03	819.39	62.1%	0.98	-0.31	-0.31	2.92	828.72	0.125	0.00
37	1.57	828.00	-0.02	815.17	63.8%	0.95	-0.35	-0.35	2.92	824.22	0.202	0.02
38	1.53	820.00	-0.06	810.95	65.5%	0.92	-0.40	-0.40	2.91	819.67	0.101	0.00
39	1.49	818.20	-0.11	806.72	67.2%	0.89	-0.44	-0.44	2.91	815.08	0.163	0.01
40	1.45	813.40	-0.16	802.46	69.0%	0.86	-0.49	-0.49	2.91	810.42	0.149	0.01
41	1.41	811.20	-0.20	798.17	70.7%	0.83	-0.54	-0.54	2.91	805.68	0.213	0.04
42	1.38	798.24	-0.25	793.83	72.4%	0.80	-0.59	-0.59	2.90	800.86	0.025	0.01
43	1.35	792.40	-0.30	789.43	74.1%	0.77	-0.64	-0.64	2.90	795.93	0.011	0.02
44	1.32	781.00	-0.35	784.95	75.9%	0.74	-0.69	-0.69	2.90	790.87	0.020	0.12
45	1.29	776.20	-0.40	780.38	77.6%	0.71	-0.75	-0.75	2.90	785.67	0.022	0.11
46	1.26	769.60	-0.45	775.69	79.3%	0.68	-0.81	-0.81	2.89	780.30	0.048	0.15
47	1.23	762.00	-0.51	770.85	81.0%	0.65	-0.86	-0.87	2.89	774.72	0.102	0.21
48	1.21	761.50	-0.56	765.83	82.8%	0.62	-0.93	-0.93	2.89	768.91	0.024	0.07
49	1.18	761.50	-0.62	760.59	84.5%	0.58	-0.99	-0.99	2.88	762.80	0.001	0.00
50	1.16	761.40	-0.68	755.08	86.2%	0.54	-1.06	-1.06	2.88	756.34	0.053	0.03
51	1.14	758.00	-0.75	749.21	87.9%	0.51	-1.14	-1.14	2.87	749.45	0.103	0.10
52	1.12	755.68	-0.82	742.87	89.7%	0.47	-1.22	-1.22	2.87	742.00	0.221	0.25
53	1.09	747.60	-0.90	735.92	91.4%	0.42	-1.32	-1.31	2.87	733.84	0.185	0.26
54	1.07	718.48	-0.98	728.08	93.1%	0.38	-1.42	-1.42	2.86	724.69	0.127	0.05
55	1.05	710.00	-1.09	718.88	94.8%	0.33	-1.54	-1.54	2.85	714.10	0.110	0.02
56	1.04	656.30	-1.21	707.34	96.6%	0.26	-1.69	-1.69	2.85	701.18	3.682	2.87
57	1.02	624.70	-1.40	690.49	98.3%	0.19	-1.91	-1.90	2.83	683.58	6.269	5.07
											48.06	**40.92**

Fuente: Consultor

Figura 6 Ajuste de las distribuciones de probabilidad, Gumbel y Log-Normal y Prueba de ajuste de bondad Chi - Cuadrado (X^2)



Fuente: Consultor

6.4.3 Caudales máximos de diseño

En la Tabla 8 presentan los valores de caudales máximos obtenidos para la estación limnigráfica MONTERÍA-AUT en función del periodo de retorno considerado, obtenidos a partir de los ajustes estadísticos de los datos hidrológicos, reflejados en el Anexo 4 del presente estudio.

Tabla 8 Caudales máximos de diseño

ESTACIÓN	T (años)	Q max (m^3/s)
Montería - Aut	2	**859.84**
Montería - Aut	5	**951.88**
Montería - Aut	10	**1003.99**
Montería - Aut	25	**1062.78**
Montería - Aut	50	**1102.61**
Montería - Aut	100	**1139.74**

Fuente: Consultor

7. ESTUDIO HIDRÁULICO

En este capítulo se buscará obtener los niveles de lámina de agua para los diferentes periodos de retorno del río Sinú en el punto donde se proyecta el cruce del tercer puente. Adicionalmente, en este capítulo se incluyen los análisis hidráulicos y el diseño de las estructuras de drenaje requeridas para el correcto manejo de la escorrentía superficial del puente en los accesos y áreas de drenaje adyacentes al tramo de vía objeto de los presentes estudios.

7.1 DINÁMICA FLUVIAL

Analizar el comportamiento hidráulico del río Sinú a lo largo de los años es fundamental para establecer la posible afectación de las estructuras del puente, teniendo en cuenta las características de hidráulica fluvial propias del río mencionado. Este análisis se lleva a cabo mediante el uso de fotografías aéreas tomadas a lo largo de los años, que muestren el movimiento de las bancas y los meandros del río con el pasar del tiempo, permitiendo identificar aquellos puntos que requieran especial atención a la hora de ubicar estructuras nuevas.

Dentro del proyecto del tercer puente del río Sinú, en el informe de Geología y Geotecnia se desarrolla un capítulo de análisis multitemporal del río Sinú, describiendo de manera muy detallada el comportamiento hidráulico del río a lo largo de los años y la incidencia que puede tener este en la ubicación de pilas y estribos del puente en mención. Dicho capítulo corresponde al numeral 9.3 Análisis multitemporal del informe de Geología para ingeniería y Geotecnia. Se recomienda al lector tener presente este capítulo del informe de geología para la revisión holística de los componentes que hacen parte del proyecto de diseño del tercer puente del río Sinú.

Del informe mencionado se concluye que el movimiento del río Sinú se da principalmente hacia la margen izquierda, presentando una erosión menor en dicha margen, cercana a la carrera 3W. Dicho movimiento no representa un riesgo elevado de socavación en dicha margen, toda vez que la erosión presentada a lo largo de los años no ha significado una amenaza para la infraestructura cercana al río.

De igual manera, en el mismo sector del río se presenta una agradación importante en la margen derecha, como consecuencia del depósito de finos en la parte interna de la curva. En dicha agradación el río tuvo una ligera disminución de su ancho con respecto a la condición inicial analizada en las imágenes aéreas presentadas en el Informe de Geología y Geotecnia.

En el sitio exacto del cruce del río Sinú con el tercer puente proyectado no se identifican movimientos considerables que pudieran afectar las estructuras de pilas y estribos, por lo que, desde el punto de vista de dinámica fluvial, no existe un riesgo elevado de afectación al puente proyectado. En el Anexo 5 se relacione el informe de Geología y Geotecnia mencionado previamente.

7.2 ANÁLISIS HIDRÁULICO DE CUERPOS DE AGUA MAYORES

El objetivo de este análisis es conocer la incidencia de los eventos de caudales máximos en el diseño y construcción del tercer puente sobre el río Sinú mencionado en este informe. De esta manera, en el desarrollo de este capítulo, se analizarán los resultados de niveles de inundación obtenidos para los periodos de retorno sugeridos en dos partes. La primera modelando hidráulicamente cada puente bajo el escenario actual, lo cual sirve de base para identificar el gálibo mínimo que se debe tener en cuenta para establecer la cota baja del tablero del puente proyectado. La segunda parte consiste en modelar el río con la geometría del puente proyectado, identificando posibles problemas de distribuciones de flujo y velocidad para la estimación de la socavación potencial y con ello proponer las medidas protectoras y las cotas de cimentación de las infraestructuras proyectadas.

Para la estimación de los niveles de inundación y velocidades en el tramo correspondiente a cada uno de los puentes analizados se sigue la siguiente metodología:

- Levantamiento batimétrico del tramo de cada uno de los puentes.
- Análisis de levantamiento batimétrico (corrección de curva y generación del modelo de elevación digital del terreno, MDT).
- Estimación de coeficiente de rugosidad en el área de estudio.
- Modelación hidráulica del tramo de estudio bajo el escenario actual.
- Modelación hidráulica del tramo de estudio incluyendo la geometría de cada uno de los puentes proyectos a partir de los resultados del punto anterior.
- Análisis de resultados obtenidos.

La modelación hidráulica del tercer puente sobre el río Sinú depende del procesamiento del levantamiento batimétrico y su modelo de elevación digital. Para este caso se realizó el levantamiento batimétrico del tramo de estudio, consignado en el Anexo 6.

7.2.1 Generación de Modelo de Elevación Digital

A partir del levantamiento batimétrico realizado sobre el río Sinú (Anexo 6), se genera el modelo de elevación digital el terreno (MDT) que sirve de base para la modelación hidráulica del cuerpo de agua. Dicho MDT se genera a partir del uso de sistemas de información geográfica que transforma las curvas de nivel en un modelo tridimensional que caracteriza de manera más exacta las condiciones reales del río en el tramo de estudio.
Con el fin de establecer límites en el modelo hidráulico, se determina el polígono generado por el modelo de elevación digital como el área de estudio, ejecución de procesos y resultados en el análisis del tramo del río Sinú. Esto significa que toda la información que se suministre al modelo bidimensional y los resultados que se obtengan estarán enmarcados en el polígono definido por el MDT.

Adicionalmente, con el fin de contrastar lo obtenido en el MDT con las características de la zona de estudio, se descarga la ortofoto del área cercana al tercer puente sobre el río Sinú, a partir de la herramienta de uso libre SAS PLANET. En la Figura 7 se muestra la ortofoto mencionada del sector aledaño al río Sinú y al puente proyectado, así como el modelo de elevación digital generado de las curvas de nivel obtenidas en el levantamiento batimétrico.

En el cuadro de convenciones se identifica la variación en la altura sobre el nivel del mar de los diferentes puntos del MDT. En el Anexo 8 se tienen consignados los archivos SIG que se utilizaron para el desarrollo de este estudio.

Figura 7 Modelación Digital del Terreno (MDT) – río Sinú



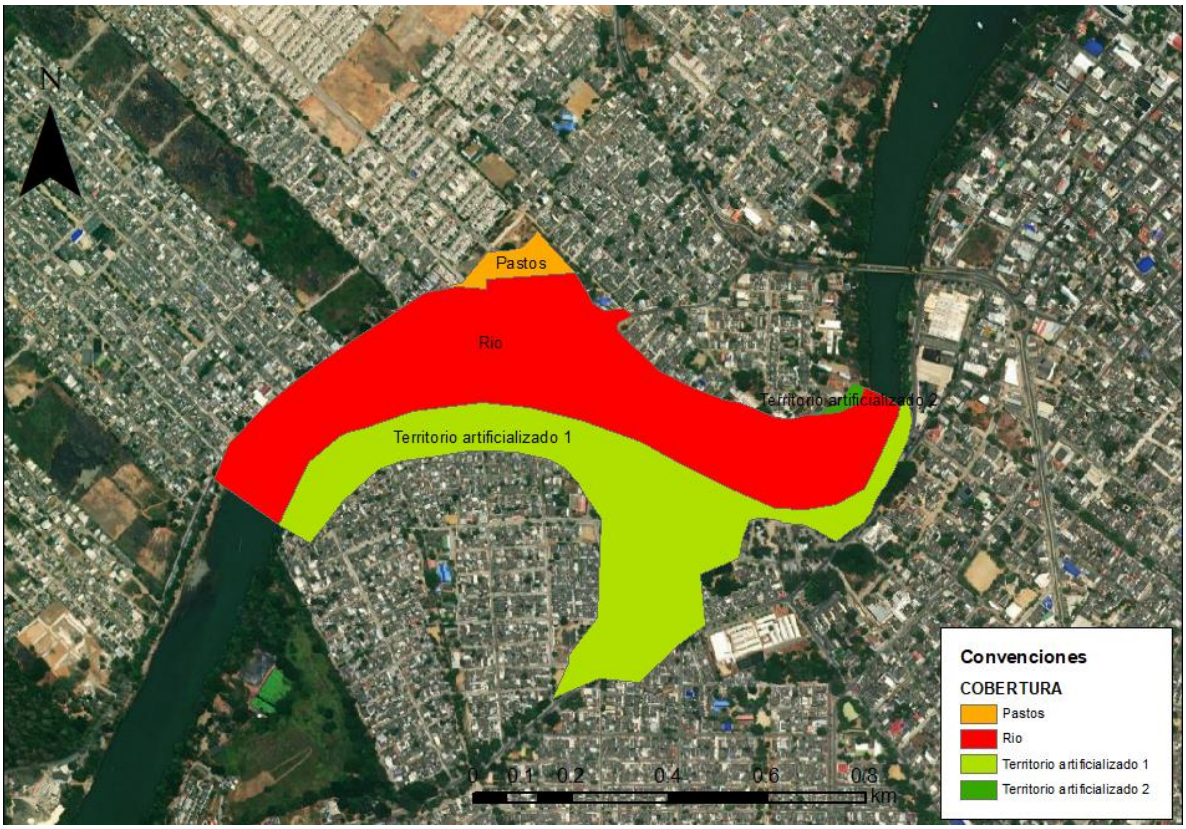
Fuente: Consultor

7.2.2 Determinación de rugosidad

Como insumo fundamental en el modelo hidráulico, se determina la rugosidad de la zona de estudio delimitada por el MDT en función del uso del suelo. Para obtener la información sobre usos del suelo se descargó y georreferenció el mapa de cobertura y usos de la tierra que se encuentra disponible en la página web del IGAC en su geoportal, correspondiente al visor de patrones Corine Land Cover. Esta información se encuentra consignada en el Anexo 2.

Para la definición del coeficiente de escorrentía para los diferentes usos de suelo identificados se tiene en cuenta la tabla dada por (Chow, 1994), en la cual se recomiendan los coeficientes de rugosidad según el tipo de uso de suelo. En la Figura 8 se aprecian los diferentes usos del suelo identificados en el área de estudio.

Figura 8 Usos de suelo identificados en tramo de estudio



Fuente: IGAC

Se tienen cuatro 4 (usos del suelo) con los cuales se modela hidráulicamente para determinar los niveles de inundación. Para el territorio artificializado se sugiere un coeficiente de rugosidad de **0.017** correspondientes a terrenos en concreto (Tabla 9). Para el río se define un coeficiente de rugosidad de **0.035** correspondiente a corrientes con planicies limpias, rectas, en máximo nivel, con piedras y maleza (Tabla 10). Para Pastos se define un coeficiente de rugosidad de **0.040** correspondiente a pastos altos en planicies de inundación (Tabla 11).

Tabla 9 Valores de coeficiente de rugosidad n de Manning

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
B. Canales revestidos o desarmables			
B-1. Metal			
a. Superficie lisa de acero			
1. Sin pintar	0.011	**0.012**	0.014
2. Pintada	0.012	0.013	0.017
b. Corrugado	0.021	0.025	0.030
B-2. No metal			
a. Cemento			
1. Superficie pulida	0.010	0.011	0.013
2. Mortero	0.011	0.013	0.015
b. Madera			
1. Cepillada, sin tratar	0.010	0.012	0.014
2. Cepillada, creosotada	0.011	0.012	0.015
3. Sin cepillar	0.011	0.013	0.015
4. Láminas con listones	0.012	0.015	0.018
5. Forrada con papel impermeabilizante	0.010	0.014	0.017
c. Concreto			
1. Terminado con llana metálica (palustre)	0.011	**0.013**	0.015
2. Terminado con llana de madera	0.013	0.015	0.016
3. Pulido, con gravas en el fondo	0.015	0.017	0.020
4. Sin pulir	0.014	0.017	0.020
5. Lanzado, sección buena	0.016	0.019	0.023
6. Lanzado, sección ondulada	0.018	0.022	0.025
7. Sobre roca bien excavada	0.017	0.020	
8. Sobre roca irregularmente excavada	0.022	0.027	
d. Fondo de concreto terminado con llana de madera y con lados de			
1. Piedra labrada, en mortero	0.015	0.017	0.020
2. Piedra sin seleccionar, sobre mortero	0.017	0.020	0.024
3. Mampostería de piedra cementada, recubierta	0.016	0.020	0.024
4. Mampostería de piedra cementada	0.020	0.025	0.030
5. Piedra suelta o *riprap*	0.020	0.030	0.035
e. Fondo de gravas con lados de			
1. Concreto encofrado	0.017	0.020	0.025
2. Piedra sin seleccionar, sobre mortero	0.020	0.023	0.026
3. Piedra suelta o *riprap*	0.023	0.033	0.036
f. Ladrillo			
1. Barnizado o lacado	0.011	**0.013**	0.015
2. En mortero de cemento	0.012	**0.015**	0.018
g. Mampostería			
1. Piedra partida cementada	0.017	0.025	0.030
2. Piedra suelta	0.023	0.032	0.035
h. Bloques de piedra labrados	0.013	0.015	0.017
i. Asfalto			
1. Liso	0.013	0.013	
2. Rugoso	0.016	0.016	
j. Revestimiento vegetal	0.030	·····	0.500

Fuente: Chow, 1994

Tabla 10 Valores de coeficiente de rugosidad n de Manning (continuación)

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
C. Excavado o dragado			
a. En tierra, recto y uniforme			
1. Limpio, recientemente terminado	0.016	0.018	0.020
2. Limpio, después de exposición a la intemperie	0.018	**0.022**	0.025
3. Con gravas, sección uniforme, limpio	0.022	0.025	0.030
4. Con pastos cortos, algunas malezas	0.022	0.027	0.033
b. En tierra, serpenteante y lento			
1. Sin vegetación	0.023	0.025	0.030
2. Pastos, algunas malezas	0.025	0.030	0.033
3. Malezas densas o plantas acuáticas en canales profundos	0.030	0.035	0.040
4. Fondo en tierra con lados en piedra	0.028	0.030	0.035
5. Fondo pedregoso y bancas con malezas	0.025	0.035	0.040
6. Fondo en cantos rodados y lados limpios	0.030	0.040	0.050
c. Excavado con pala o dragado			
1. Sin vegetación	0.025	0.028	0.033
2. Matorrales ligeros en las bancas	0.035	0.050	0.060
d. Cortes en roca			
1. Lisos y uniformes	0.025	0.035	0.040
2. Afilados e irregulares	0.035	0.040	0.050
e. Canales sin mantenimiento, malezas y matorrales sin cortar			
1. Malezas densas, tan altas como la profundidad de flujo	0.050	0.080	0.120
2. Fondo limpio, matorrales en los lados	0.040	0.050	0.080
3. Igual, nivel máximo de flujo	0.045	0.070	0.110
4. Matorrales densos, nivel alto	0.080	0.100	0.140
D. Corrientes naturales			
D-1. Corrientes menores (ancho superficial en nivel creciente < 100 pies)			
a. Corrientes en planicies			
1. Limpias, rectas, máximo nivel, sin montículos ni pozos profundos	0.025	**0.030**	0.033
2. Igual al anterior, pero con más piedras y malezas	0.030	0.035	0.040
3. Limpio, serpenteante, algunos pozos y bancos de arena	0.033	0.040	0.045
4. Igual al anterior, pero con algunos matorrales y piedras	0.035	0.045	0.050
5. Igual al anterior, niveles bajos, pendientes y secciones más ineficientes	0.040	0.048	0.055
6. Igual al 4, pero con más piedras	0.045	0.050	0.060
7. Tramos lentos, con malezas y pozos profundos	0.050	0.070	0.080
8. Tramos con muchas malezas, pozos profundos o canales de crecientes con muchos árboles con matorrales bajos	0.075	0.100	0.150

Fuente: Chow, 1994

Tabla 11 Valores de coeficiente de rugosidad n de Manning (continuación)

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
b. Corrientes montañosas, sin vegetación en el canal, bancas usualmente empinadas, árboles y matorrales a lo largo de las bancas sumergidas en niveles altos			
1. Fondo: gravas, cantos rodados y algunas rocas	0.030	0.040	0.050
2. Fondo: cantos rodados con rocas grandes	0.040	0.050	0.070
D-2. Planicies de inundación			
a. Pastizales, sin matorrales			
1. Pasto corto	0.025	0.030	0.035
2. Pasto alto	0.030	0.035	0.050
b. Áreas cultivadas			
1. Sin cultivo	0.020	0.030	0.040
2. Cultivos en línea maduros	0.025	0.035	0.045
3. Campos de cultivo maduros	0.030	0.040	0.050
c. Matorrales			
1. Matorrales dispersos, mucha maleza	0.035	0.050	0.070
2. Pocos matorrales y árboles, en invierno	0.035	0.050	0.060
3. Pocos matorrales y árboles, en verano	0.040	0.060	0.080
4. Matorrales medios a densos, en invierno	0.045	0.070	0.110
5. Matorrales medios a densos, en verano	0.070	0.100	0.160
d. Árboles			
1. Sauces densos, rectos y en verano	0.110	0.150	0.200
2. Terreno limpio, con troncos sin retoños	0.030	0.040	0.050
3. Igual que el anterior, pero con una gran cantidad de retoños	0.050	0.060	0.080
4. Gran cantidad de árboles, algunos troncos caídos, con poco crecimiento de matorrales, nivel del agua por debajo de las ramas	0.080	0.100	0.120
5. Igual al anterior, pero con nivel de creciente por encima de las ramas	0.100	0.120	0.160
D-3. Corrientes mayores (ancho superficial en nivel de creciente > 100 pies). El valor de *n* es menor que el correspondiente a corrientes menores con descripción similar, debido a que las bancas ofrecen resistencia menos efectiva.			
a. Sección regular, sin cantos rodados ni matorrales	0.025	.....	0.060
b. Sección irregular y rugosa	0.035	.....	0.100

Fuente: Chow, 1994

7.2.3 Modelación hidráulica bidimensional

Para la modelización hidráulica se utilizó el programa de cálculo HEC RAS 2D 5.0.7, implementándose en el mismo un cálculo en régimen permanente gradualmente variado. HEC-RAS puede realizar enrutamiento hidrodinámico bidimensional (2D) dentro de la parte de análisis de flujo inestable del software. Se busca que el modelo analice flujos no estacionarios bidimensionales (2D) (ecuaciones de aguas poco profundas (SWE) o ecuaciones de ondas de difusión (DWE)). Las áreas de flujo 2D en HEC-RAS se pueden usar de varias maneras. Los siguientes son algunos ejemplos de cómo se pueden usar las áreas de flujo 2D para respaldar el modelado con HEC-RAS:

- Modelado detallado de canales 2D
- Modelado detallado de canales 2D y planicies de inundación
- Canales 1D combinados con áreas de llanuras aluviales 2D
- Canales/planicies de inundación 1D combinados con áreas de flujo 2D detrás de los diques
- Conecta directamente tramos 1D dentro y fuera de áreas de flujo 2D
- Conecta directamente un área de flujo 2D a un área de almacenamiento 1D con una estructura hidráulica
- Múltiples áreas de flujo 2D en la misma geometría
- Conecta directamente múltiples áreas de flujo 2D con estructuras hidráulicas
- Análisis de ruptura de presa simplificados a muy detallados
- Análisis de brechas de dique simplificados a muy detallados
- Régimen de flujo mixto. La capacidad 2D (así como la 1D) puede manejar el flujo supercrítico y subcrítico, así como las transiciones de flujo de subcrítico a supercrítico y de supercrítico a subcrítico (saltos hidráulicos)

El modelado de flujo 2D se logra agregando elementos de área de flujo 2D al modelo de la misma manera que se agrega un área de almacenamiento. Se agrega un área de flujo 2D dibujando un polígono de área de flujo 2D; se desarrolla la malla computacional 2D; luego vinculando las áreas de flujo 2D a los elementos del modelo 1D y/o conectando directamente las condiciones de contorno a las áreas 2D.

El modelo hidráulico de HEC RAS 2D trabaja en función del modelo de elevación digital, las condiciones de caudal a la entrada y la salida, los usos de suelo del tramo de estudio y las estructuras que inciden directa o indirectamente en las condiciones del flujo. Los caudales máximos son ingresados independientemente para cada modelo con el fin de obtener una mancha de inundación propia para cada escenario. HEC-RAS tiene un preprocesador de área de flujo 2D que procesa las celdas y las caras de las celdas en tablas detalladas de propiedades hidráulicas basadas en el terreno subyacente utilizado en el proceso de modelado.

Las celdas computacionales están representadas por líneas negras gruesas. Los centros de cálculo de las celdas están representados por puntos negros y son las ubicaciones donde se calcula la elevación de la superficie del agua para cada celda. La relación elevación-volumen de cada celda se basa en los detalles del terreno subyacente. Cada cara

de la celda es una sección transversal detallada basada en el terreno subyacente debajo de la línea que representa la cara de la celda. Este proceso permite que el agua se mueva entre las celdas en función de los detalles del terreno subyacente, tal como está representado por las caras de la celda y el volumen contenido dentro de esa celda. Por lo tanto, un canal pequeño que atraviesa una celda, y es mucho más pequeño que el tamaño de la celda todavía está representado por la relación de volumen de elevación de la celda y las propiedades hidráulicas de las caras de la celda. Esto significa que el agua puede correr a través de celdas más grandes, pero aun así puede representarse con sus propiedades normales de canal.

Las condiciones de caudal de entrada corresponden los caudales máximos puntuales de cada uno de los cuerpos de agua que ingresan a la malla de estudio. En la Figura 9 se aprecia, a modo de ejemplo, la ubicación de las condiciones de entrada para el puente del río Sinú, en el cual se cargan los valores de caudal máximo obtenido para los diferentes periodos de retorno. Esta definición de condición de borde busca estar acorde con las condiciones topográficas y el drenaje que se da dentro del tramo evaluado. Las condiciones de caudal de salida corresponden a aquellos puntos donde descola el cuerpo de agua dentro de la malla de cálculo. Estas condiciones de borde deben coincidir en número a las entradas asignadas, y no se requiere incluir valores de caudales.

Figura 9 Ubicación de condiciones de borde de entrada y salida del flujo



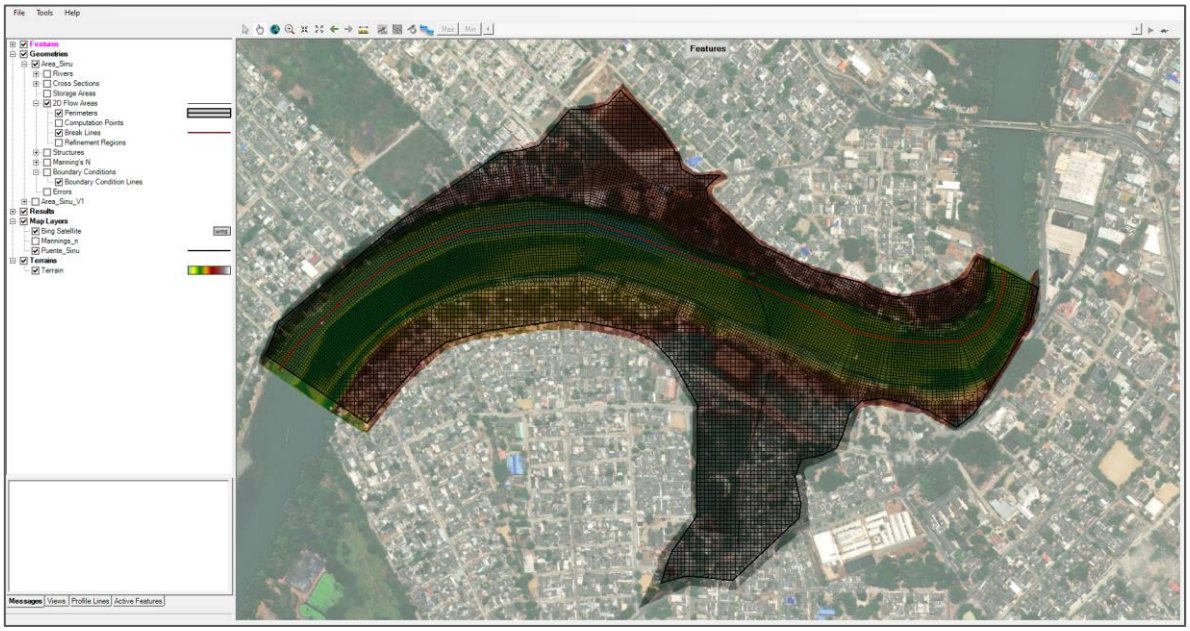
Fuente: Consultor

En la Figura 10 se muestra el interfaz del modelo en HEC RAS 2D y la malla de cálculo obtenida para las condiciones iniciales del río Sinú en el tramo de estudio. El incremento de tiempo máximo será de 1 segundo para la modelación hidráulica

El tamaño de la malla se define en función del tamaño del MDT generado a partir de la información topográfica. Se busca definir un valor de espaciamiento entre celdas que representen de manera real las condiciones de la superficie. Adicionalmente, se deben definir las líneas de quiebre o zonas de análisis detallado, las cuales corresponden al eje del cuerpo de agua y el alineamiento de la vía proyectada a la cual se le incluirá la obra hidráulica propuesta.

Para el caso de los puntos de cruce objeto de estudio se adoptan espaciamientos de celda de 7 m en el tramo cercano al eje del cuerpo de agua y alineamiento de la vía proyectada. En función de las características de los cuerpos de agua analizados se define un tramo de análisis con niveles de detalle mayor, buscando describir la zona de perímetro mojado de manera más ajustada a la realidad, en los extremos de este tramo central el tamaño de celdas es mayor según las características del terreno.

Figura 10 Interfaz de modelo en HEC RAS 2D



Fuente: Consultor

En la Figura 11 se muestra el interfaz de la rugosidad incluida en el modelo hidráulico de HEC RAS 2D para el mismo punto de cruce a modo de ejemplo. Esta rugosidad fue tomada del análisis de rugosidad mostrado en el capítulo anterior.

Figura 11 Rugosidad asignada en modelo



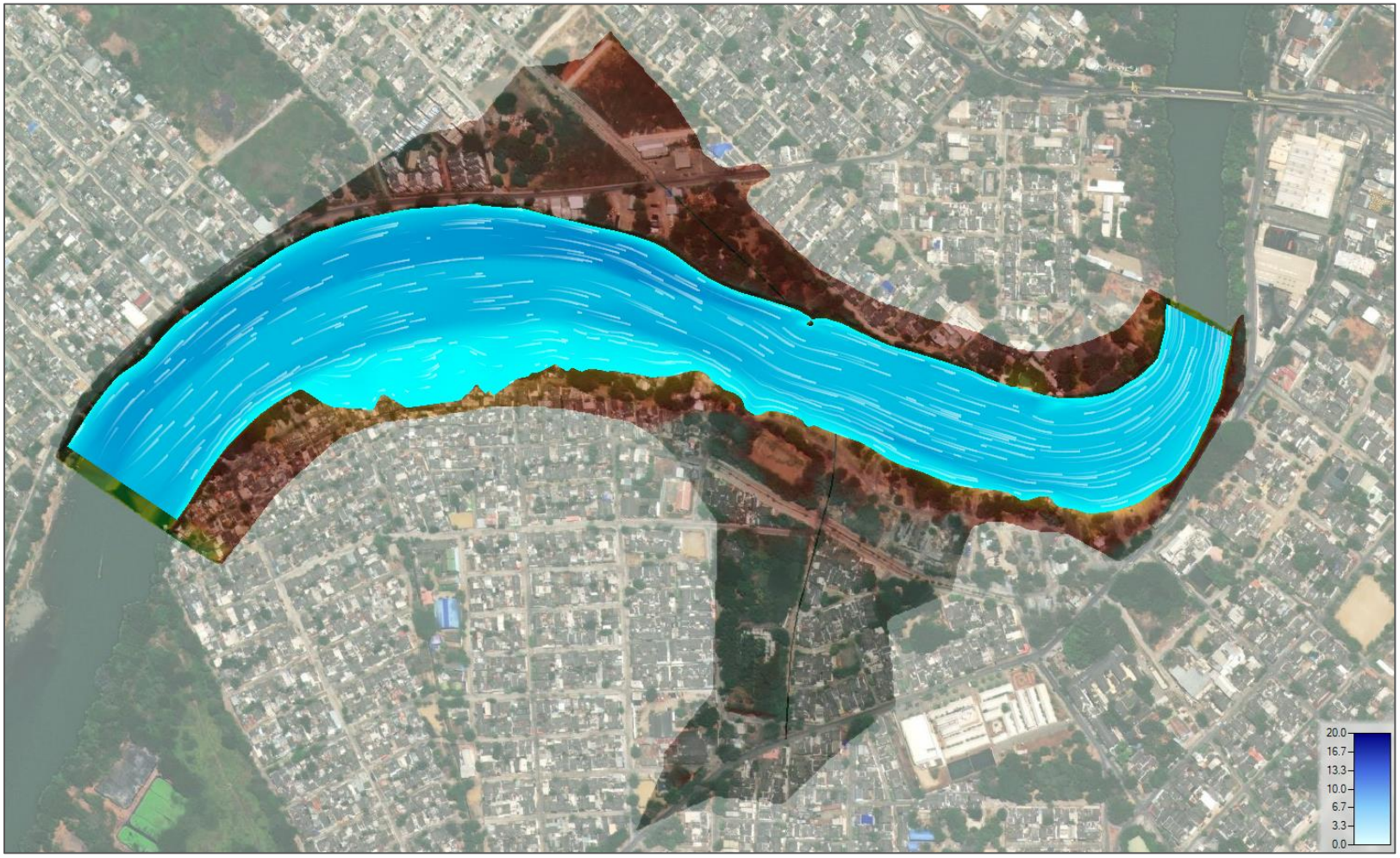
Fuente: Consultor

A continuación, se mostrarán los resultados obtenidos para el análisis de inundación sobre el tramo de estudio en el río Sinú para el escenario de condiciones actuales y el escenario de condiciones proyectadas, en el cual se incorpora el puente diseñado. En el Anexo 9 y Anexo 10 se consignan los modelos hidráulicos para las condiciones actuales y las condiciones proyectadas respectivamente. En el Anexo 11 y Anexo 12 se tienen los resultados en formato raster de las envolventes de profundidad, velocidad y nivel de lámina de agua para la situación actual y proyectada.

7.2.3.1 Modelación hidráulica para el escenario de situación actual

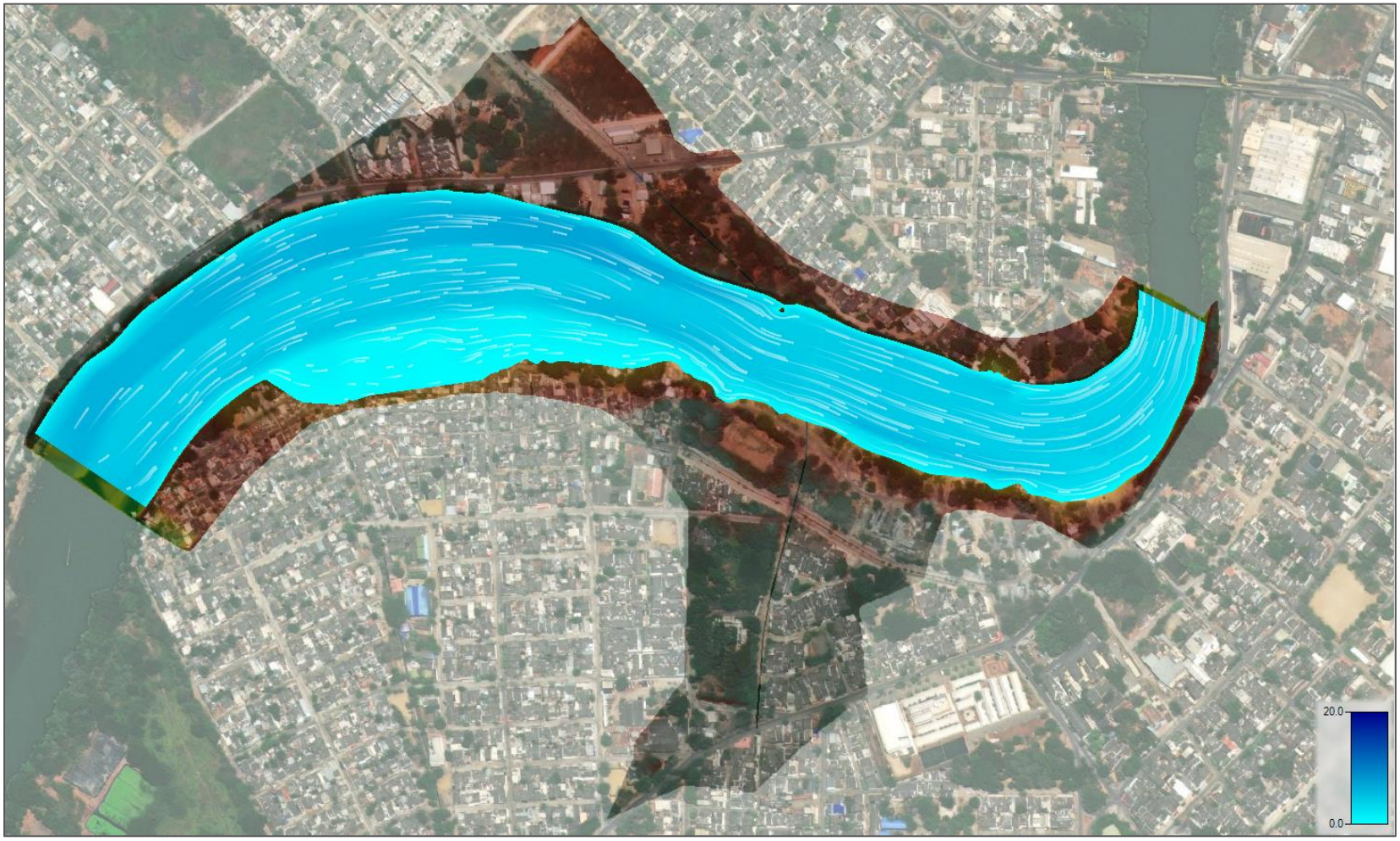
Para las condiciones existentes del tramo del río Sinú, a continuación, de la Figura 12 a la Figura 17, se presentan los resultados obtenidos del modelo bidimensional de inundación para los diferentes periodos de retorno analizados en planta con resultados de calado. Se asumió una condición inicial de caudal de 12 horas previas a la corrida del modelo con el fin de tener un caudal estable. Se aprecia como para la situación más crítica de calado (mayor profundidad del cuerpo de agua) se tiene una profundidad de 6.99 m para un caudal con TR100, y va reduciendo hasta una profundidad de 6.24 m para un caudal con TR2.

Figura 12 Resultados de mancha inundación TR2



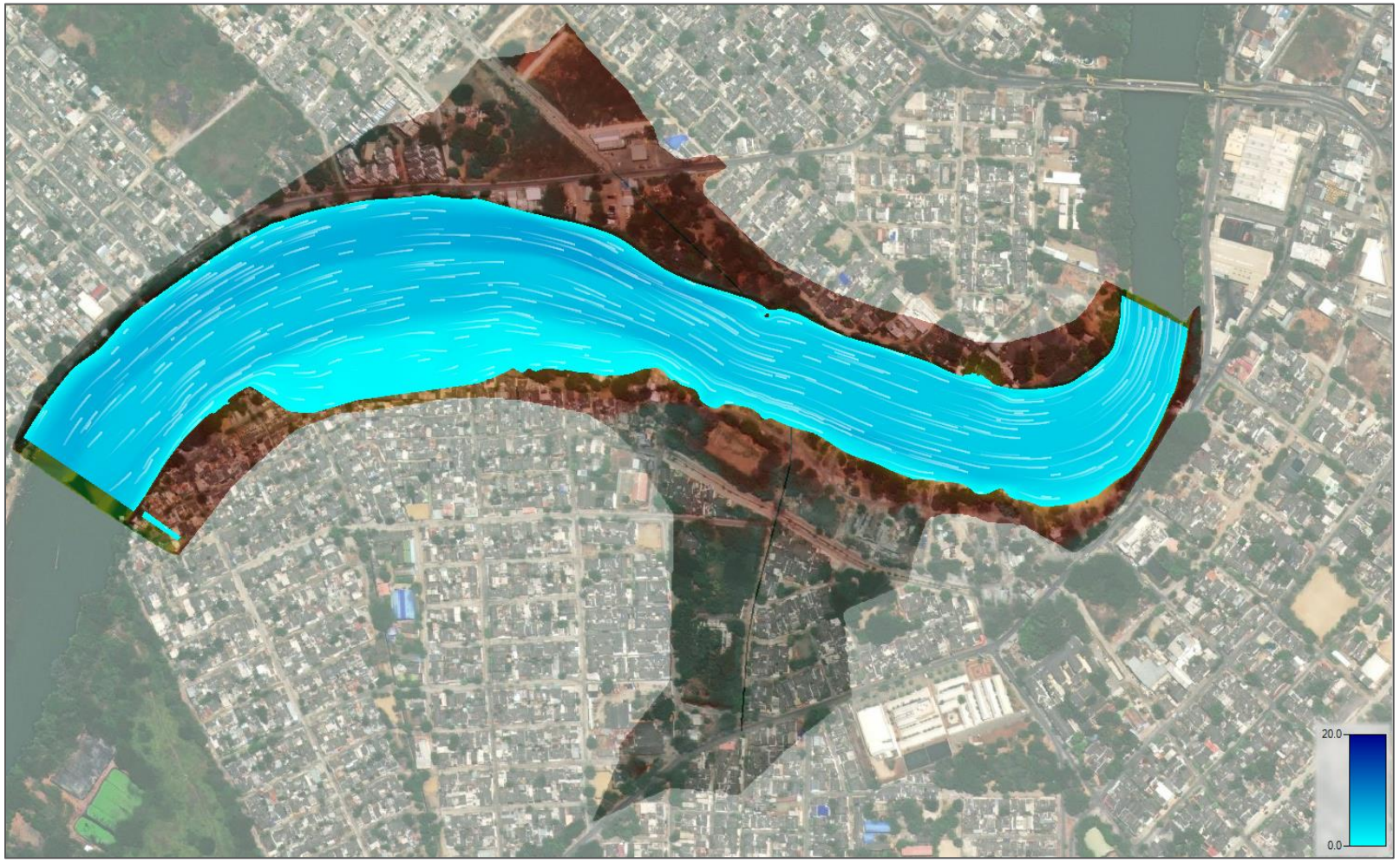
Fuente: Consultor

Figura 13 Resultados de mancha inundación TR5



Fuente: Consultor

Figura 14 Resultados de mancha inundación TR10



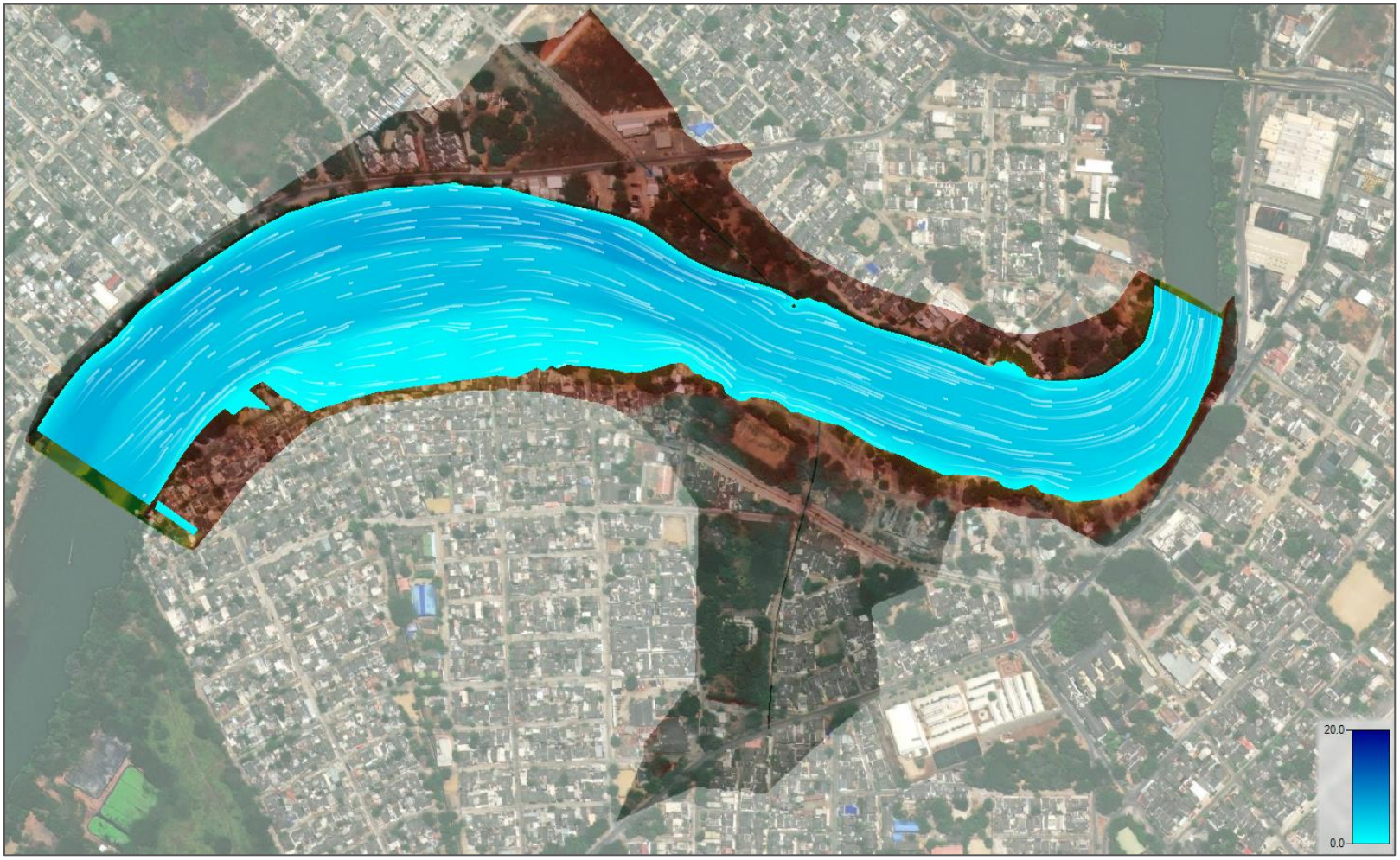
Fuente: Consultor

Figura 15 Resultados de mancha inundación TR25



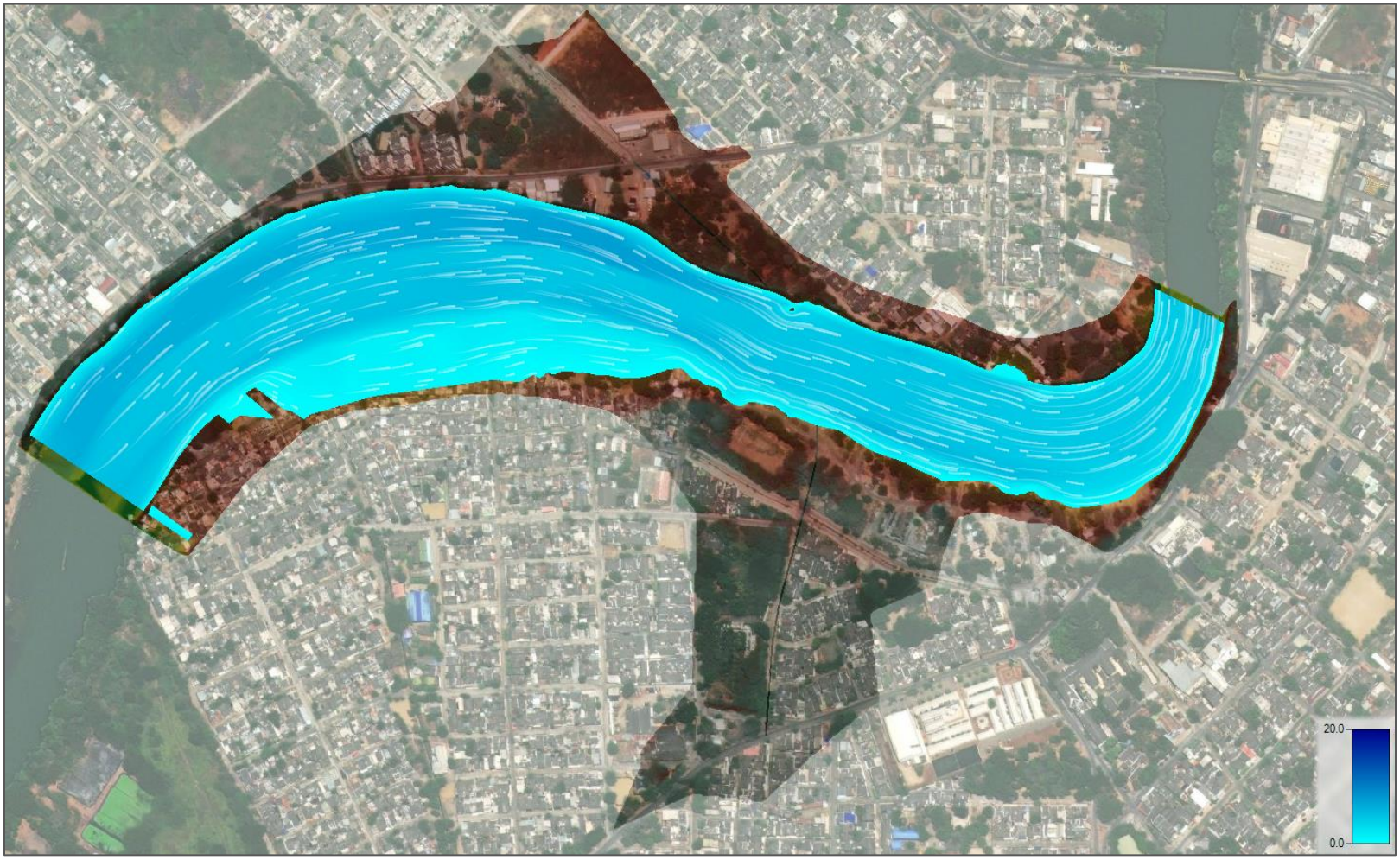
Fuente: Consultor

Figura 16 Resultados de mancha inundación TR50



Fuente: Consultor

Figura 17 Resultados de mancha inundación TR100

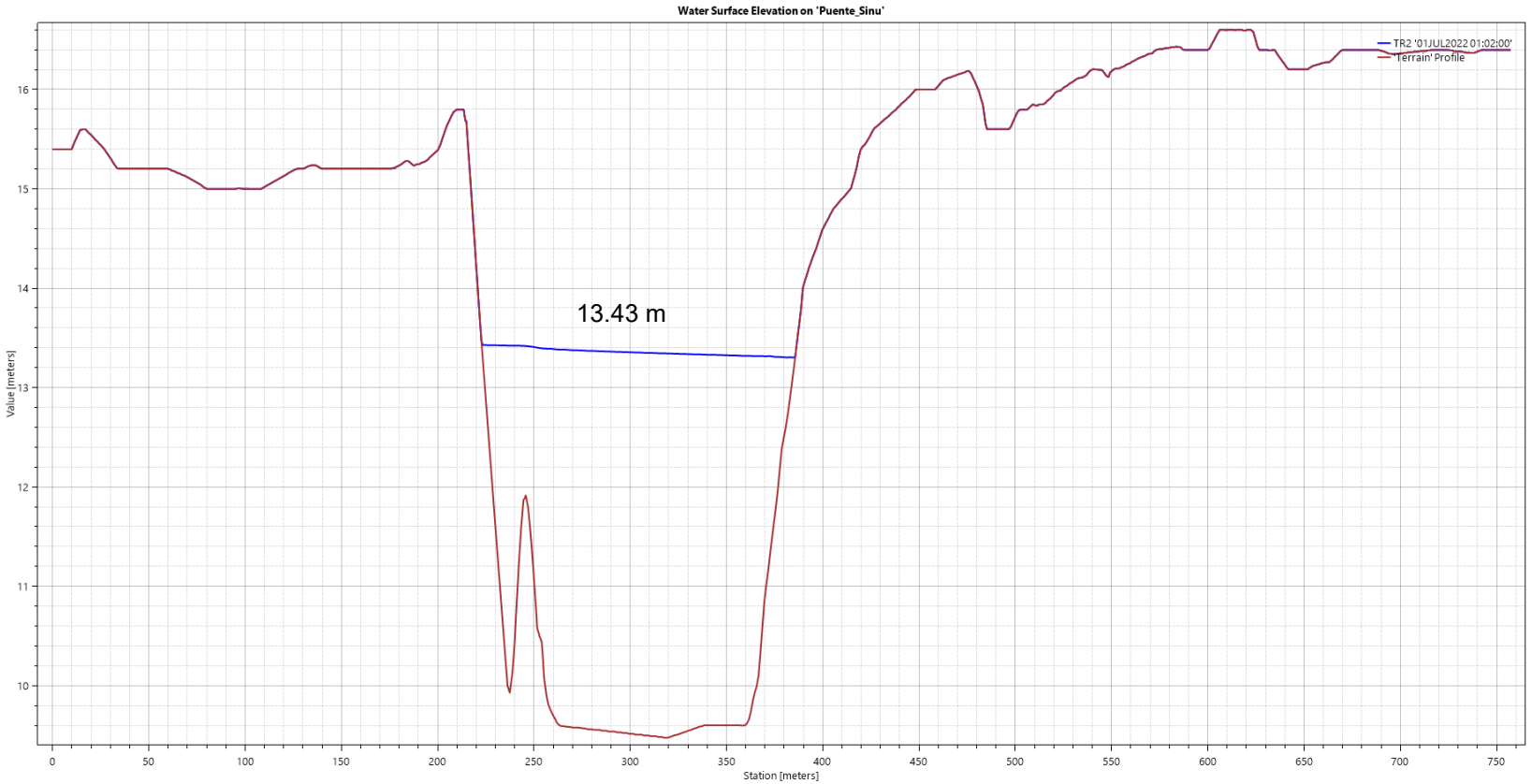


Fuente: Consultor

En la Figura 17 y Figura 23 se aprecian los resultados de niveles de inundación para un caudal máximo con TR100 y la sección transversal del punto exacto por donde iría el nuevo puente proyectado respectivamente. Se obtiene un nivel máximo de lámina de agua para un TR100 de **14.09 m**. A partir de este nivel se debe garantizar un gálibo mínimo de 9.3 m según recomendación dada por INVIAS, teniendo en cuenta que sobre el río Sinú existe navegación de embarcaciones de pequeño y mediano tamaño.

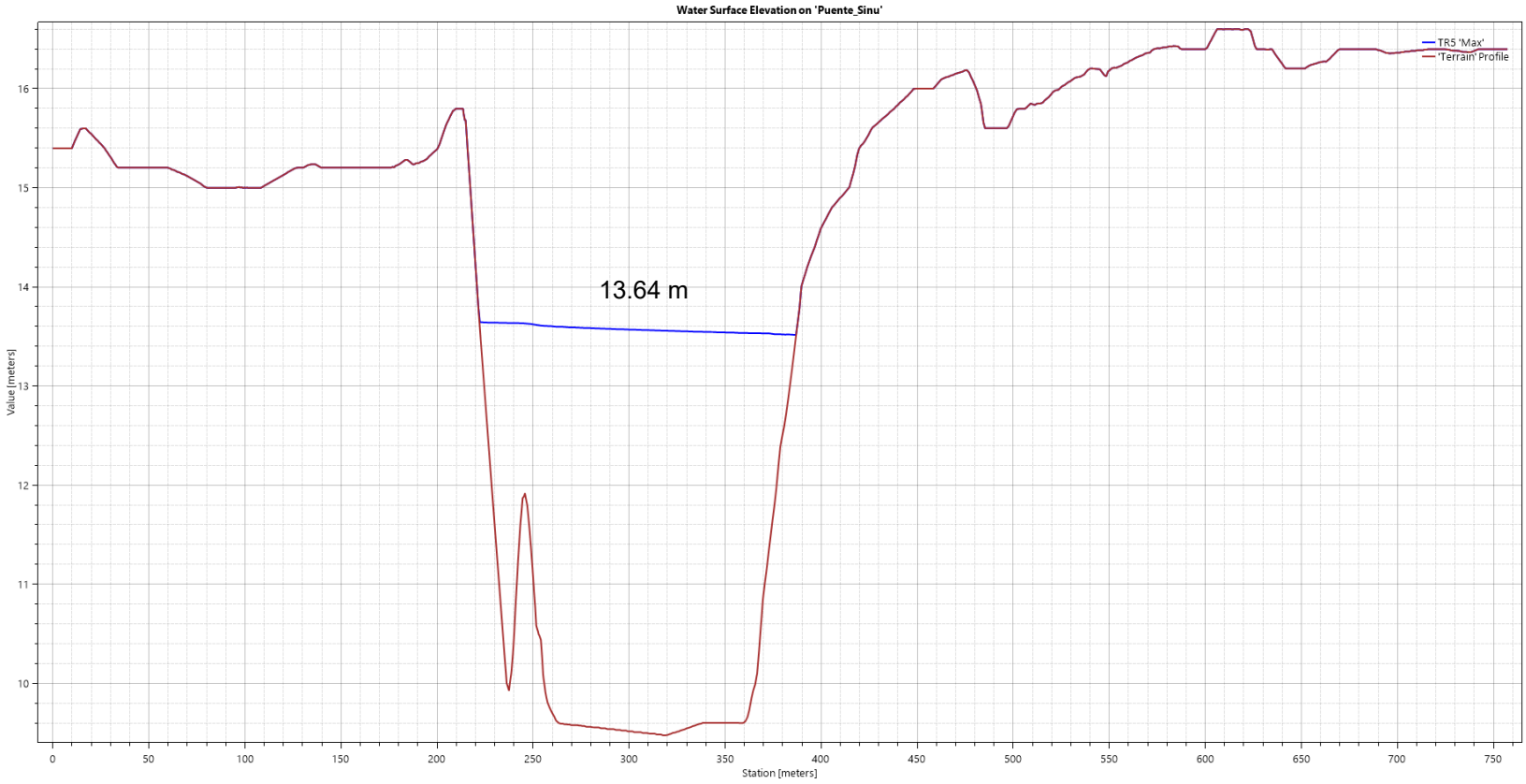
A continuación, de la Figura 18 a la Figura 22 se muestran las secciones transversales para los diferentes periodos de retorno analizados. Adicionalmente, se indican los niveles de inundación para cada uno de los periodos de retorno.

Figura 18 Sección transversal en sitio de puente proyectado sobre el río Sinú – TR2



Fuente: Consultor

Figura 19 Sección transversal en sitio de puente proyectado sobre el río Sinú – TR5



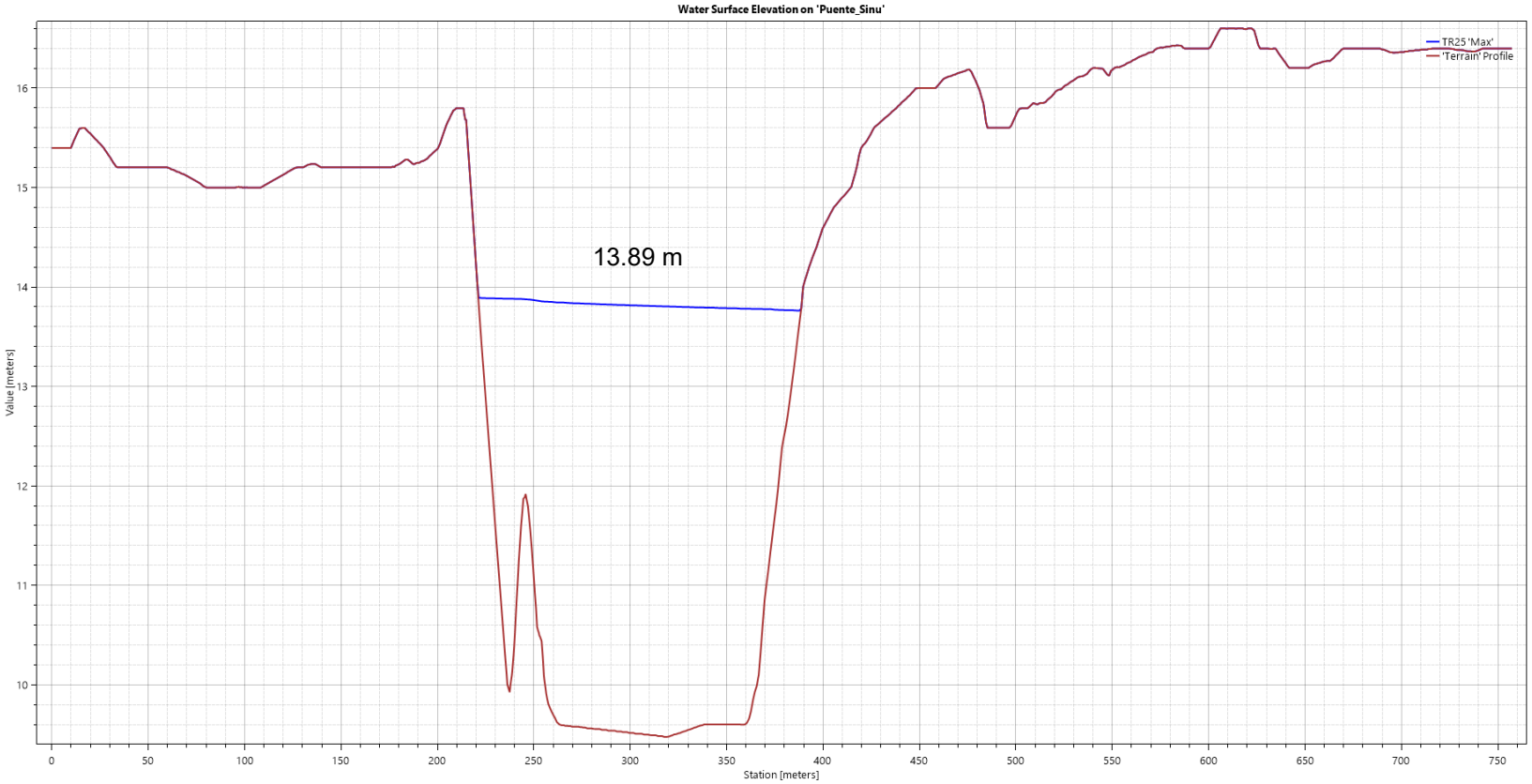
Fuente: Consultor

Figura 20 Sección transversal en sitio de puente proyectado sobre el río Sinú – TR10



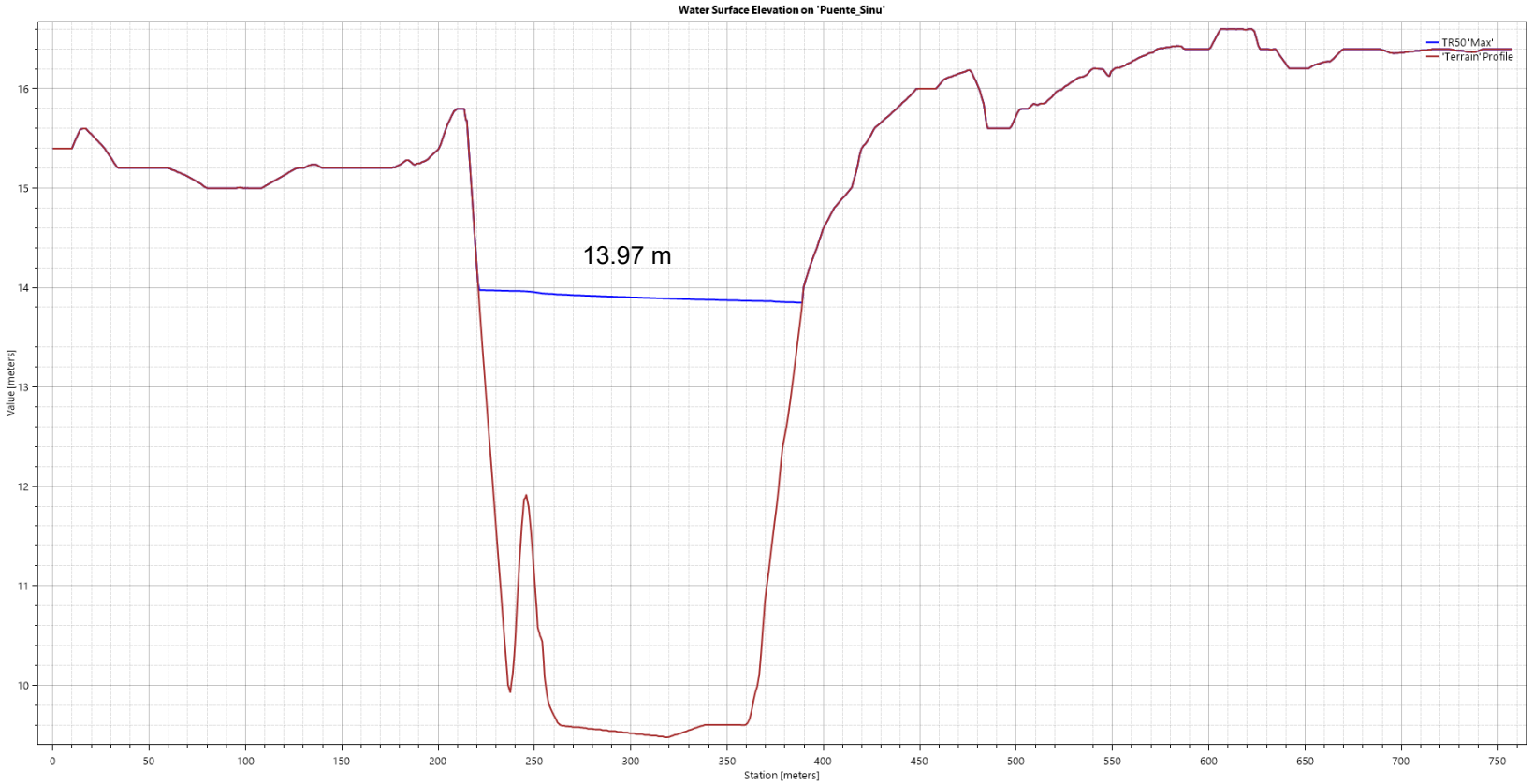
Fuente: Consultor

Figura 21 Sección transversal en sitio de puente proyectado sobre el río Sinú – TR25



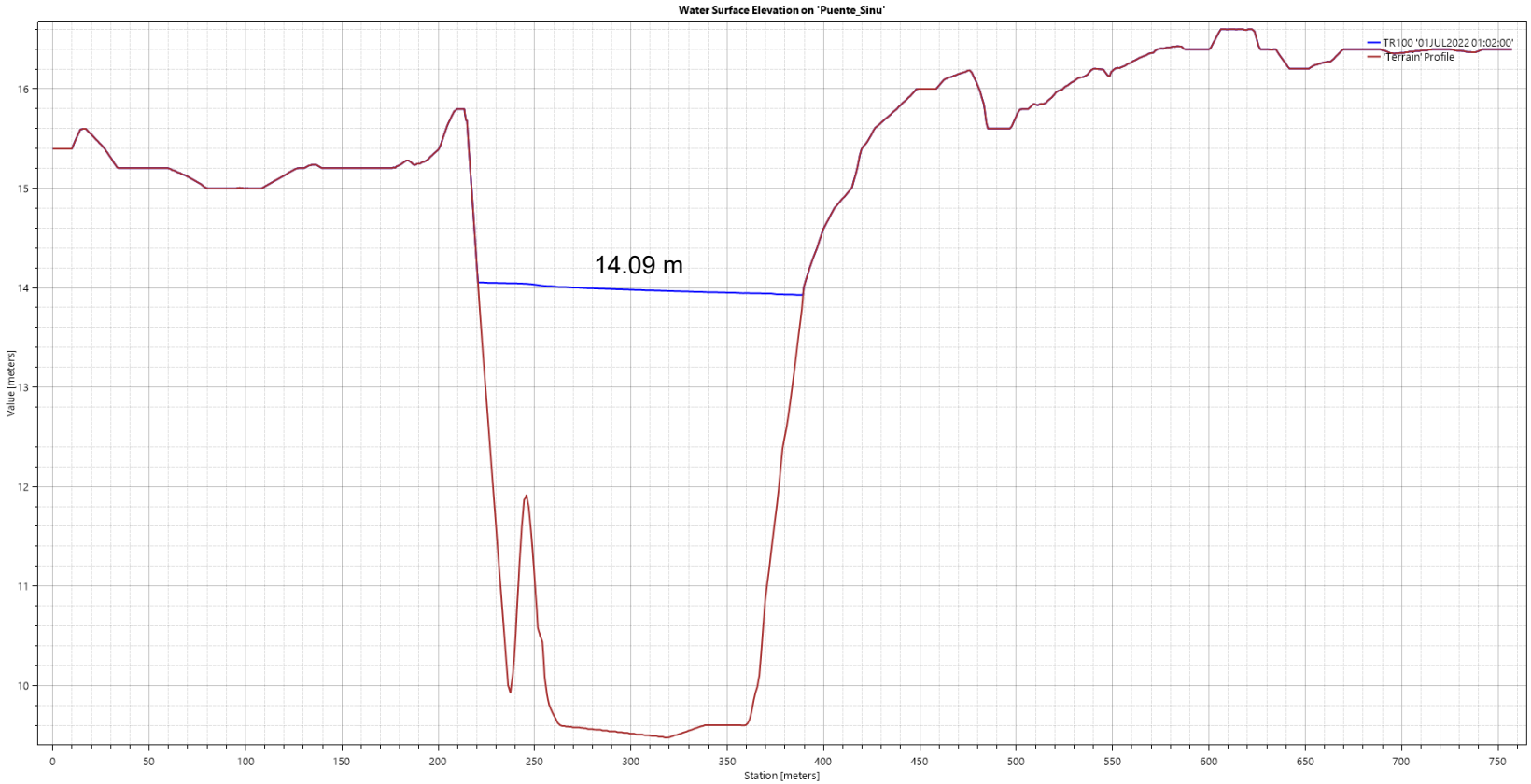
Fuente: Consultor

Figura 22 Sección transversal en sitio de puente proyectado sobre el río Sinú – TR50



Fuente: Consultor

Figura 23 Sección transversal en sitio de puente proyectado sobre el río Sinú – TR100

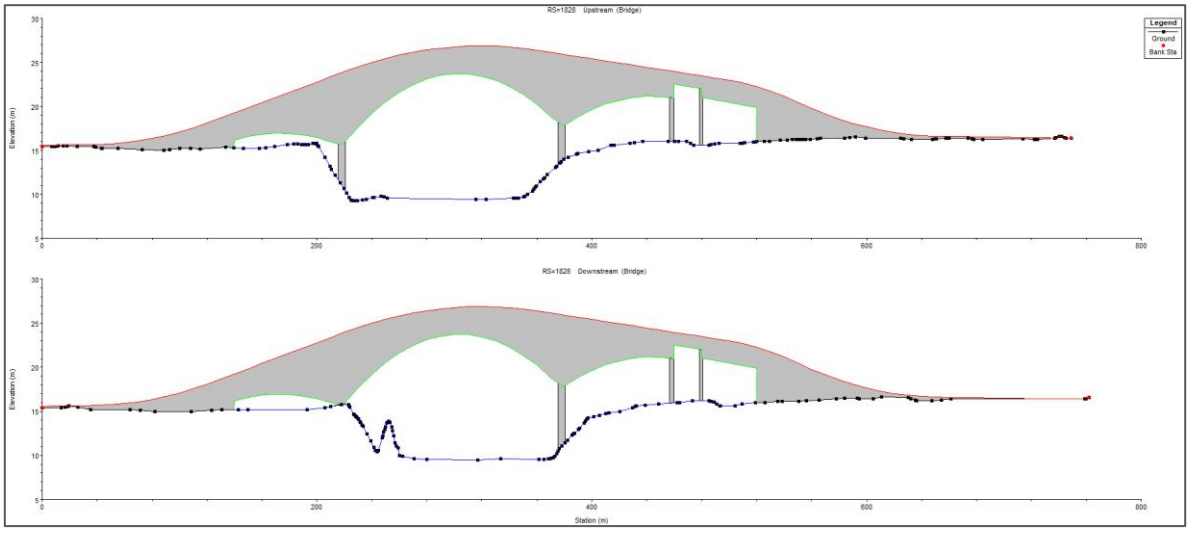


Fuente: Consultor

7.2.3.2 Modelación hidráulica para el escenario de situación proyectada

Con el objetivo de conoces el comportamiento hidráulico del río Sinú ante la construcción del puente objeto de estudio, en el presente capítulo se realiza la modelación hidráulica bajo el escenario del puente construido, tal y cómo se sugiere en el diseño geométrico adoptando un gálibo mínimo de 9.3 m de acuerdo con lo obtenido en la modelación del escenario de situación actual. Este análisis se lleva a cabo con el fin de conocer las condiciones de niveles de lámina de agua y socavación en el tramo analizado en el sitio exacto del puente y definir si se requieren obras de protección. En el Anexo 7 se relaciona el plano planta perfil del puente proyectado, el cual sirve de base para la construcción del modelo bidimensional. En la Figura 24 se muestra la construcción del modelo bidimensional, incluyendo el puente proyectado.

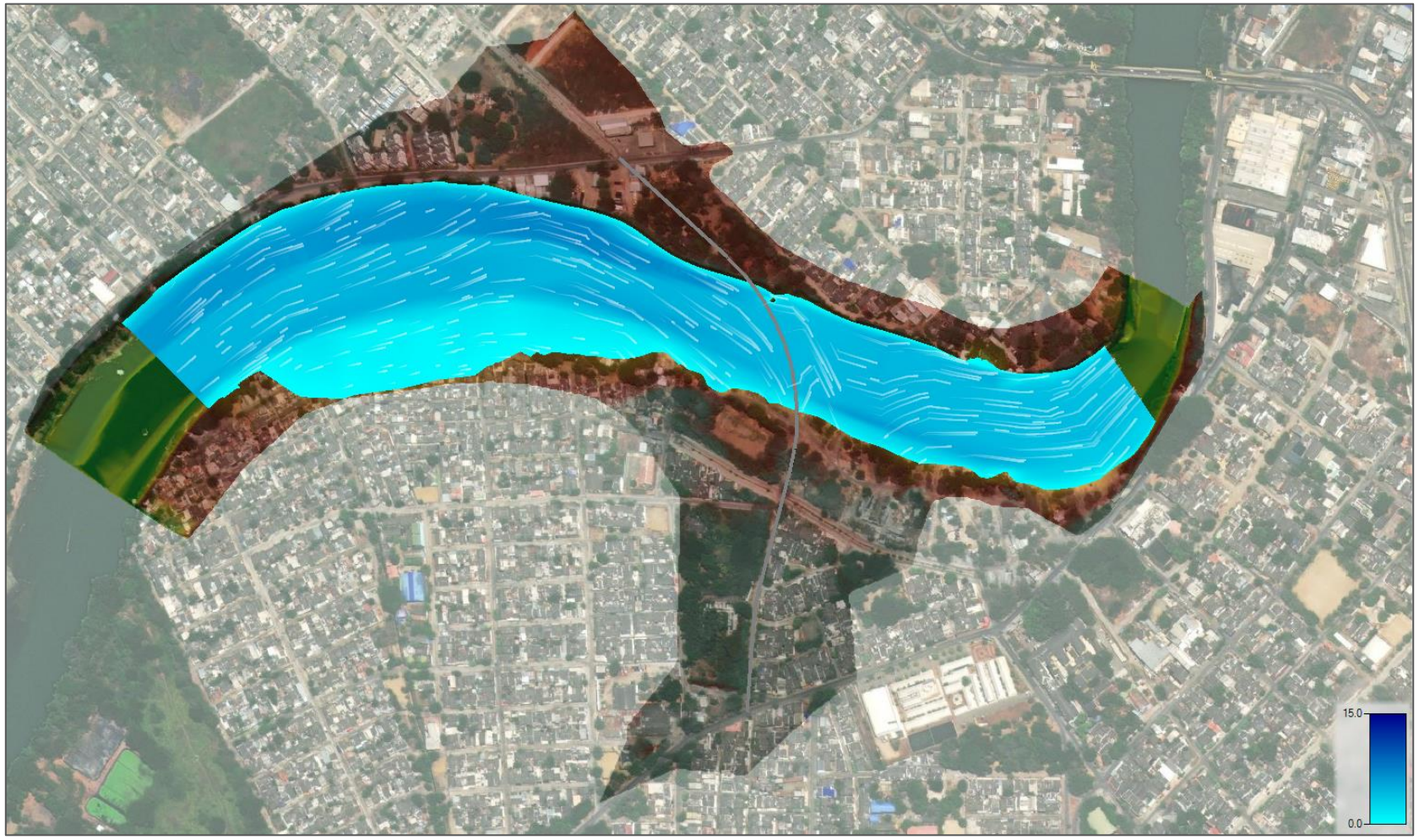
Figura 24 Construcción de modelo bidimensional con puente proyectado



Fuente: Consultor

La modelación de este escenario se realiza de igual manera utilizando el software hidroinformático HEC RAS 2D. A continuación, de la Figura 25 a la Figura 30 se muestra el comportamiento de la mancha de inundación en planta con el puente incluido. De la Figura 31 a la Figura 36 se muestran las secciones transversales del sitio del puente para cada uno de los periodos de retorno, identificando la cota de la lámina de agua obtenida en cada caso. Se concluye que el nivel de la lámina de agua alcanza a inundar de manera parcial las pilas centrales del puente, obligando a que estas tengan elementos de protección a la socavación.

Figura 25 Resultados de mancha inundación TR2 – Situación proyectada



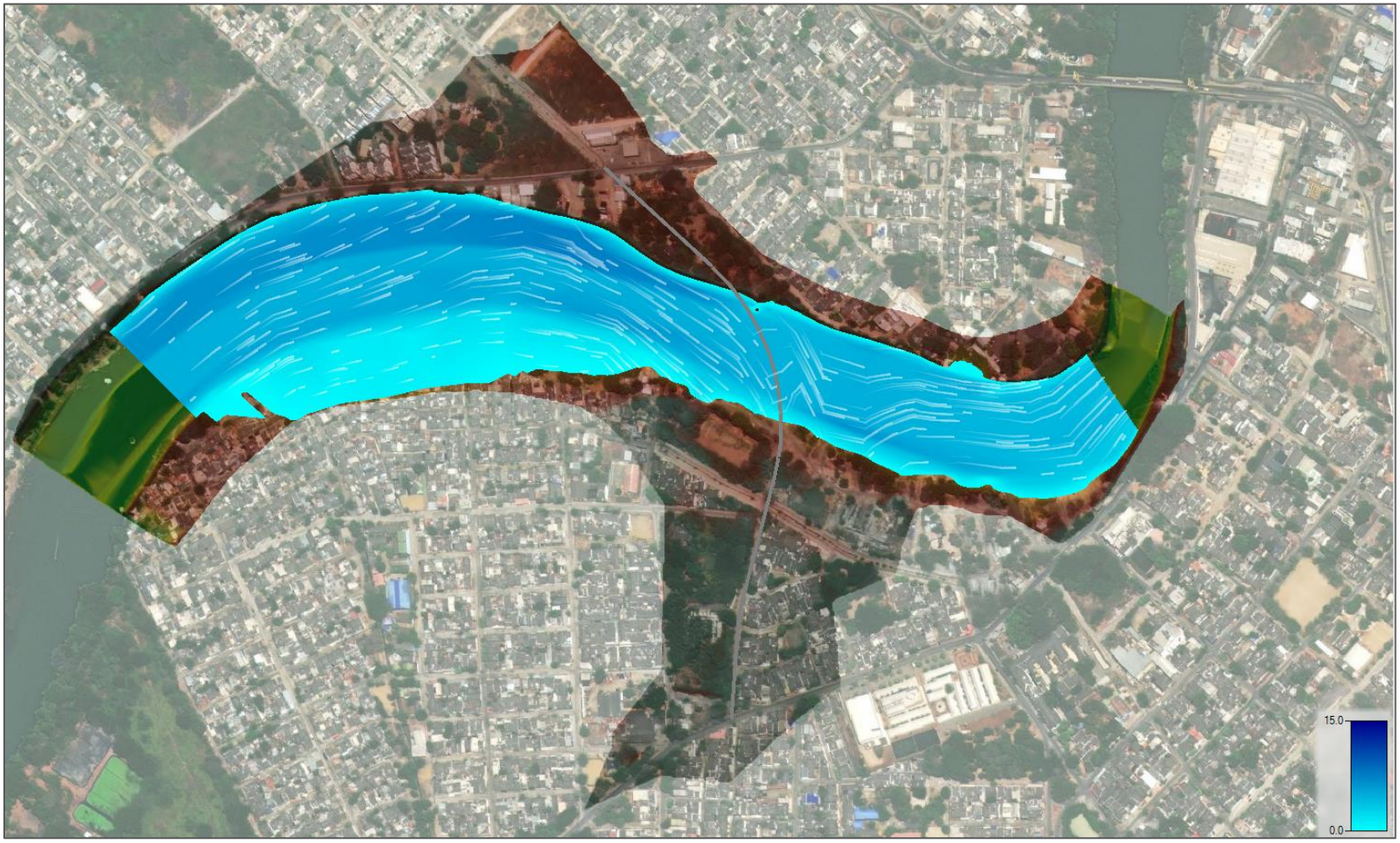
Fuente: Consultor

Figura 26 Resultados de mancha inundación TR5 – Situación proyectada



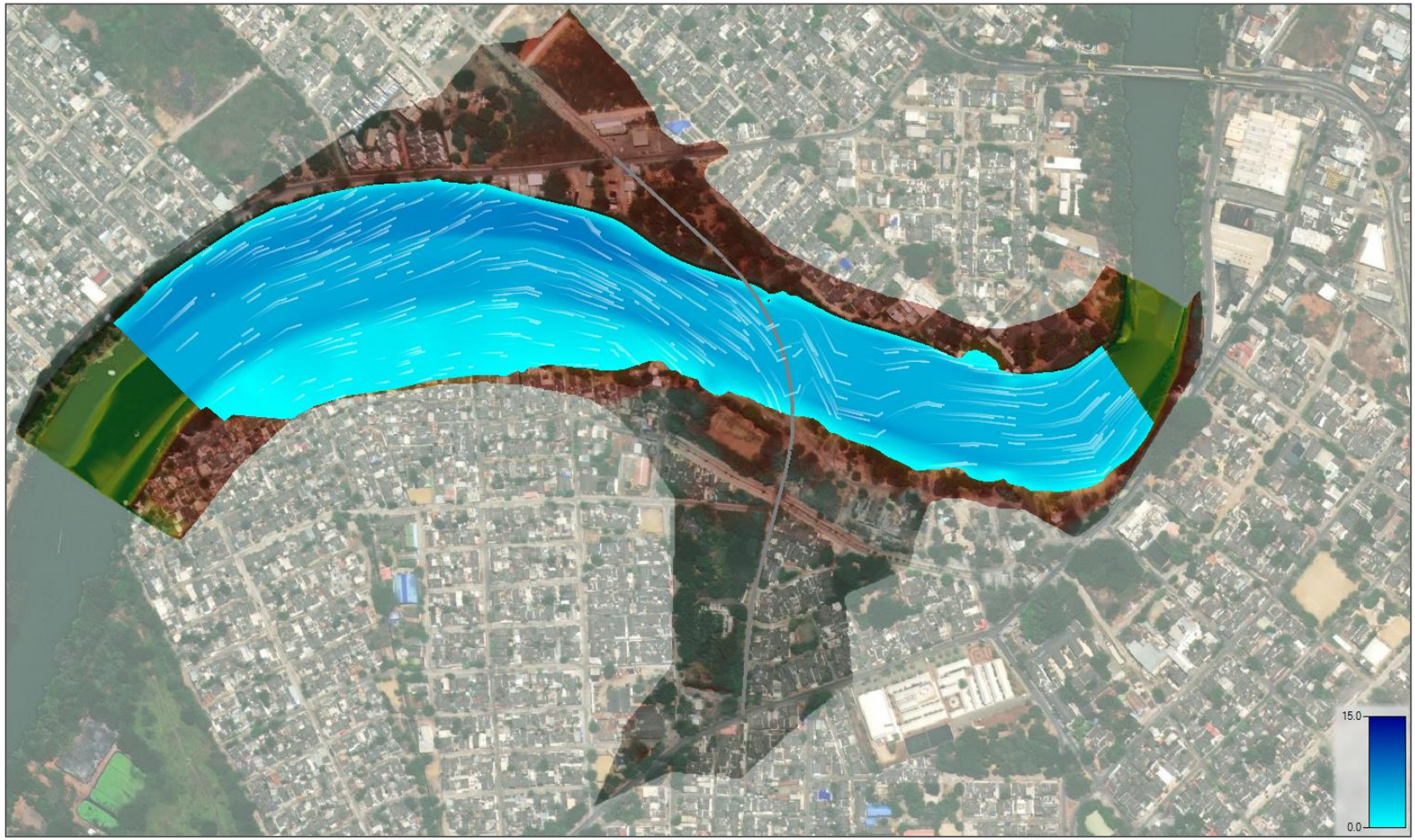
Fuente: Consultor

Figura 27 Resultados de mancha inundación TR10 – Situación proyectada



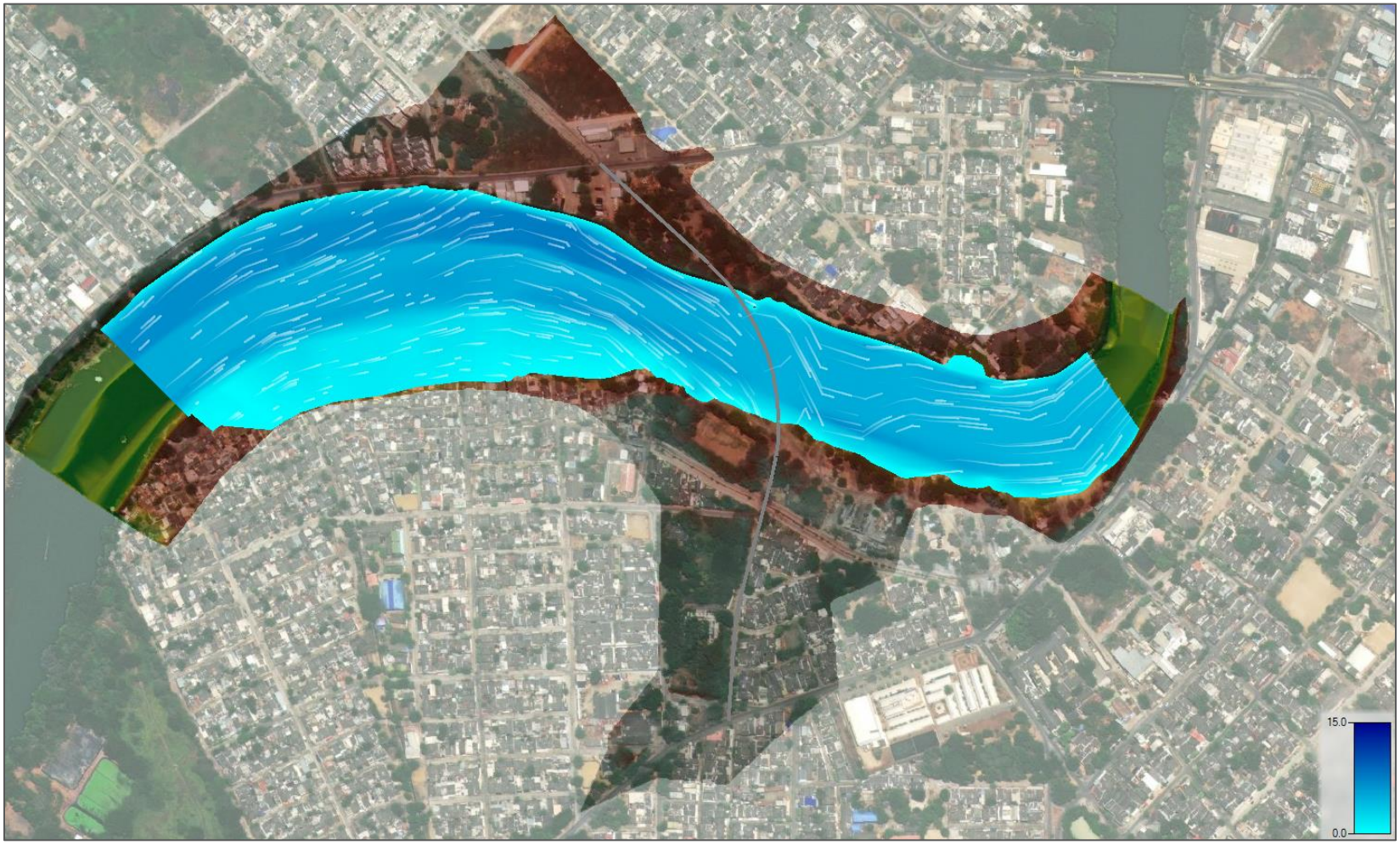
Fuente: Consultor

Figura 28 Resultados de mancha inundación TR25 – Situación proyectada



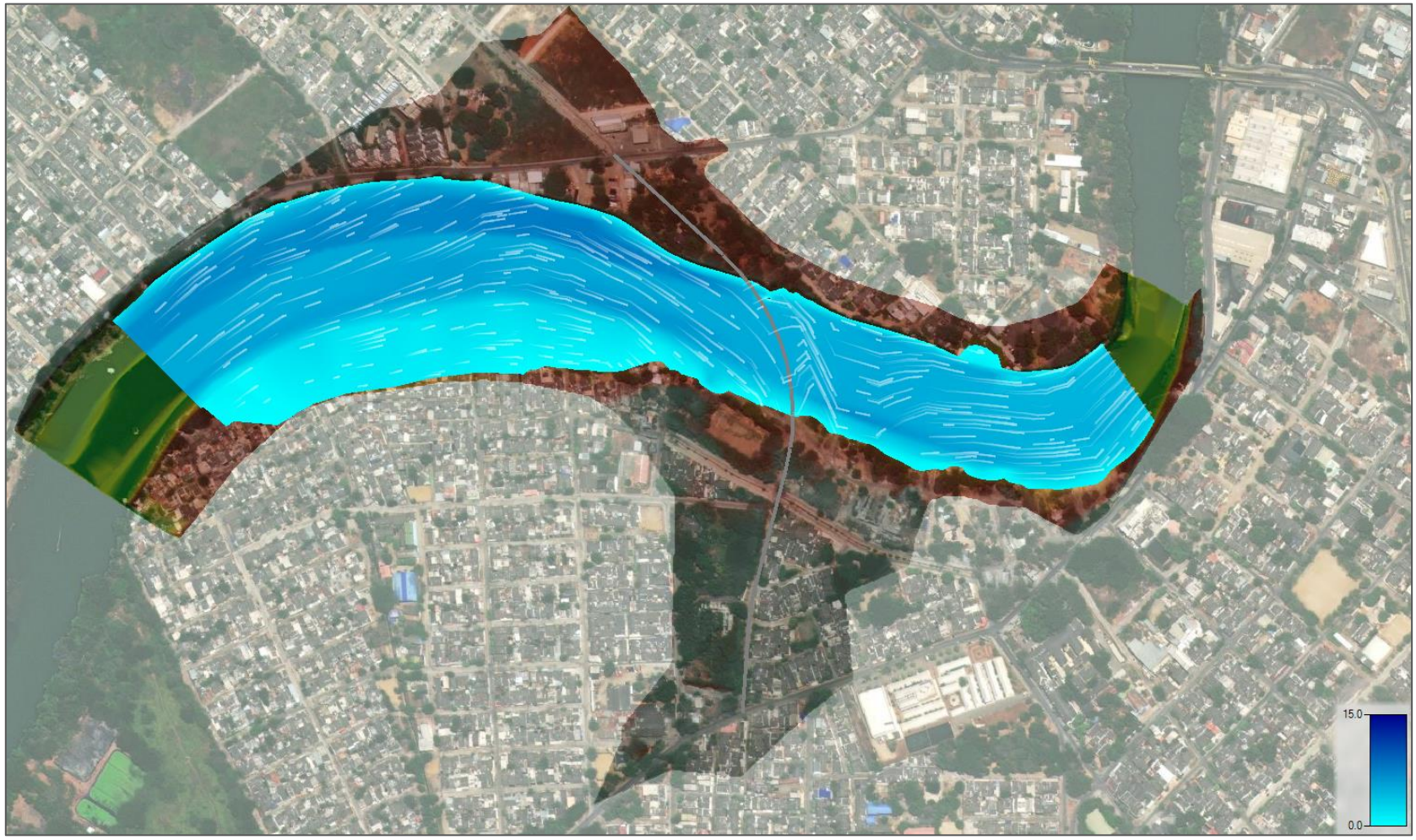
Fuente: Consultor

Figura 29 Resultados de mancha inundación TR50 – Situación proyectada



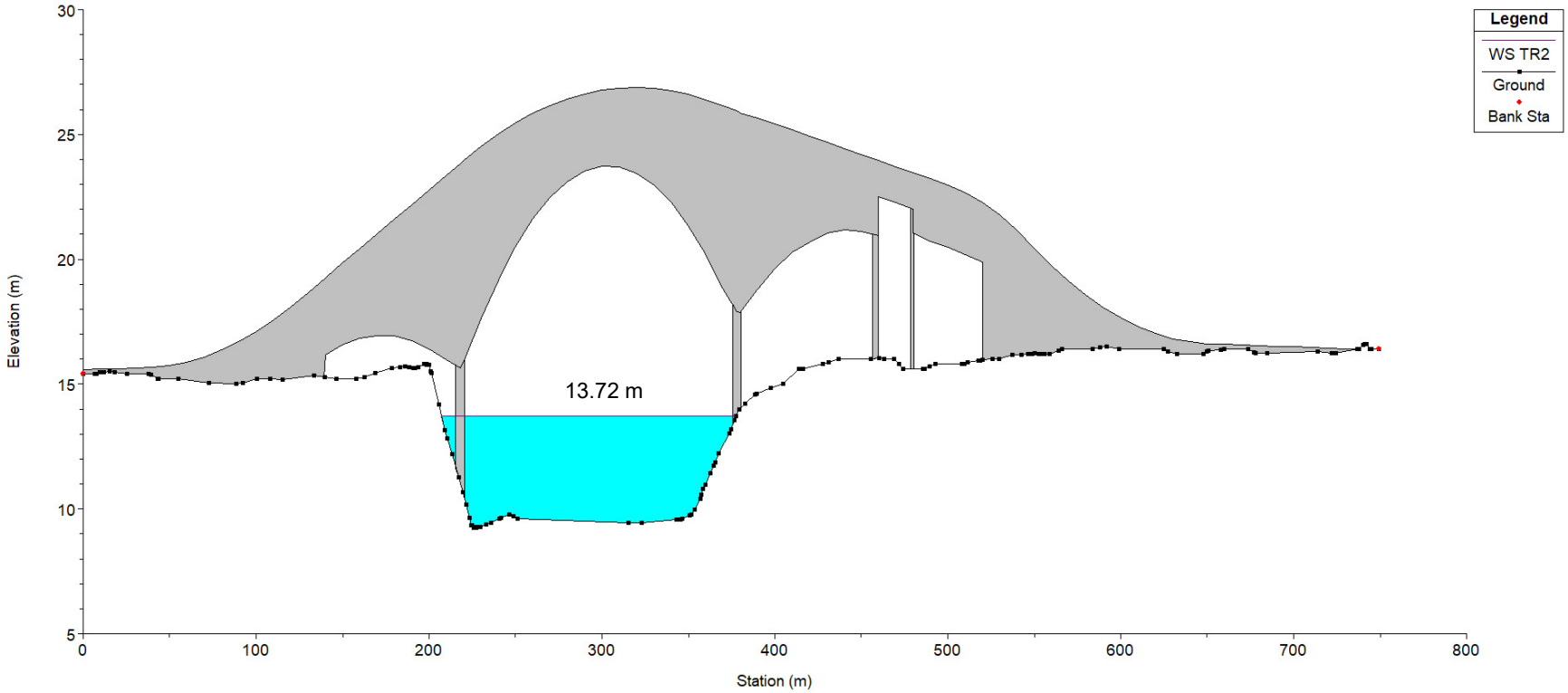
Fuente: Consultor

Figura 30 Resultados de mancha inundación TR100 – Situación proyectada



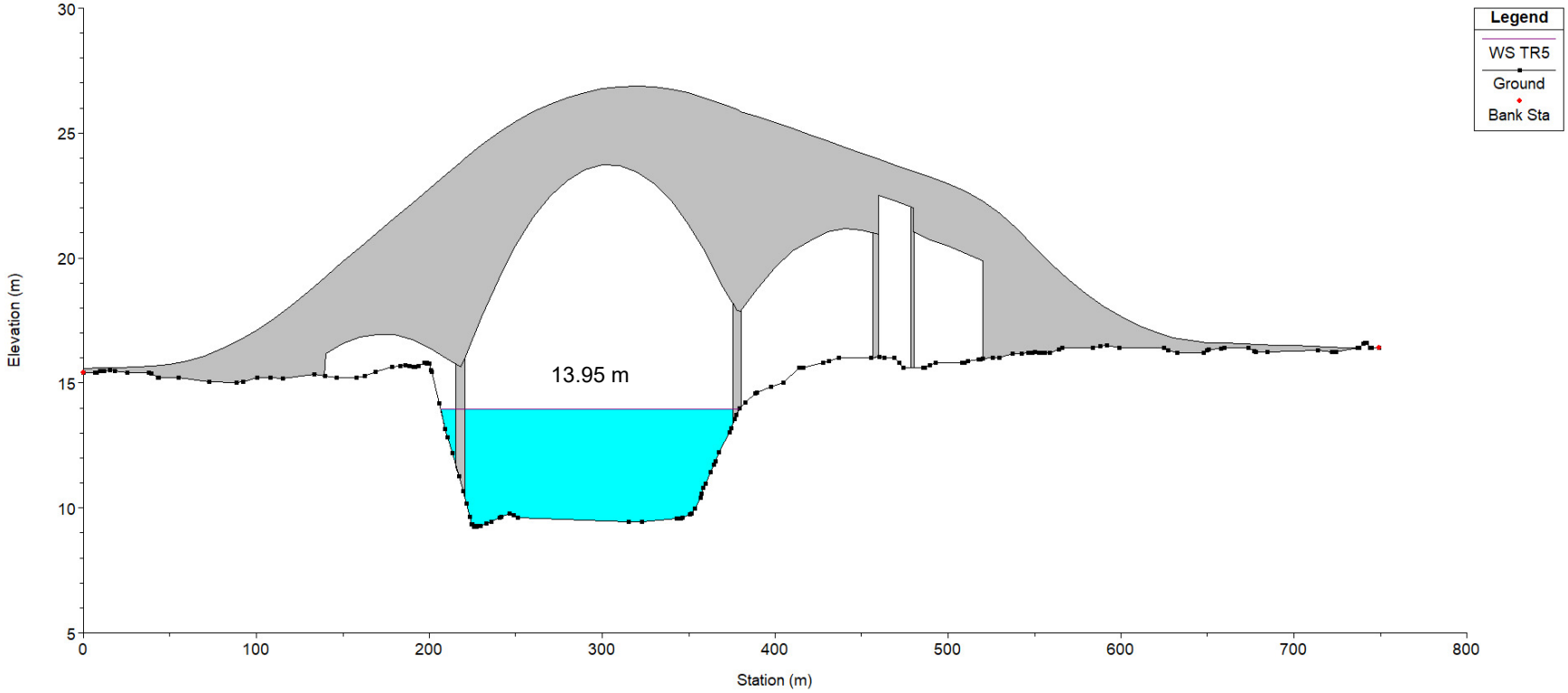
Fuente: Consultor

Figura 31 Sección transversal con puente proyectado sobre el río Sinú – TR2



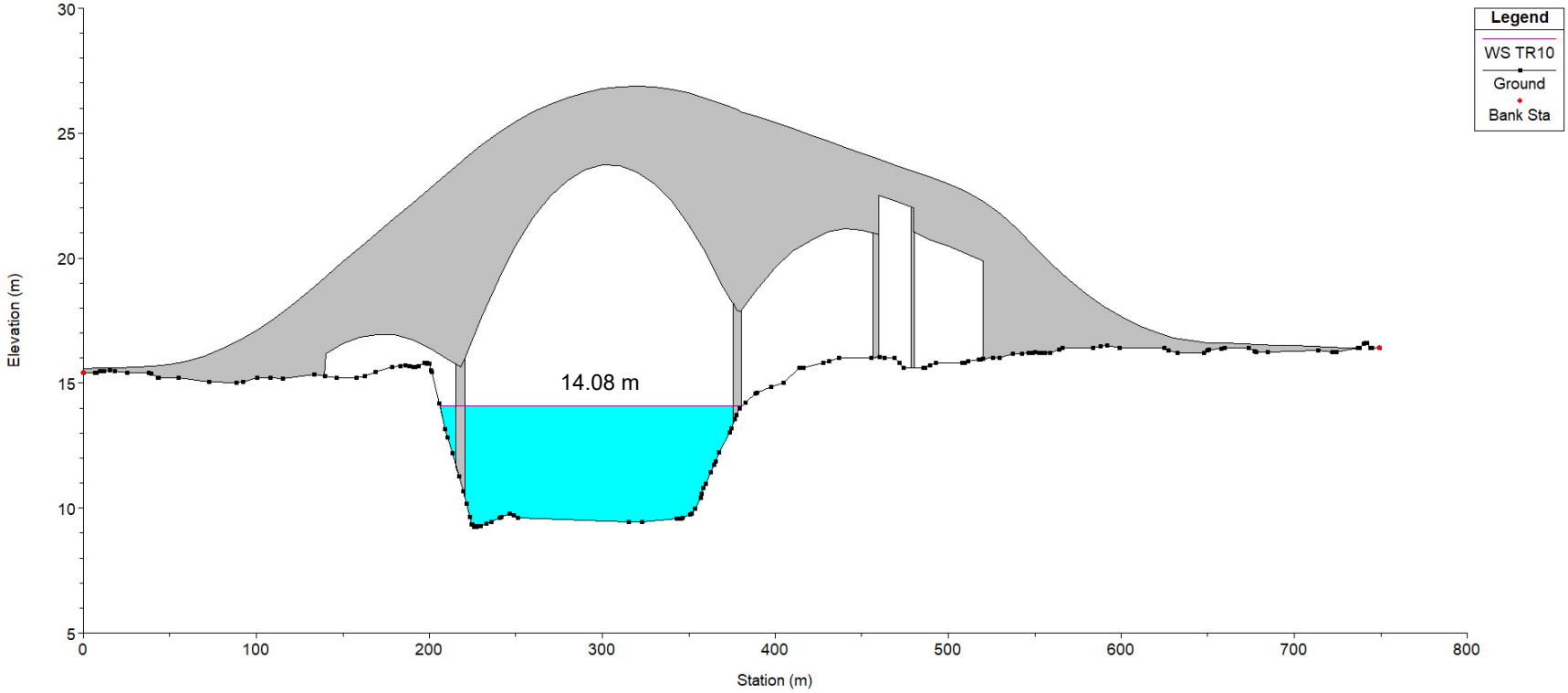
Fuente: Consultor

Figura 32 Sección transversal con puente proyectado sobre el río Sinú – TR5



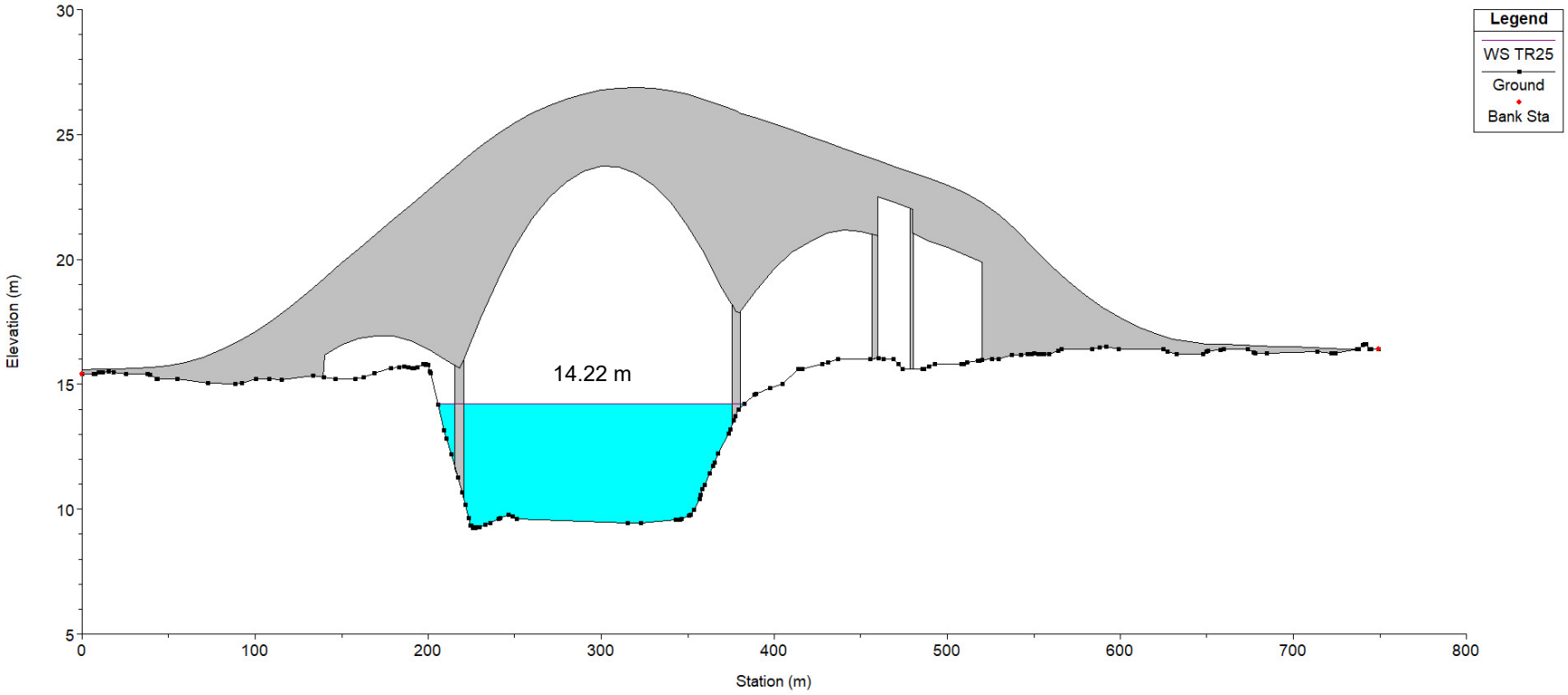
Fuente: Consultor

Figura 33 Sección transversal con puente proyectado sobre el río Sinú – TR10



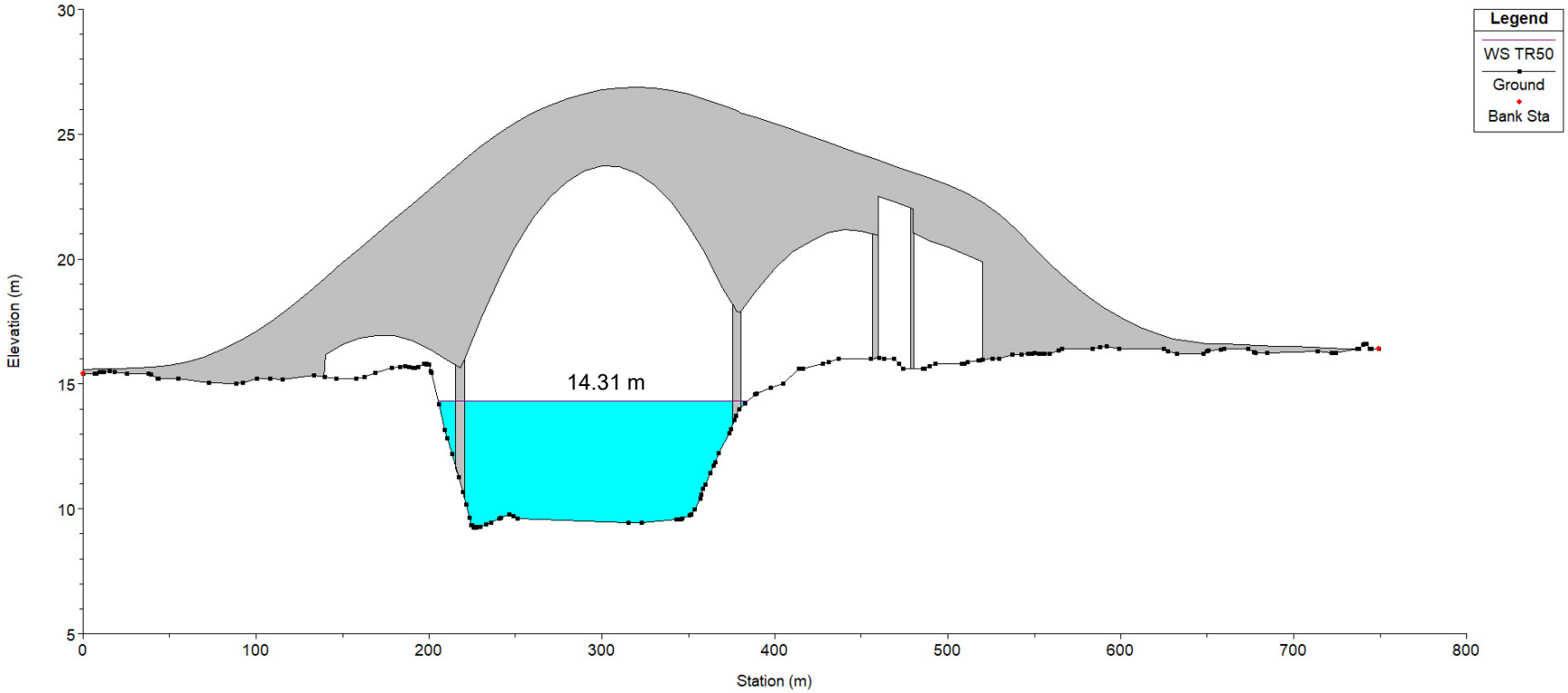
Fuente: Consultor

Figura 34 Sección transversal con puente proyectado sobre el río Sinú – TR25



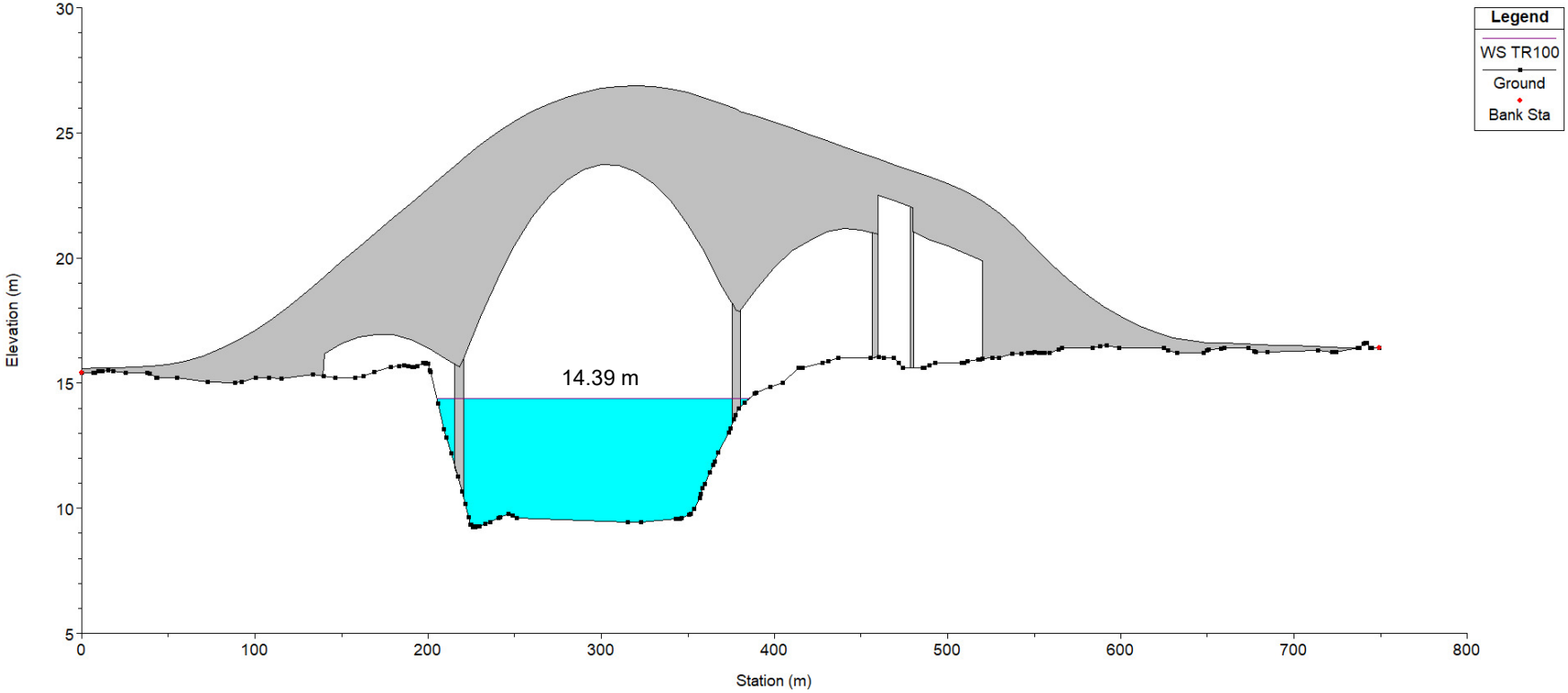
Fuente: Consultor

Figura 35 Sección transversal con puente proyectado sobre el río Sinú – TR50



Fuente: Consultor

Figura 36 Sección transversal con puente proyectado sobre el río Sinú – TR100



Fuente: Consultor

7.3 ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN

La ocurrencia de crecientes extremas puede conducir a procesos de socavación general en cauces y local alrededor de pilas y estribos que, sumados a factores de índole hidráulica y geotécnica, pueden convertirse en las causas más comunes de falla de los puentes.

Los estudios de socavación recogidos en el presente volumen tienen por objeto determinar las profundidades críticas de tipo erosivo inducidas por las corrientes del puente proyectado sobre el río Sinú. Con los resultados obtenidos de socavación se plantean las medidas de protección que se requieran.

La profundidad de socavación ya sea de tipo general o local, necesariamente está asociada a la creciente que pasa por la sección hidráulica del sitio donde se ubica el puente.

7.3.1 Definición del tamaño medio D_{50}

A partir de la visita de campo realizada en el puente del río Sinú se establece el tamaño medio de la partícula del lecho. Esta información tomada en campo sirve para complementar el análisis de dinámica fluvial y determinar de manera cuantitativa la profundidad de socavación general y local, si lo requiere.

Para definir el tamaño medio de la partícula (D_{50}) se utiliza la clasificación de sedimentos según su tamaño, de acuerdo con el sistema Wentworth (Posada, 1994). En la Tabla 12 se muestra dicha clasificación para diferentes tamaños de grano.

Tabla 12 Clasificación de sedimentos según tamaño, sistema Wentworth

Clase	Tamaño	
	m	pulgadas
Guijarros muy grandes	4000-2000	160-80
Guijarros grandes	2000-1000	80-40
Guijarros medios	1000-500	40-20
Guijarros pequeños	500-250	20-10
Cascajo grande	250-125	10-5
Cascajo pequeño	125-64	5-2.5
Grava muy gruesa	64-32	2.5-1.3
Grava gruesa	32-16	1.3-0.6
Grava media	16-8	0.6-0.3
Grava fina	8-4	0.3-0.16
Grava muy fina	4-2	0.16-.08
Arena muy gruesa	2-1	

Clase	Tamaño	
	m	pulgadas
Arena gruesa	1-0.5	
Arena media	0.5-0.25	
Arena fina	0.25-0.125	
Arena muy fina	0.125-0.0625	
Limo grueso	0.0625-0.0313	
Limo medio	0.0313-0.0156	
Limo fino	0.0156-0.0078	
Limo muy fino	0.0078-0.0039	
Arcilla gruesa	0.0039-0.0020	
Arcilla media	0.0020-0.0010	
Arcilla fina	0.0010-0.0005	
Arcilla muy fina	0.0005-0.00025	

Fuente: Posada, 1994

En la Figura 37 y la Figura 38 se aprecia como en el tramo analizado del río Sinú predominan las gravas finas y arenas gruesas.

Figura 38 Acopio de arena gruesa en orillas del río Sinú



Figura 37 Acopio de grava fina en orillas del río Sinú



Fuente: Consultor

En la Figura 39 se aprecia como la orilla del río se caracteriza por tener un material fino, principalmente arenas y gravas muy finas.

Figura 39 Orilla del río Sinú en la zona de ubicación de Pilas del puente proyectado



Se define entonces que, para el análisis de socavación del tercer puente del río Sinú, se tendrá en cuenta un **D_{50}=4 mm**, correspondiente a grava muy fina, el cual, en su mayoría, domina el lecho en este tramo del río.

7.3.2 Aplicación de las teorías de socavación

En el presente numeral se describe la metodología para el análisis de socavación de las obras de paso estudiadas. De forma general, en el cálculo de las profundidades totales de socavación se tienen en cuenta los siguientes términos:

- Socavación por contracción.
- Socavación local en estribos y pilas de puentes.

7.3.2.1 Socavación por contracción

Es la remoción del material del lecho de corriente causado por la constricción de la estructura al flujo del canal natural. Esta constricción generalmente causa aceleración del flujo, incrementando la fuerza erosiva del mismo. La socavación por contracción es directamente aditiva a la socavación general y la local.

Para el cálculo de este tipo de socavación, se consideran dos condiciones diferentes, en función de que la velocidad de arrastre del agua sea capaz de poner en movimiento las partículas del lecho (socavación en lecho móvil) o no (socavación en agua clara).

El cálculo tanto de la velocidad de arrastre crítica, como de la profundidad de socavación en lecho y móvil y agua clara se realizarán utilizando las fórmulas propuestas por Laursen, que aparecen descritas con detalle en el documento publicado por la FHWA “HEC 18: Evaluating Scour at Bridges”.

Estas fórmulas están directamente implementadas en el programa HEC-RAS, por lo que se parte de los resultados de la modelización hidráulica del funcionamiento del puente para el caudal de diseño. Posteriormente, y utilizando los resultados obtenidos con el modelo hidráulico, el programa calcula automáticamente el tipo de socavación (en lecho móvil o agua clara), y realiza el cálculo de la profundidad de socavación mediante la aplicación de la fórmula correspondiente.

Como único dato a introducir, el programa requiere el valor del D50 del material que forma el lecho del río.

7.3.2.2 Socavación local en pilas y estribos del puente

La socavación local ocurre en general alrededor de los estribos, pilas de puentes y cualquier tipo de obstrucción al flujo. Es el resultado de la turbulencia y de los cambios locales del vector velocidad causados por las obstrucciones.

Para el cálculo de este tipo de socavación en estribos, se han aplicado dos de las formulaciones propuestas en el documento HEC-18: la ecuación HIRE (Richardson 1990) y la ecuación de Froelich (Froelich 1989). Estas fórmulas están directamente implementadas en el programa HEC-RAS, que obtiene los datos necesarios para su aplicación de la avenida obtenida en el modelo hidráulico calculado.

El programa determina de forma automática cuál es la ecuación más conveniente para evaluar la socavación local, y realiza el cálculo de la profundidad de socavación mediante la aplicación de la fórmula correspondiente.

7.3.3 Velocidad crítica y velocidad permisible

La velocidad crítica se define como la velocidad mínima que requiere una partícula del lecho de diámetro D, para iniciar su movimiento (bajo unas ciertas condiciones de flujo). La velocidad permisible depende de las características del material que conforma el canal y expresa la velocidad máxima que admite el canal antes de que empiece a erodarse (Posada, 1994).

En cuanto al problema de socavación en el lecho y paredes de un canal, la mayoría de los autores coinciden en afirmar:

- Las leyes de la hidráulica que gobiernan el movimiento de limo y materia orgánica disueltos en el flujo están poco o nada relacionadas con las leyes que gobiernan el problema de socavación del canal, por lo cual no son directamente aplicables.
- El material del lecho de un canal bien formado se compone de partículas de diferente tamaño y cuando los intersticios de las más grandes se rellenan con las más pequeñas, la masa llega a ser más densa, estable y menos vulnerable a la acción erosiva del agua.
- La velocidad requerida para erodar o degradar un canal bien formado en cualquier material es mucho más grande que la velocidad requerida para mantener el movimiento de ese mismo material, una vez removido del canal.
- La presencia de coloides en el material del canal y/o en el agua que conduce el canal tiende a cementar las partículas más finas (limos, arcillas, gravas) de tal forma que la resistencia a las fuerzas erosivas se incrementa y el canal permite más altas velocidades medias de flujo antes de que se presente un efecto de socavación apreciable.

Para la determinación de la velocidad crítica se utiliza la ecuación sugerida por Froehlich (1988) como se cita en (Posada, 1994), la cual relaciona el diámetro medio de las partículas presentes en el tramo de estudio y la altura de la lámina de agua.

$$V_c = 6.36 h^{1/6} D^{1/3}$$

Donde:
$V_c = Velocidad\ crítica\ (m/s)$
$h = Profundidad\ de\ la\ lámina\ de\ agua\ (m)$
$D = Diámetro\ medio\ (m)$

Para estimar dicha velocidad máxima permisible se utiliza la ecuación sugerida por Neill (1967) como se cita en (Posada, 1994):

$$V_p{}^2 = 2.5 g D (s-1) \left(\frac{D}{h}\right)^{-0.20}$$

Donde:
$V_p = Velocidad\ máxima\ permisible\ (m/s)$
$h = Profundidad\ de\ la\ lámina\ de\ agua\ (m)$
$D = Diámetro\ medio\ (m)$
$s = Gravedad\ específica\ del\ material\ (m)$
$s = Gravedad\ (m/s^2)$

Del modelo hidráulico se obtienen las velocidades medias para un periodo de retorno de 100 años, las cuales se confrontan con la velocidad crítica y permisible para establecer si existe la posibilidad de un inicio de movimiento de partículas. Si la velocidad media es mayor a la velocidad critica o permisible, indicaría que las partículas en una creciente se mueven con relativa facilidad, este análisis se presenta en para cada una se las secciones críticas elegidas, teniendo en cuenta sus características físicas propias.

A continuación, en la Tabla 13 se relaciona la velocidad obtenida en el modelo hidráulico y la velocidad crítica mínima admisible antes de iniciar el movimiento de los granos para el puente del río Sinú.

Tabla 13 Velocidad crítica

Altura lámina de agua (m)	Velocidad calculada (m/s)	D_{50} (m)	Velocidad crítica (m/s)	Inicio de movimiento
4.89	1.66	0.002	1.04	Si

Fuente: Consultor

Como se muestra en la Tabla 13, la velocidad media obtenida es mayor a la crítica para un periodo de retorno de 100 años, lo que indica que el movimiento de los granos si se iniciaría fácilmente en el caso de una creciente de magnitud equivalente. Este aspecto se mide con mayor precisión mediante el análisis de la velocidad permisible, la cual establece la velocidad máxima que permite el canal antes de que empiece a erodarse o socavarse. En la Tabla 14 se muestra la misma situación, pero con la velocidad permisible.

Tabla 14 Velocidad permisible

Altura lámina de agua (m)	Velocidad calculada (m/s)	D_{50} (m)	Velocidad permisible (m/s)	Inicio de socavación
4.89	1.66	0.002	0.62	Si

Fuente: Consultor

Se concluye que se puede iniciar el movimiento de los granos en el lecho y bancas para caudales con periodo de retorno de 100 años.

7.3.4 Cálculo de profundidad de socavación

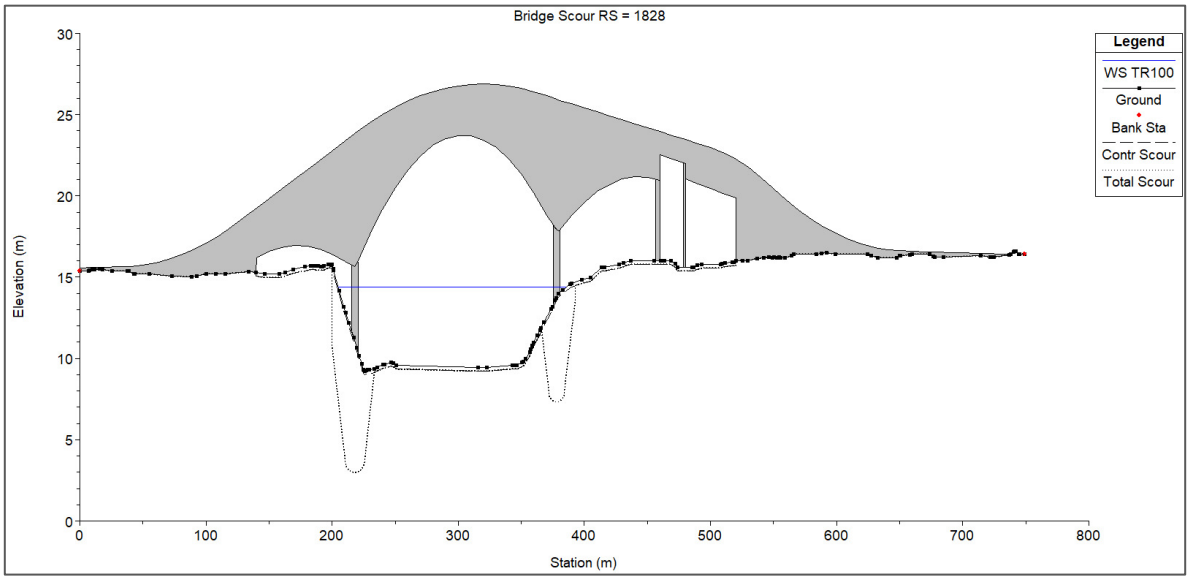
Con base en los análisis de campo realizados, así como en los resultados arrojados por los estudios hidráulicos contenidos en el presente volumen para un caudal con periodo de retorno de 100 años, se obtienen las profundidades de socavación potencial mostradas para el puente del río Sinú. A continuación, se muestra el cálculo de la socavación por contracción (en el lecho) y socavación local (en pilas y estribos), así mismo se muestra el perfil transversal con la profundidad de socavación estimada en cada situación. En el Anexo 10 se presentan los resultados completos obtenidos con el programa hidroinformático HEC-RAS 4.1.0.

Tabla 15 Profundidad de socavación

Contracción			Pilas	
Margen Izq.	Canal	Margen Der.	1 (218)	2 (378)
0	0.23	0	7.81	6.22

Fuente: Consultor

Figura 40 Esquema gráfico de profundidad de socavación



Fuente: Consultor

De los resultados obtenidos se concluye que la socavación general por contracción es menor y no representa un factor de riesgo a la hora de construir el puente proyectado. Para las pilas si se presenta una socavación local considerable que requiere una protección especial para evitar problemas de estabilidad de la estructura a futuro.

7.3.5 Medidas de protección a la socavación

Las medidas de protección se usan para controlar, demorar, minimizar o monitorear problemas de estabilidad de cauces y puentes. La solución al problema de socavación de un puente debe iniciarse con el estudio de las causas que lo originan, incluyendo aspectos desestabilizantes desde los puntos de vista topográfico, hidrológico, hidráulico, estructural y de suelos. En general, las medidas de protección de puentes se clasifican en tres grandes tipos: hidráulicas, estructurales y monitoreo.

Es muy importante entender cuáles son los factores que causan la socavación y cuantificar su profundidad máxima, para determinar opciones de protección y poder seleccionar la más adecuada. Es necesario también prever los efectos negativos que represente, sobre el cauce o sobre el mismo puente, la adopción de alguna de las alternativas de solución al problema de la socavación (Guevara, 2016).

Para el caso de estudio sobre el puente del río Sinú, la socavación se presenta en dos sectores. El primero muestra una socavación continua y marcada en la margen izquierda del río en la curva aguas arriba del puente en mención. En dicho sector se ha venido presentando una socavación continua a lo largo de los años, la cual se evidencia en el

análisis hecho en el capítulo 7.1. El segundo sector de análisis corresponde a los resultados de la modelación hidráulica que determinan que la socavación se presentará principalmente en las pilas del puente, las cuales quedarían sumergidas por debajo del nivel de lámina de agua máxima para un TR100. A continuación, se describen las medidas de protección a la socavación para ambos sectores, de acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de socavación realizado anteriormente. Para ambos sectores la protección contra la socavación irá encaminada en proteger el talud de la erosión por inundación. Para el caso puntual de las pilas, se planteará una medida complementaria de protección teniendo en cuenta la importancia de que no se presente socavación en dichas estructuras.

7.3.5.1 Protección contra la socavación en talud

Con esta protección se busca reducir el avance de la socavación aguas arriba y aguas del puente en la margen izquierda del río Sinú, teniendo en cuenta lo identificado en el análisis de dinámica fluvial mencionado en el capítulo 7.1. De igual manera, en el sitio exacto de la ubicación de las pilas se propone la protección lateral del talud teniendo en cuenta que dichas pilas se proponen en los taludes de las bancas del río Sinú.

La protección del talud de la orilla superior se logra con revestimientos que se apoyan directamente sobre el talud de la orilla y se extienden hasta el fondo del cauce. Se construyen con materiales que no pueden ser arrastrados por la corriente, por lo regular enrocados. Entre estos materiales y los del cauce se suele colocar un filtro que impide que las partículas finas salgan entre los huecos de la protección debido a la turbulencia y vórtices producidos por la corriente y a las rápidas fluctuaciones de los niveles del agua, sobre todo en época de avenidas (Guevara, 2016).

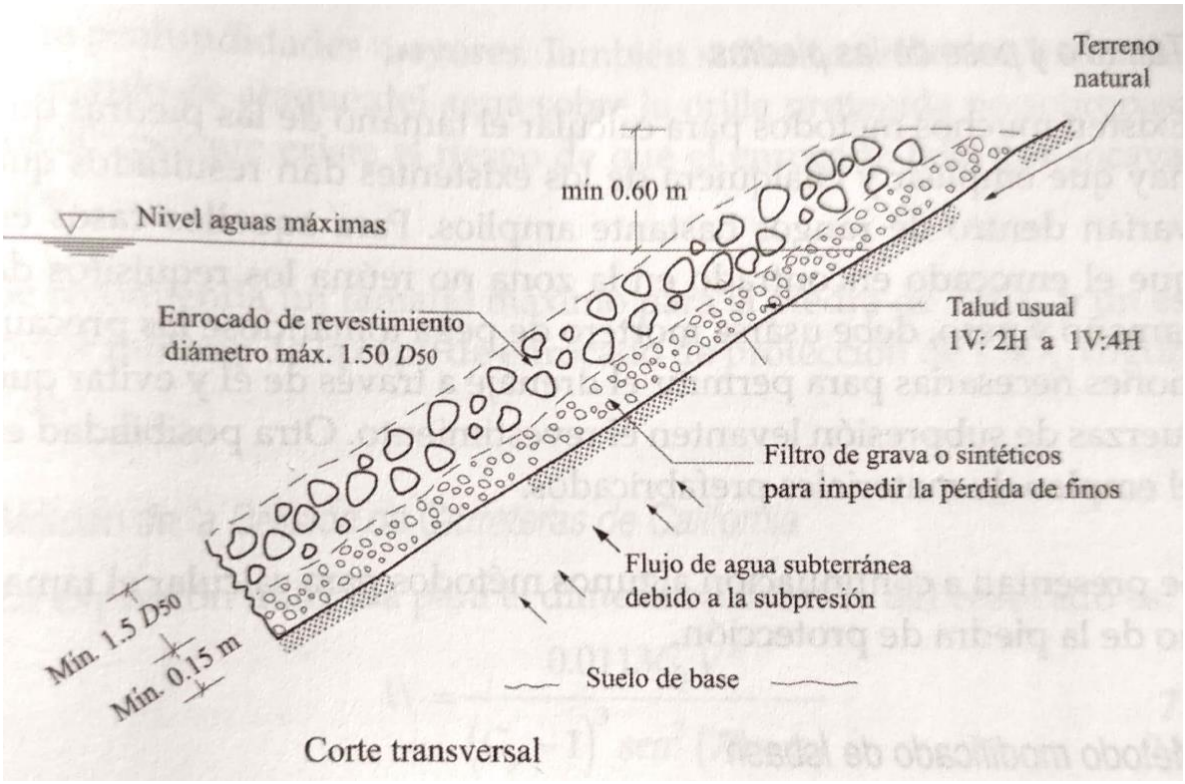
En el diseño de revestimientos, ya sea que se usen para protección de la orilla superior o inferior, deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los taludes, dependiendo del tipo de material de las bancas, deben tener una pendiente entre 1V:2H y 1V:4H con el fin de asegurar la estabilidad tanto del material que hay que proteger como del protector.
- Los revestimientos o cubiertas protectoras de las orillas deben ser porosas para permitir el drenaje a través de ellas y evitar la presencia de subpresiones que levanten y dañen la cubierta.
- La cubierta debe ser colocada sobre un filtro construido de grava gradada o telas sintéticas colocado en los sitios donde pueda presentarse movimientos de partículas hacia el exterior.
- Las medidas protectoras deben extenderse hacia el lecho del cauce con el fin de proteger la pata del talud, especialmente en aquellos casos en que esta erosión sea agresiva y atente contra la estabilidad de todo el talud.
- Los revestimientos deben ser flexibles, hechos con enrocado o gaviones, para que se acomoden a asentamientos y deformaciones.

Para el caso de estudio, se propone una protección de los taludes con enrocado. Los objetivos de los enrocados son:

- Proteger el canal de la erosión.
- Conservar la forma de la sección transversal del canal, en especial la de los taludes.
- Proteger estructuras hidráulicas de la acción erosiva de las aguas.

Figura 41 Protección con enrocados en talud



Fuente: Universidad del Cauca, 1991, adaptado de Holguín, 1988

De la Figura 41 se definen las condiciones que debe tener la protección de taludes en ríos. Se sugiere que el espesor mínimo de protección sea $1.5D_{50}$, el tamaño máximo de los granos podrá ser de hasta $1.5D_{50}$. Se debe garantizar un filtro en la base que impida la pérdida de finos, que para este caso será con geotextil, teniendo en cuenta que el material predominante en el lecho del río son arenas y gravas finas.

Para el cálculo del tamaño de los granos mediante el uso del método modificado de Isbash, que toma en cuenta los taludes del canal o de las orillas del cauce natural. Este método lo recomienda el Comité de Trabajo de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE).

$$W = \frac{0.0232 G_p V^6}{\left(G_p - 1\right)^3 (\cos \alpha)^3}$$

Donde:

W: Peso de las rocas de diámetro medio (kg)
G_p: Densidad relativa de la roca, usualmente 2.65
α: Ángulo que forma el talud del revestimiento con la horizontal (grados)
V: Velocidad en el cauce (m/s)

A continuación, en la Tabla 16, se relaciona el cálculo del peso de las rocas para cada margen del río Sinú en el sector del puente proyectado del río Sinú. Estima un peso de 15.36 kg para un talud de 75° en la margen izquierda, y un peso de 1.52 kg para un talud de 55° en la margen derecha.

Tabla 16 Cálculo del peso de las rocas para cada margen

Variable	Margen izquierda	Margen derecha
Gp	2.65	2.65
α (°)	75	55
V (m/s)	1.64	1.66
W (kg)	**15.36**	**1.52**

Fuente: Consultor

El diámetro de la roca, equivalente a un peso determinado, se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$D = \sqrt[3]{\frac{W}{0.5\gamma_p}}$$

Donde:

D: Diámetro del enrocado (m)
W: Peso de las rocas de diámetro medio (kg)
γ_p: Peso específico de las rocas, usualmente 2400 kg/m^3

A continuación, en la Tabla 17, se estima el diámetro medio D_{50} para cada una de las márgenes.

Tabla 17 Cálculo del diámetro medio de las rocas para cada margen

Variable	Margen izquierda	Margen derecha
γp (kg/m^3)	2400	2400
W (kg)	15.36	1.52
D (m)	0.234	0.108
D (mm)	233.92	108.14

Fuente: Consultor

De la Tabla 17 se concluye que para la margen izquierda el tamaño medio de la roca será de 233 mm y para la margen derecha será de 108 mm. Teniendo en cuenta las condiciones propias del río en ese tramo y la potencialidad de erosión, se recomienda que el tamaño medio sea de 250 mm y un tamaño máximo de 375 mm en ambas márgenes. Se sugiere que el espesor de protección en ambas márgenes sea de 500 mm con el fin de garantizar la protección del talud conservando las condiciones naturales de este. El filtro será un geotextil no tejido que impida la pérdida de finos.

7.3.5.2 Protección contra la socavación local en pilas

La forma más simple y efectiva de proteger una pila es por medio de enrocado. El enrocado que va a usarse es de mayor tamaño que el que se requiere para proteger cauces con flujo sin obstrucciones.

Para no reducir el área hidráulica de la corriente, es conveniente desplantar el enrocado hasta la elevación que alcanza la socavación a largo plazo y por contracción. Como esto no siempre es posible, conviene al menos rellenar con enrocado el hueco dejado por la socavación.

Para el dimensionamiento de las estructuras de protección se han seguido las recomendaciones recogidas en el documento “HEC-23: Bridge Scour and Stream Instability Countermesures: Experience, Selection, and Design Guidance - Third Edition (Volume 2)”, publicado por la FHWA.

Según dicha guía, para el cálculo del tamaño de la roca de protección se debe seguir la siguiente ecuación:

$$D_{50} = \frac{0.692(V_{dis})^2}{2g(G_p - 1)}$$

Donde:

D_{50}: Diámetro medio de la roca (m)
V_{dis}: Velocidad de flujo representativa en la zona de la pila incluyendo el efecto de la contracción del puente (m/s)
g: Aceleración de la gravedad (m/s^2)
G_p: Densidad relativa de la roca, usualmente 2.65

$$V_{dis} = K_1 K_2 V$$

Donde:

V: Velocidad media en el cauce (m/s)
K_1: Coeficiente de corrección por forma de la pila. 1.7 para pila con nariz rectangular
K_2: Coeficiente de corrección ubicación de la pila en el cauce.

Si la velocidad se obtiene de tubos de corriente en modelos hidráulicos en una o dos direcciones, K_2=1.0. La velocidad máxima en el cauce principal se usa con frecuencia cuando existe posibilidad de movimiento del Thalweg.

$$V_{dis} = K_1 V_{max}$$

En la Tabla 18 se relaciona el cálculo de D_{50} para cada una de las pilas que requieren protección con enrocado.

Tabla 18 Cálculo de tamaño medio de las rocas para protección de pilas

Variable	Margen izquierda	Margen derecha
K1	1.5	1.5
Vmax (m/s)	1.64	1.66
Vdis (m/s)	2.46	2.49
Gp	2.65	2.65
D_{50} (m)	0.129	0.133

Fuente: Consultor

De la Tabla 18 se aprecia que el tamaño medio es menor al obtenido para la protección de taludes, por lo que, con el fin de garantizar la protección contra la socavación, y la construcción de las medidas sugeridas, se propone que el tamaño medio sea de 250 mm.

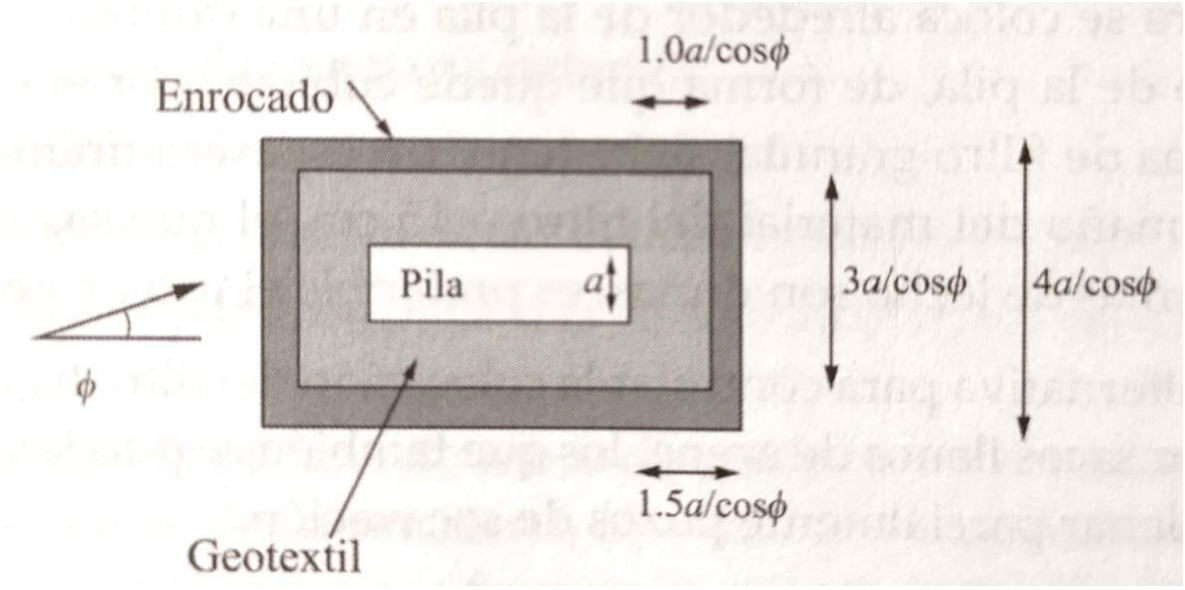
En HEC-23 se recomiendan los siguientes criterios para colocación del enrocado:

- Extender el ancho del enrocado al menos dos veces el ancho de la pila, medido desde la cara de la pila. La protección debe ser más larga que ancha y las rocas deben reponerse si se presenta socavación.
- La parte superior del enrocado debe coincidir con la superficie del lecho del cauce; mientras más profundo se coloque, menos probabilidad existe de que sea movido, pero más difícil será su colocación e inspección.
- El espesor mínimo del enrocado está entre dos y tres veces el diámetro D_{50} de la roca. Sin embargo, cuando la socavación por contracción excede 3 D50, el espesor del enrocado se debe extender toda la profundidad de socavación por contracción, más alguna profundidad por degradación a largo plazo.
- En general, el enrocado se debe colocar sobre un filtro, ya sea granular o geotextil. El filtro se coloca alrededor de la pila en una extensión de 4/3 el ancho de la pila, de forma que quede cubierto por el enrocado. Si las formas del lecho son dunas, es preferible el uso de geotextiles.
- El tamaño máximo de la roca no debe exceder dos veces el tamaño medio del material.

El enrocado debe extenderse al menos una distancia de 1.5 veces el ancho del pilar a partir de cada cara. Si el ángulo de ataque de flujo excede 15° debe considerarse el ancho

proyectado de la pila. El espesor del enrocado debe ser al menos de 2 D_{50}, e instalarse de forma que la parte superior quede a ras con el lecho del río.

Figura 42 Enrocado colocado en excavación previamente hecha (Ø≥15°)



Fuente: Guevara, 2016

A continuación, para cada una de las pilas a proteger se estiman las dimensiones sugeridas en la Figura 42. Para la pila de la margen izquierda se tiene un ángulo Ø=59° y para la pila de la margen derecha se tiene un ángulo Ø=31°.

Tabla 19 Cálculo de geometría de protección contra la socavación de pilas

Variable	Margen izquierda	Margen derecha
Ancho de pila a (m)	5	5
Ángulo Ø (°)	49	31
Ancho total enrocado (m)	30.49	23.33
Extensión de enrocado total aguas arriba y aguas abajo (m)	11.43	8.75
Ancho con geotextil (m)	22.86	17.50
Extensión de enrocado con geotextil aguas arriba y aguas abajo (m)	7.62	5.83

Fuente: Consultor

Teniendo en cuenta la profundidad de socavación mostrada en la tabla, se propone que el espesor de protección a la socavación en las pilas tenga una profundidad de mínimo 4 m. Esta protección debe incluir geotextil no tejido que impida la pérdida de finos, El geotextil debe estar en contacto directo con las pilas.

8. CONCLUSIONES

- Para la estimación de los caudales máximos se utilizará la información de la estación limnigráfica MONTERIA-AUT (13067020) perteneciente al IDEAM, ubicada a unos metros aguas abajo del sitio de cruce proyectado para el puente tres.
- A nivel cartográfico se utilizó el mapa de relieve que se encuentra en la página web del IGAC (http://www.igac.gov.co/igac), debidamente georreferenciado. Se descargaron imágenes satelitales de la zona de estudio a partir de la página de descarga gratuita SAS PLANET.
- Para el presente estudio se estimaron los caudales máximos en los diferentes puntos de cierre para los períodos de retorno de 2, 10, 15, 25, 50 y 100 años. Sin embargo, teniendo en cuenta el tipo de proyecto, se debe seguir con lo recomendado en los Términos de referencia para la elaboración de estudios de impacto ambiental, dados por la Asociación Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), el cual en su capítulo 7.4 menciona lo siguiente: “Para estructuras tales como viaductos, puentes, pontones y box coulvert, adicionalmente se debe presentar el diseño del tránsito hidráulico, mostrando adecuadamente los niveles que alcanzan los caudales diseñados, asociados con los respectivos periodos de retorno, el criterio mínimo de seguridad será que discurran, al menos, los caudales con período de 100 años. De igual manera, presentar el diseño en etapa de factibilidad de los bordes libres y obras y/o medidas de protección adicionales, para garantizar la estabilidad ambiental del cauce en el tramo analizado”.
- El tratamiento de datos hidroclimatológicos determina la confiabilidad de la información, y la posibilidad de conocer si los resultados que se obtengan se asemejen a las condiciones propias de cada zona de estudio. Para el caso de estudio se empleará la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney y el método gráfico de la curva de masa simple para la determinación de la homogeneidad. se concluye que los datos son homogéneos y se pueden utilizar todos estos para la determinación de los caudales máximos en el río Sinú. En el Anexo 3 se consignan los cálculos del análisis de confiabilidad de la información recopilada.
- En la Tabla 20 presentan los valores de caudales máximos obtenidos para la estación limnigráfica MONTERÍA-AUT en función del periodo de retorno considerado, obtenidos a partir de los ajustes estadísticos de los datos hidrológicos, reflejados en el Anexo 4 del presente estudio.

Tabla 20 Caudales máximos de diseño

ESTACIÓN	T (años)	Q max (m^3/s)
Montería - Aut	2	**859.84**
Montería - Aut	5	**951.88**
Montería - Aut	10	**1003.99**
Montería - Aut	25	**1062.78**

ESTACIÓN	T (años)	Q max (m^3/s)
Montería - Aut	50	**1102.61**
Montería - Aut	100	**1139.74**

Fuente: Consultor

- Dentro del proyecto del tercer puente del río Sinú, en el informe de Geología y Geotecnia se desarrolla un capítulo de análisis multitemporal del río Sinú, describiendo de manera muy detallada el comportamiento hidráulico del río a lo largo de los años y la incidencia que puede tener este en la ubicación de pilas y estribos del puente en mención. Dicho capítulo corresponde al numeral 9.3 Análisis multitemporal del informe de Geología para ingeniería y Geotecnia. Se recomienda al lector tener presente este capítulo del informe de geología para la revisión holística de los componentes que hacen parte del proyecto de diseño del tercer puente del río Sinú.
- Del informe mencionado se concluye que el movimiento del río Sinú se da principalmente hacia la margen izquierda, presentando una erosión menor en dicha margen, cercana a la carrera 3W. Dicho movimiento no representa un riesgo elevado de socavación en dicha margen, toda vez que la erosión presentada a lo largo de los años no ha significado una amenaza para la infraestructura cercana al río.
- De igual manera, en el mismo sector del río se presenta una agradación importante en la margen derecha, como consecuencia del depósito de finos en la parte interna de la curva. En dicha agradación el río tuvo una ligera disminución de su ancho con respecto a la condición inicial analizada en las imágenes aéreas presentadas en el Informe de Geología y Geotecnia.
- En el sitio exacto del cruce del río Sinú con el tercer puente proyectado no se identifican movimientos considerables que pudieran afectar las estructuras de pilas y estribos, por lo que, desde el punto de vista de dinámica fluvial, no existe un riesgo elevado de afectación al puente proyectado. En el Anexo 5 se relacione el informe de Geología y Geotecnia mencionado previamente.
- Para la modelización hidráulica se utilizó el programa de cálculo HEC RAS 2D 5.0.7, implementándose en el mismo un cálculo en régimen permanente gradualmente variado. HEC-RAS puede realizar enrutamiento hidrodinámico bidimensional (2D) dentro de la parte de análisis de flujo inestable del software.
- El modelo hidráulico de HEC RAS 2D trabaja en función del modelo de elevación digital, las condiciones de caudal a la entrada y la salida, los usos de suelo del tramo de estudio y las estructuras que inciden directa o indirectamente en las condiciones del flujo.
- Para las condiciones existentes del tramo del río Sinú, se asumió una condición inicial de caudal de 12 horas previas a la corrida del modelo con el fin de tener un caudal estable. Se aprecia como para la situación más crítica de calado (mayor profundidad del cuerpo de agua) se tiene una profundidad de 6.99 m para un caudal

con TR100, y va reduciendo hasta una profundidad de 6.24 m para un caudal con TR2.

- Se obtiene un nivel máximo de lámina de agua para un TR100 de **14.09 m**. A partir de este nivel se debe garantizar un gálibo mínimo de 9.3 m según recomendación dada por INVIAS, teniendo en cuenta que sobre el río Sinú existe navegación de embarcaciones de pequeño y mediano tamaño.
- Para las condiciones proyectadas del tramo del río Sinú se concluye que el nivel de la lámina de agua alcanza a inundar de manera parcial las pilas centrales del puente, obligando a que estas tengan elementos de protección a la socavación.
- Para el análisis de socavación del tercer puente del río Sinú, se tendrá en cuenta un **D_{50}=4 mm**, correspondiente a grava muy fina, el cual, en su mayoría, domina el lecho en este tramo del río.
- La velocidad media obtenida es mayor a la crítica para un periodo de retorno de 100 años, lo que indica que el movimiento de los granos si se iniciaría fácilmente en el caso de una creciente de magnitud equivalente. Se concluye que se puede iniciar el movimiento de los granos en el lecho y bancas para caudales con periodo de retorno de 100 años.
- De los resultados obtenidos del modelo de socavación se concluye que la socavación general por contracción es menor y no representa un factor de riesgo a la hora de construir el puente proyectado. Para las pilas si se presenta una socavación local considerable que requiere una protección especial para evitar problemas de estabilidad de la estructura a futuro.
- Se propone una protección contra la socavación en los taludes de la margen izquierda del río Sinú. Con esta protección se busca reducir el avance de la socavación aguas arriba y aguas del puente en la margen izquierda del río Sinú, teniendo en cuenta lo identificado en el análisis de dinámica fluvial mencionado en el capítulo 7.1. De igual manera, en el sitio exacto de la ubicación de las pilas se propone la protección lateral del talud teniendo en cuenta que dichas pilas se proponen en los taludes de las bancas del río Sinú.
- Para la protección contra la socavación en las pilas, se propone un enrocado alrededor de estas. El enrocado que va a usarse es de mayor tamaño que el que se requiere para proteger cauces con flujo sin obstrucciones. Para no reducir el área hidráulica de la corriente, es conveniente desplantar el enrocado hasta la elevación que alcanza la socavación a largo plazo y por contracción. Como esto no siempre es posible, conviene al menos rellenar con enrocado el hueco dejado por la socavación.
- Teniendo en cuenta la profundidad de socavación mostrada en la tabla, se propone que el espesor de protección a la socavación en las pilas tenga una profundidad de mínimo 4 m. Esta protección debe incluir geotextil no tejido que impida la pérdida de finos, El geotextil debe estar en contacto directo con las pilas.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) República de Colombia. Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Subdirección Agrológica, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Mapa Ecológico según la Clasificación de L. R. Holdridge para las Formaciones Vegetales o Zonas de Vida del Mundo. Bogotá, D.C., 1977.

(2) República de Colombia. Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Subdirección Agrológica, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Carta de Clasificación de Tierras. Bogotá, D.C., 1977.

(3) República de Colombia. Ministerio de Agricultura, Subdirección de Investigación en Sistemas de Producción, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Mapa de Zonificación Agroecológica. Bogotá, D.C., 2002.

(4) República de Colombia. Ministerio de Minas y Energía, Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras. Mapa Geológico de Colombia. Bogotá, D.C., 1988.

(5) República de Colombia. Ministerio de Transporte, Instituto Nacional de Vías. Manual de Drenaje para Carreteras. Bogotá, D.C., 2009.

(6) República de Colombia. Ministerio de Transporte, Instituto Nacional de Vías. Manual de Diseño Geométrico para Carreteras. Santafé de Bogotá, D.C., 2011.

(7) República de Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Estudio Nacional del Agua. Bogotá D.C., diciembre de 2010.

(8) MONSALVE, G. Hidrología en la Ingeniería. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Santafé de Bogotá D.C., julio de 1995.

(9) LÓPEZ CUALLA, R. Elementos de diseño de acueductos y alcantarillados. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Santafé de Bogotá D.C., julio de 2003.

(10) REMENEIRAS, G. Tratado de Hidrología Aplicada. Editores Técnicos Asociados S.A. Barcelona, España, 1974.

(11) PONCE, Víctor M. Engineering Hydrology, Principles and Practices. Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey, USA, 1989.

(12) HJELMFELT, Jr. A., CASSIDY, J. J. Hydrology for Engineers and Planners. lowa State University Press. Ames, lowa, 1976.

(13) CHOW, V. T. Handbook of Applied Hydrology. McGraw Hill Book Company. New York, USA, 1984.

(14) CHOW, V. T., MAIDMENT, D.R., MAYS, L.W. Applied Hydrology. McGraw-Hill International Editions, Civil Engineering Series. New York, U.S.A., 1988.

(15) CHOW, Ven Te. Open Channel Hydraulics. McGraw-Hill Kogakusha Ltd., 1959.

(16) SORRELL, Richard C., HAMILTON, David A. Computing Flood Discharges for Small Ungaged Watersheds. Michigan Department of Natural Resources - Land and Water Management Division, 1991.

(17) VARGAS M. R., DÍAZ – GRANADOS, D. M. Curvas Sintéticas Regionalizadas de Intensidad - Duración - Frecuencia para Colombia, sin fecha.

(18) CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LOS VALLES DEL SINÚ Y DEL SAN JORGE – CVS. Diagnóstico Ambiental de la Cuenca Hidrográfica del río Sinú. Montería, Córdoba. 2004.

CONSORCIO
PUENTE RÍO SINÚ

NIT. 901.784.351-2

Anexo No. 2

Volumen IX Estudio Componentes Ambiental Y Social (Paga)

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS

Contrato N° 1550 de 2021

ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINU, MONTERIA, CORDOBA

CONSORCIO PUENTE SINU FIA

VOLUMEN IX. ESTUDIO COMPONENTES AMBIENTAL Y SOCIAL (PAGA)

EDICION 2

OCTUBRE 2022

CONTROL DE EDICIÓN, MODIFICACIÓN Y COPIAS

PARTE A

CONTROL DE EDICIÓN

Nombre del documento: VOLUMEN IX. ESTUDIO COMPONENTES AMBIENTAL Y SOCIAL (PAGA)

RESPONSABLES/VERSION	1	2	3	4	5
ELABORACIÓN NOMBRE/CARGO:	Johana Pérez C. Esp. Ambiental	Johana Pérez C. Esp. Ambiental			
MP:	63202146114	63202146114			
FECHA:	13-10-2022	23-12-2022			
FIRMA:					
REVISIÓN NOMBRE/CARGO:	Jorge Fandiño	Jorge Fandiño			
FECHA:	13-10-2022				
FIRMA:					
APROBACIÓN NOMBRE:					
FECHA:					
FIRMA:					

PARTE B

CONTROL DE MODIFICACIONES

EDICIÓN	SECCIÓN MODIFICADA	FECHA	MODIFICACIÓN (NATURALEZA DEL CAMBIO)	OBSERVACIONES Responsable
1		13-10-2022		

PARTE C

DISTRIBUCIÓN Y CONTROL DE COPIAS

EDICIÓN	No. COPIA	ENTREGADA A:	FECHA	APROBADO	RECIBIDO
2	Original	INTERVENTORÍA	23-12-2022		

PARTE D

CONTRATO	CLIENTE	PRODUCTO	FOLIOS
1550 de 2021	INVIAS	VOLUMEN IX. COMPONENTE AMBIENTAL Y SOCIAL	

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 11
1.1 ANTECEDENTES 11
1.1.1 Aspectos anteriores al contrato No. 1550 de 2021 11
1.1.2 Aspectos actuales contrato No. 1550 de 2021 12
1.2 ASPECTOS CONTRACTUALES 13
1.3 OBJETIVOS 14
1.3.1 Objetivo General 14
1.3.2 Objetivos Específicos 14
1.4 ALCANCE 15
1.4.1 Grupo Interdisciplinario 15
1.4.2 Enfoque General 16
1.5 MARCO LEGAL 16
1.6 METODOLOGIA GENERAL 22
1.6.1 Contenido 23
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 25
2.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 25
2.2 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO 26
2.2.1 Criterios de diseño Geométrico 26
2.2.2 Diseño de Pavimento 28
2.2.3 Generalidades del diseño estructural del puente sobre el río Sinú 30
2.2.4 Modelo hidráulico del puente sobre el río Sinú 32
2.2.5 Identificación de actividades para cada etapa del proyecto 33
2.2.6 Actividades susceptibles de generar impactos ambientales 35
3. ÁREA DE INFLUENCIA 37
3.1 METODOLOGÍA 37
4. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA 42
4.1 MEDIO ABIÓTICO 43
4.1.1 Geología 43
4.1.2 Geomorfología 44
4.1.3 Suelos 46
4.1.4 Amenazas Naturales 47
4.1.4.1 Inundaciones 47
4.1.4.2 Amenaza sísmica 49
4.1.4.3 Procesos de remoción en masa 53
4.1.5 Hidrología río Sinú 54
4.1.5.1 Aspectos morfométricos de la cuenca del río Sinú 55
4.1.5.2 Economía red fluvial 56
4.1.6 Calidad del agua río Sinú área de influencia de estudio 56
4.1.6.1 Resultados parámetros de calidad en dos monitoreos, año 2021 58
4.1.6.2 PTAR sector nororiental de Montería 62
4.1.7 Climatología 63
4.1.7.1 Precipitación 63
4.1.7.2 Temperatura 64

4.1.7.3 Humedad relativa 64
4.1.7.4 Brillo solar 65
4.1.8 Aire y ruido 65
4.1.8.1 Cálida del aire 65
4.1.8.2 Ruido ambiental 66
4.1.9 Estructura Ecológica Principal 72
4.2 MEDIO BIÓTICO: FORESTAL 73
4.2.1 Componente Forestal 73
4.2.1.1 Biomas 73
4.2.1.2 Ecosistemas 74
4.2.1.3 Zonas de Vida 76
4.2.1.4 Coberturas 77
4.2.1.4.1 Tejido humano continuo 78
4.2.1.4.2 Tejido humano discontinuo 79
4.2.1.4.3 Zonas de extracción minera 80
4.2.1.4.4 Zonas verdes urbanas 81
4.2.1.4.5 Cuerpos de agua superficiales 84
4.2.2 Áreas de importancia ecológica 84
4.2.2.1 Índice de diferencia normalizada vegetación 85
4.2.3 Inventario Forestal 89
4.2.3.1 Tipo de aprovechamiento 97
4.2.3.2 Volumen total y comercial de aprovechamiento 97
4.2.3.3 Estado de conservación de las especies 99
4.3 MEDIO BIÓTICO: FAUNA 99
4.3.1 Fauna silvestre 100
4.3.1.1 Aves 101
4.3.1.2 Mamíferos 107
4.3.1.3 Anfibios 114
4.3.1.4 Reptiles 121
4.3.1.5 Peces 128
5. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 139
5.1 ATRIBUTOS DE CALIFICACIÓN DE IMPACTOS 139
5.2 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS PARA EL ESCENARIO SIN PROYECTO 143
5.2.1 Resultados 147
5.3 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS PARA EL ESCENARIO CON PROYECTO 147
5.3.1 Actividades etapas del proyecto 147
5.3.2 Identificación de impactos ambientales para el proyecto 149
5.3.3 Matriz de evaluación de impactos, escenario con proyecto 152
5.3.4 Resultados 156
6. PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL 159
6.1 PROGRAMA 1: DESARROLLO Y APLICACIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL 162
6.2 PROGRAMA 2 – ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS 168
6.3 PROGRAMA 3 – GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO 180
6.4 PROGRAMA 4 – BIODIVERSIDAD Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS 184

6.5 PROGRAMA 5 – MANEJO DE INSTALACIONES TEMPORALES 197
6.6 PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO..... 206
6.7 PLAN DE CONTINGENCIAS..... 209

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción general del proyecto 13
Tabla 2. Marco legal 16
Tabla 3. Coordenada cruce sobre el río Sinú 26
Tabla 4. Parámetros de diseño 27
Tabla 5. Valores Mínimos CBR 29
Tabla 6. Valores Mezcla Densa en Caliente 29
Tabla 7. Fases y Actividades asociadas al proyecto 33
Tabla 8. Actividades susceptibles de generar impactos ambientales 35
Tabla 9. Criterios y aspectos ambientales y socioeconómicos considerados para la delimitación de las áreas de influencia del proyecto vial 38
Tabla 10. Plan de recopilación de información primaria medio biótico 42
Tabla 11. Plan de recopilación de información primaria medio socioeconómico 43
Tabla 12. Registro histórico de reporte de sismicidad histórica en Montería 52
Tabla 13. Puntos monitoreo calidad del agua aguas arriba y abajo del puente proyectado sobre el río Sinú 57
Tabla 14. Objetivos de calidad del Río Sinú adoptados para período 2020 – 2029. 62
Tabla 15. Resultados monitoreo calidad del aire – MP 10 y 2.5 - años 2020 - 2021 65
Tabla 16. Identificación puntos críticos cercanos al área de estudio para las jornadas de ruido ambiental en la ciudad de Montería 68
Tabla 17. Resultados del monitoreo de ruido ambiental y declaración de conformidad, agosto 2021 70
Tabla 18. Resultados del monitoreo de ruido ambiental y declaración de conformidad, septiembre 2021 70
Tabla 19. Resultados del monitoreo de ruido ambiental y declaración de conformidad, octubre 2021 71
Tabla 20. 90
Tabla 21. Inventario forestal, área de intervención del proyecto vial 91
Tabla 22. Volumen Total y Comercial por Especie 98
Tabla 23. Especies de aves en el área del proyecto 102
Tabla 24. Especies de mamíferos en el área del proyecto 107
Tabla 25. Especies de anfibios en el área del proyecto 115
Tabla 26. Especies de reptiles en el área del proyecto 121
Tabla 27. Reptiles amenazados según la UICN (2022) y su uso en Córdoba 124
Tabla 28. Especies de peces en el área del proyecto 128
Tabla 29. Lista de especies de peces amenazadas en Córdoba 131
Tabla 30. Calificación para la valoración de la *naturaleza* del impacto ambiental . 139
Tabla 31. Calificación para la valoración de la Intensidad del impacto ambiental.. 140
Tabla 32. Calificación para la valoración de la Extensión del impacto ambiental .. 140
Tabla 33. Calificación para la valoración del Momento del impacto ambiental 140
Tabla 34. Calificación para la valoración de la Persistencia del impacto ambiental 141
Tabla 35. Calificación para la valoración de la Reversibilidad del impacto ambiental 141
Tabla 36. Calificación para la valoración de la Recuperabilidad del impacto ambiental 142
Tabla 37. Calificación para la valoración de la Sinergia del impacto ambiental 142
Tabla 38. Calificación para la valoración de Acumulación de impacto ambiental .. 142

Tabla 39. Calificación para la valoración del Efecto del impacto ambiental..... 143
Tabla 40. Rangos y niveles de significación..... 143
Tabla 41. Actividades e impactos asociados en el escenario sin proyecto..... 144
Tabla 42. Matriz de evaluación de impactos potenciales sin proyecto: medio Abiótico 145
Tabla 43. Matriz de evaluación de impactos potenciales sin proyecto: medio Biótico y Socioeconómico 145
Tabla 44. Resultados evaluación de impactos “sin Proyecto” 147
Tabla 45. Actividades asociadas al escenario con proyecto 148
Tabla 46. Impactos ambientales fase Preliminares y Ejecución de obra, medio Abiótico 149
Tabla 47. Impactos ambientales fase Preliminares y ejecución de obra, medios biótico y socioeconómico 150
Tabla 48. Impactos ambientales fase de operación, medio Abiótico 150
Tabla 49. Impactos ambientales fase de operación, medios biótico y socioeconómico 150
Tabla 50. Matriz de evaluación de impactos potenciales con proyecto: medio Abiótico 152
Tabla 51. Matriz de evaluación de impactos potenciales con proyecto: medio Biótico y Socioeconómico..... 153
Tabla 52. Matriz de evaluación de impactos potenciales con proyecto fase de operación: medio Abiótico..... 154
Tabla 53. Matriz de evaluación de impactos potenciales con proyecto, fase de operación: medio Biótico y Socioeconómico 155
Tabla 54. Resultados evaluación de impactos “con Proyecto”, Fase Preliminares y Ejecución de Obra 156
Tabla 55. Resultados evaluación de impactos “con Proyecto”, Fase de Operación 156
Tabla 56. Listado de programas y proyectos de Manejo Ambiental - PAGA 159
Tabla 57. Contenido mínimo de las fichas del proyecto/programa 160
Tabla 58. Marco Legal para la Gestión del Riesgo..... 210
Tabla 59. Funciones de Gestión del Riesgo..... 216
Tabla 60. Funciones Gestión del Riesgo 217
Tabla 61. Metodologías Identificación y Evaluación del Riesgo 223
Tabla 62. Amenazas Naturales Identificadas 226
Tabla 63. Amenazas del Proyecto hacia el Entorno..... 227
Tabla 64. Criterios Calificación de Frecuencia 229
Tabla 65. Calificación Potencial de Daño..... 229
Tabla 66. Calificación de Amenaza..... 230
Tabla 67. Criterios de Clasificación de Vulnerabilidad 231
Tabla 68. Clasificación de Vulnerabilidad 231
Tabla 69. Criterios Nivel de Exposición..... 232
Tabla 70. Calificación del Rango de Exposición – Etapas del Proyecto 232
Tabla 71. Relación Nivel de Amenazas vs Nivel de Exposición = Nivel de Riesgo 233
Tabla 72. Calificación del Nivel de Riesgo Proyecto La Columpia 233
Tabla 73. Definiciones de Nivel de Riesgo..... 233
Tabla 74. Plan de Entrenamiento Mínimo para Personal de la Brigada de Emergencias 235
Tabla 75. Equipos de Control de Incendios..... 238

Tabla 76. Actuación del INVIAS 239
Tabla 77. Escenarios de Emergencia y/o Desastre Alcance de la Respuesta..... 241
Tabla 78. Nivel de Respuesta 242
Tabla 79. Estrategia General de Evacuación 244
Tabla 80. Estrategia por Amenazas Naturales 246
Tabla 81. Estrategia por factores endógenos..... 248
Tabla 82. Niveles de Emergencia 256
Tabla 83. Nivel de Emergencias amenazas del proyecto 256
Tabla 84. Respuesta Según Nivel de Alerta..... 257
Tabla 85. Acciones Según Estado Alerta 258
Tabla 86. Directorio de Contactos..... 267
Tabla 88. Servicios de Respuesta 267

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización tramo de estudio: tercer puente sobre el río Sinú 25
Figura 2. Proyección tercer puente sobre el río Sinú 26
Figura 3. Cicloinfraestructura POT Montería..... 27
Figura 4. Vista en planta, diseño geométrico puente sobre el río Sinú..... 28
Figura 5. Perfil transversal, diseño geométrico puente sobre el río Sinú..... 28
Figura 6. Espesores estructura vía 29
Figura 7. Sección transversal en los apoyos..... 31
Figura 8. Sección transversal en los estribos y dovela de cierre 32
Figura 9. Resultados de mancha inundación TR100 años 33
Figura 10. Áreas de Influencia del proyecto, medios abiótico y biótico..... 40
Figura 11. AII social margen derecha río Sinú 41
Figura 12. AII social margen izquierda río Sinú..... 41
Figura 13. Marco geológico del área del Tercer Puente -Montería..... 44
Figura 14. Morfología meándrica del Rio Sinú en el sector del puente proyectado . 45
Figura 15. Caracterización geomorfológica del Rio Sinú – Sector Montería..... 46
Figura 16. Mapa de puntos críticos en municipios de: Norte de Montería y Cerete. 49
Figura 17. Mapa de amenaza sísmica de Colombia 50
Figura 18. Mapa de aceleraciones pico. Periodo de retorno: 475 años..... 51
Figura 19. Localización de los puntos de epicentro de eventos sísmicos con reporte en Montería 52
Figura 20. Mapa Nacional de Amenaza por Movimientos en Masa, Escala 1:100.000 53
Figura 21. Amenaza por movimientos en masa, Montería - Córdoba..... 53
Figura 22. Localización General de la Cuenca Hidrográfica del Río Sinú 55
Figura 23. Puntos monitoreo calidad del agua, río Sinú 2021 57
Figura 24. Oxígeno Disuelto, Monitoreo 1..... 58
Figura 25. Oxígeno Disuelto, Monitoreo 2..... 58
Figura 26. pH, Monitoreo 1 58
Figura 27. pH, Monitoreo 2 58
Figura 28. Conductividad, Monitoreo 1 59
Figura 29. Conductividad, Monitoreo 2 59
Figura 30. SS, Monitoreo 2 59

Figura 31. Cf y CT, Monitoreo 1 60
Figura 32. Cf y CT, Monitoreo 2 60
Figura 33. ICA, Monitoreo 1 61
Figura 34. ICA, Monitoreo 2 61
Figura 35. PTAR, Nororiental, Montería 63
Figura 36. Localización punto de monitoreo de calidad del aire, año 2021 66
Figura 37. Área de estudio municipio de Montería, jornadas de medición de ruido ambiental 67
Figura 38. localización de puntos de monitoreo de ruido ambiental cercanos a el área del proyecto 69
Figura 39. Estructura ecológica principal 72
Figura 40. Biomas presentes en el área de influencia del estudio 74
Figura 41. Zona de vida Montería (Holdrige, 1971) 77
Figura 42. Mapa de cobertura Corine Land Cover 78
Figura 43. Red vial y terrenos asociados 80
Figura 44. Bosque de galería, rio Sinú Montería Córdoba 83
Figura 45. Consulta TREMARCTUS COLOMBIA 3.0 85
Figura 46. Índice de diferencia normaliza vegetación para la ciudad de Montería año 2003 87
Figura 47. Índice de diferencia normaliza vegetación para la ciudad de Montería año 2019 88
Figura 48. Localización de los arbóreos del inventario forestal 97
Figura 49. Resultado impacto ambiental “Con Proyecto”, Fase Preliminares y Ejecución de Obra 157
Figura 50. Resultado impacto ambiental “Con Proyecto”, Fase de operación 158
Figura 51. Organigrama INVIAS 213
Figura 52. Estructura Organizacional para la Atención de Emergencias – Sistema Comando de Incidentes 216
Figura 53. Metodología Evaluación de Riesgos 224
Figura 54. Dimensiones del Análisis de Riesgo en un Proyecto de Inversión Publica 225
Figura 55. Metodología Análisis de Vulnerabilidad 230
Figura 56. Coordinación Interna – Escalamiento de la Respuesta 242
Figura 57. Esquema de notificación 259

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Cruce proyectado sobre el río Sinú 72
Fotografía 2. Sector norte del rio Sinú barrio Panamá 75
Fotografía 3. Panorámica del rio Sinú sector puente colgante viejo de Montería 75
Fotografía 4. Panorámica céntrica de la ciudad de Montería 76
Fotografía 5. Tejido urbano continuo. Ciudad de Montería. 79
Fotografía 6. Tejido urbano continuo. Ciudad de Montería. 79
Fotografía 7. Zona de extracción de arena. Rio Sinú Montería Córdoba. 81
Fotografía 8. Fotografía Zonas verdes urbanas 81
Fotografía 9. Bosque Fragmentado 82
Fotografía 10. Suelos desnudos 83

Fotografía 11. Río Sinú 84
Fotografía 12. Panorámica del sector calle 6 donde inicia el proyecto 90
Fotografía 13. Ecosistemas acuático y terrestre en el área de influencia faunística 100
Fotografía 14. Planchón existente donde se construirá el futuro proyecto del puente 100
Fotografía 15. Ejemplares de la especie *Tyrannus melancholicus* 104
Fotografía 16. Nido de *Tyrannus melancholicus* 104
Fotografía 17. Ejemplar de *Chauria chavarria* 104
Fotografía 18. Ejemplares de *Columba livia* 104
Fotografía 19. Nido de turpial o toche *Icterus chrysater* 104
Fotografía 20. Ejemplares de turpial amarillo Icterus chrysater 104
Fotografía 21. Ejemplar de la especie *Forpus conspicillatus* 105
Fotografía 22. Ejemplar de la especie Ardea alba. 105
Fotografía 23. Ejemplares de paloma roja (*Columbina talpacoti*) y chulo (*Coragyps atratus*). 105
Fotografía 24. Ejemplar de la especie Bubulcus ibis 105
Fotografía 25. Ejemplar de Sicalis sp. 106
Fotografía 26. Ejemplar de garrapatero (Crotophaga major) 106
Fotografía 27. Ejemplar de azulejo (Thraupis episcopus) 106
Fotografía 28. Ejemplar de gavilán pollero (Rupornis magnirostris) 106
Fotografía 20. Ejemplar del murciélago Artibeus planirostris 110
Fotografía 21. Ejemplar del murciélago cola de ratón Molossus molossus 110
Fotografía 31. Ejemplar de nutria (*Lontra longicaudis*) 112
Fotografía 32. Ejemplar de ardilla roja (*Notosciurus granatensis*) 112
Fotografía 33. Ejemplar de murciélago (especie *Uroderma bilobatum*) 113
Fotografía 34. Ejemplar de murciélago (especie *Carollia perspicillata*) 113
Fotografía 35. Ejemplar de murciélago (especie *Phyllostomus discolor*) 113
Fotografía 36. Ejemplar de murciélago (especie *Artibeus lituratus*) 113
Fotografía 37. Ejemplar de murciélago (especie *Desmodus rotundus*) 113
Fotografía 38. Ejemplar de murciélago (especie *Glossophaga soricina*) 113
Fotografía 39. Ejemplar de murciélago (especie *Noctilio albiventris*) 114
Fotografía 40. Ejemplar de murciélago (especie *Sturnira lilium*) 114
Fotografía 41 y Fotografía 42. Ejemplar de sapo (especie Rhinella humboldti). 118
Fotografía 43. Ejemplar de ranita vigilante (especie Scarthyla vigilans) 119
Fotografía 44. Ejemplar de rana de bigotes (especie Leptodactylus fragilis) 119
Fotografía 45 y Fotografía 46. Ejemplares de ranita listada (especie Scinax ruber) 119
Fotografía 47. Ejemplar de ranita mísera (especie Dendropsophus microcephalus) 120
Fotografía 48. Ejemplar de sapo gigante (especie Rhinella horribilis) 120
Fotografía 49. Ejemplar de ranita rostral (especie Scinax rostratus) 120
Fotografía 50. Ejemplar de rana arborícola enmascarada (*Smilisca phaeota*) 120
Fotografía 51. Ejemplar de rana picuda (especie Leptodactylus fuscus) 120
Fotografía 52. Ejemplar de Iguana verde (*Iguana iguana*) trasladándose al árbol para subirse. 125
Fotografía 53. Iguana (*Iguana iguana*) ya subida en el árbol para asolearse. 125
Fotografía 54 y Fotografía 55. Ejemplar de falsa boa o ratonera (Pseudoboa neuwiedii) 125

Fotografía 56. Ejemplar de falsa coral de calico (Oxyrhopus petolarius)..... 125
Fotografía 57. Ejemplar de serpiente de tierra oscura de Shaw (*Erythrolamprus melanotus*) 125
Fotografía 58. Ejemplar de mapaná de agua (*Helicops danieli*) 126
Fotografía 59. Ejemplar de serpiente de ojos de gato del norte (*Leptodeira septentrionalis*) 126
Fotografía 60. Ejemplar de salamanqueja azul (Gonatodes albogularis) 126
Fotografía 61. Ejemplar de anolis de hierba (Anolis auratus)..... 126
Fotografía 62. Ejemplar de babilla (Caiman crocodilus fuscus)..... 127
Fotografía 63. Ejemplar de caimán de río (Crocodylus acutus)..... 127
Fotografía 64. Ejemplar de tortuga pecho quebrado escorpión (Kinosternon scorpioides) 127
Fotografía 65. Ejemplar de tortuga del río Magdalena (Podocnemis lewyana)..... 127
Fotografía 66. Ejemplar de borriguero o lagartija metálica (Ameiva concolor)..... 127
Fotografía 67. Ejemplar de gecko común de la casa (Hemidactylus frenatus) 127
Fotografía 68. Ejemplar de moncholo o calabrote o dentón (*Hoplias malabaricus*) 133
Fotografía 69. Ejemplar de bocachico (Prochilodus reticulatus magdalenae) 134
Fotografía 70. Ejemplar de corronchito (Lasiancistrus caucanus) 134
Fotografía 71. Ejemplar de cucha o carachama (*Chaetostoma thomsoni*) 135
Fotografía 72. Ejemplar de catfish o arrechito o capitajeno (Pimelodella chagresi)135
Fotografía 73. Ejemplar de Liso, capitán, bagre negro o sapo (Rhamdia quelen) . 135
Fotografía 74. Ejemplar de mojarra amarilla (Caquetaia kraussii)..... 135
Fotografía 75. Ejemplar de sardinata o sabaleta o paloma (Brycon rubricauda) ... 136
Fotografía 76. Ejemplar de dorada o mulata o charúa (Brycon sinuensis) 136
Fotografía 77. Ejemplar de jetudo o hocicón o pataló (Ichthyoelephas longirostris) 137
Fotografía 78. Ejemplar de barbudo blanco o nicuro (Pimelodus clarias)..... 137
Fotografía 79. Ejemplar de capaz, barbudo (Pimelodus grosskopfii)..... 137
Fotografía 80. Ejemplar de dorada o mulata o charúa (Brycon sinuensis) 138

1. INTRODUCCIÓN

El Consorcio PUENTE SINU FIA suscribió con INVIAS el Contrato 1550 de 2021 cuyo objeto son los ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL TERCER PUENTE SOBRE EL RÍO SINÚ y sus accesos a Nivel de Fase III Contratación, en la ciudad de Montería, del departamento de Córdoba. El puente a proyectar posee una longitud aproximada de 380 m de súper estructura (sin limitarse a esta) y 60 m a cada lado, correspondiente a los accesos.

En concordancia con lo anterior, el presente documento corresponde al desarrollo del VOLUMEN IX. ESTUDIO COMPONENTES AMBIENTAL Y SOCIAL (PAGA), el cual hace parte de los estudios y diseños para la construcción del tercer puente sobre el rio Sinú proyectado al noroccidente de ciudad de Montería, en el departamento de Córdoba.

La estructura del documento obedece al Plan de Implementación de la Guía Ambiental - PAGA, el cual fue elaborado con base en la GUIA DE MANEJO AMBIENTAL DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA - SUBSECTOR VIAL de INVIAS 2011 e igualmente considerando la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-MADS mediante Resolución 1402 del 25 de julio de 2018.

1.1 ANTECEDENTES

1.1.1 Aspectos anteriores al contrato No. 1550 de 2021

De acuerdo con la información presentada en el documento INVIAS “ESTUDIOS Y DOCUMENTOS PREVIOS Y ANÁLISIS DEL SECTOR, CMA-DT-SEI-024-2021” en el cual se informa que, a través de contrato de concesión No. 008 de 2010, Transversal de las Américas Sector 1- Tramo: Arboletes Montería celebrado entre el Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) y el Vías de las Américas S.A.S., se adelantaron los estudios y diseños definitivos del proyecto “ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PUENTE VEHICULAR, SOBRE EL RIO SINÚ EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA EN EL DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA”. De acuerdo con lo anterior, se realizaron para este contrato los estudios de geología, geotecnia, hidrología, hidráulica y diseño geométrico y de más componentes de los estudios y diseños elaborados por el concesionario. Es así que fue proyectado un puente con una estructura en concreto de 5 luces, luz central o principal de 140 m y dos luces laterales a cada lado de 70 y 35 m para una longitud total del puente de 350 m el puente.

Basados en la información anterior, no fueron consideradas dentro de las entregas las gestiones prediales, sociales y ambientales, el plan de manejo de tránsito u los diseños paisajísticos y urbanísticos, por lo que, en el año 2019, se realizó una consulta predial la

cual da como resultado que los predios a afectar por la construcción de dicho puente vehicular, elevarían el costo de la construcción aproximadamente en un 100%, por lo cual se hace necesario replantear la ubicación de dicho puente en un lugar donde las condiciones sean favorables en todos los aspectos tanto técnicos, ambientales, financieros y jurídicos.

1.1.2 Aspectos actuales contrato No. 1550 de 2021

De conformidad con los requerimientos técnicos del INVIAS (11 de mayo de 2021) Hito I - Volumen IX: Estudio componentes Ambiental y Social (Lineamientos para la estructuración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA) y Anexo Técnico del proyecto (CMA-DT-SEI-024-2021), se deberá realizar el análisis preliminar del estudio ambiental a partir de los lineamientos estipulados en los términos de referencia vigentes, expedidos por la Autoridad Ambiental de Licencias Ambientales (ANLA) para EIA según sea el caso.

Asimismo, y conforme con el Anexo Técnico del proyecto (CMA-DT-SEI-024-2021), se deberá elevar la consulta ante la Autoridad Ambiental: “En caso que el proyecto, obra o actividad no esté listada en el Decreto 769 de 2014 y se considere que sea de mejoramiento, se debe elevar consulta a la autoridad ambiental competente”. En caso de que el proyecto requiera del trámite de Licenciamiento Ambiental, se deberá adelantar consulta de Necesidad de Diagnóstico Ambiental de Alternativas - NDA y continuar los trámites pertinentes hasta la obtención de la Licenciamiento Ambiental. Si la Autoridad Ambiental, considera viable que el alcance del proyecto es una actividad de mejoramiento este continuará con la elaboración del documento PAGA.

De acuerdo con lo anterior y dado que el proyecto ESTUDIO Y DISEÑOS TERCER PUENTE SOBRE EL RÍO SINÚ se desarrolla en un ámbito netamente urbano sin conexión alguna con vías nacionales, los procedimientos ambientales del presente proyecto no serán desarrollados hacia la Autoridad Ambiental de Licencias Ambientales – ANLA, toda vez que, el mismo no presenta requerimiento de Licencia Ambiental, sin embargo, cada uno de los permisos ambientales necesarios (ocupación de cauce, aprovechamiento forestal entre otros) serán adelantados por la autoridad ambiental regional, es decir, por la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge – CVS.

Como soporte en lo anterior, esta consultoría decidió solicitar una mesa de trabajo junto con la CVS, para exponer el proyecto y ratificar la no necesidad de Licencia Ambiental para el mismo. Dicha mesa de trabajo fue realizada el día 7 de abril de 2022 en las instalaciones de la CVS y se presentó como conclusión por parte de los técnicos de la corporación, la ratificación de la no necesidad de Licencia Ambiental del proyecto Tercer Puente sobre el Río Sinú dado su desarrollo sobre zona urbana.

1.2 ASPECTOS CONTRACTUALES

Datos contractuales del Contrato 1555 de 2021 suscrito entre el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) y el Consorcio PUENTE SINU FIA se detallan a continuación:

Tabla 1. Descripción general del proyecto

Contrato IDU No.	1550 de 2021
Objeto del Contrato	Estudios y diseños para el tercer puente sobre el río SINÚ, Montería, Córdoba.
Contratista	CONSORCIO PUENTE SINU FIA
NIT.	901.516.869-7
Plazo de ejecución	11 meses
Fecha de inicio	08/11/2021
Ciudad	Montería, Córdoba
Director Consultoría	Jorge Alfonso Fandiño Ramírez
Oficina principal	Calle 93b # 18 - 45, Oficina 201
Teléfono	(571) 3904091
Interventoría	CONSORCIO INTERDISEÑOS SINÚ
NIT.	901.519.806-7
Director Interventoría	Pedro José Corredor Becerra

Fuente: Consorcio Puente SINU FIA, 2022

El presente documento ha sido elaborado en atención a los requerimientos establecidos en el Concurso de Méritos para la elaboración de los ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL TERCER PUENTE SOBRE EL RIO SINU, MONTERIA, CORDOBA, tanto del ANEXO TECNICO como en el documento de REQUERIMIENTOS TECNICOS.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Realizar el documento de PROGRAMA DE ADAPTACION DE LA GUIA DE MANEJO AMBIENTAL – PAGA, con el fin de establecer las medidas de prevención, mitigación, control y compensación de los impactos ambientales y sociales asociados a las actividades constructivas que desarrollará el contratista designado para la implementación de la construcción del tramo vial del tercer puente sobre el río Sinú ,el cual conectará la Carrera 3W con calle 15 (sobre pasando en rio Sinú) con la Avenida 1 con calle 6, en la ciudad de Montería, departamento de Córdoba.

1.3.2 Objetivos Específicos

Se presenta a continuación los objetivos específicos necesarios para la consecución del objetivo principal.

- Presentar la localización geográfica del área de estudio, a nivel departamental y municipal, junto con la descripción de las obras a ejecutar conforme a las disposiciones dadas por el área técnica del grupo consultor en el marco del desarrollo del presente estudio.

- Realizar una caracterización del área de influencia donde se va a realizar el Proyecto en los medios físico, biótico y socioeconómico.

- Identificar y evaluar los impactos ambientales generados por las diferentes actividades del proceso constructivo del proyecto.

- Formular el Programa de Adaptación de la Guía de Manejo Ambiental - PAGA del proyecto, de acuerdo a los lineamientos establecidos por la Guía Ambiental para el Subsector Vial y establecer Programas de Manejo Ambiental, Seguimiento y Monitoreo según los impactos evaluados.

- Determinar con base en las particularidades del proyecto, las necesidades de intervención de recursos naturales que requieran permisos, autorizaciones o concesiones y así, elaborar la documentación técnica de soporte, según los requerimientos indicados por la autoridad ambiental competente.

- Proponer el plan de contingencias específico para el proyecto de interés.

- Valorar el Plan de Inversión Ambiental y Social a ser integrado al Presupuesto general de la Obra.

1.4 ALCANCE

El alcance del componente Ambiental y Social se estructura conforme a las directrices emitidas por Ministerio de Ambiente, y Desarrollo Sostenible con base en la Resolución 1402 del 25 de julio de 2018 “Metodología para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales”, y los lineamientos establecidos en los Términos de Referencia acogidos por el MAVDT mediante la Resolución 1258 del 10 de julio de 2018, identificados con el código TDR-022. Además de lo anterior, y conforme a la ejecución de las obras viales no sujetas a licenciamiento ambiental, se considerará lo dispuesto por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) dentro de la Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura Subsector Vial de acuerdo con el Artículo 2.2.2.5.4.3. del Decreto 1076 de 2015.

Conforme a lo anterior, el alcance del estudio Ambiental y Social se fundamenta en el desarrollo del Plan de Adaptación de la Guía Ambiental – PAGA, teniendo en cuenta cada uno de los medios: biótico, físico y socioeconómico del área de influencia del proyecto.

De igual forma, el alcance contempla las acciones que se deberán realizar ante la Autoridad Ambiental Competente, en este caso la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge - CVS en las diferentes etapas del proyecto para la obtención de los permisos y/o autorizaciones, acorde con las directrices emitidas por la normatividad ambiental nacional y del municipio. Igualmente, este componente va en concordancia en tiempo y espacio con los demás estudios y diseños complementarios que se requieren para el desarrollo del proyecto como lo son: diseño geométrico, estudio de suelos, geotecnia, hidráulico y de redes.

1.4.1 Grupo Interdisciplinario

El documento estará estructurado bajo el resultado del trabajo mancomunado de profesionales de las siguientes áreas y especialidades:

- Ingeniería Civil
- Suelos: Geología y geotecnia
- Arqueología
- Ingeniería de Vías
- Ingeniería Forestal
- Ingeniería Hidráulica
- Biólogo
- Social
- Especialista en SIG
- Ingeniero Ambiental

1.4.2 Enfoque General

Teniendo en cuenta que todo proyecto, obra o actividad genera impactos negativos y positivos a ese ecosistema, y la importancia de revisar, ajustar y validar cada actividad, con el objeto de: a) verificar la exactitud de la evaluación ambiental del proyecto; b) determinar la eficacia de las medidas de intervención; y/o c) modificar el proyecto si algunos sucesos imprevistos ponen en riesgo el éxito del mismo o la integridad del medio ambiente y la sociedad.

1.5 MARCO LEGAL

Conforme a lo expuesto en el Decreto 1076 de 2015 (Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible) se indica que el proyecto no está sujeto a licenciamiento ambiental, toda vez que el proyecto se localiza dentro de zona urbana sin conexión a vías nacionales, por lo cual no aplica la justificación de la actividad dentro del Decreto 769 de 2014. Para este caso, corresponde a la adopción de las mejores prácticas en planificación, diseño y construcción de acuerdo a lo contemplado en la GUÍA DE MANEJO AMBIENTAL DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA SUBSECTOR VIAL, INVÍAS 2011.

Esta Guía de INVIAS aplica para proyectos que no requieren licencia ambiental para su ejecución, por tanto y en concordancia con la Guía, sí se precisa de la obtención de permisos y/o autorizaciones ambientales necesarios para la ejecución de las obras de acuerdo a las necesidades del proyecto.

Los permisos se definirán de acuerdo a las necesidades del proyecto y deben ser tramitados ante la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge – CVS y/o se realizará la compra a terceros autorizados de los insumos para el caso de las fuentes de materiales de construcción y alquiler de baños portátiles, o alquiler de baños sanitarios de viviendas cercanas y finalmente compra de agua en bloque a acueductos existentes.

Para el desarrollo del contrato, se tendrá en cuenta la normatividad ambiental vigente, aplicable a proyectos lineales de infraestructura de transporte, el cual contempla la jerarquía normativa de nuestro país, considerando la norma constitucional, leyes y reglamentos desde el ámbito nacional, regional y local.

Tabla 2. Marco legal

	IDENTIFICACIÓN DE LA NORMA	DESCRIPCIÓN
Aplicación	Constitución Política de Colombia 1991 ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE	Mecanismos e instrumentos de cumplimiento nacional.
	Decreto Ley 2811 de 1974 PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA.	Se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

	IDENTIFICACIÓN DE LA NORMA	DESCRIPCIÓN
	Decreto 4673 de 2010 CONGRESO DE LA REPÚBLICA	Por lo cual se adiciona el artículo 38 de la Ley 1333 de 2009.y se dictan otras disposiciones para atender la situación de desastre nacional y de emergencia económica, social y ecológica nacional, expedido en desarrollo del Decreto 4580 de 2010, Por el cual se declara el estado de emergencia económica, social y ecológica por razón de grave calamidad pública.
	Ley 163 de 1959 CONGRESO DE LA REPÚBLICA	Por la cual se dictan medidas sobre defensa y conservación del patrimonio histórico, artístico y monumentos públicos de la Nación. Así mismo los decretos reglamentarios
	Decreto 264 de 1963 PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA.	Por el cual se reglamenta la Ley 163 de 1959 sobre defensa y conservación del patrimonio histórico, artístico y monumentos públicos de la Nación.
	Ley 9 de 1979 CONGRESO DE LA REPÚBLICA	Código Sanitario Nacional con normas para preservar, conservar y mejorar la salud de los individuos en sus ocupaciones
	Ley 99 de 1993 CONCEJO NACIONAL DE COLOMBIA	Se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
	Ley 165 de 1994 CONGRESO DE LA REPÚBLICA	Por medio de la cual se aprueba el “Convenio sobre la Diversidad Biológica”.
	Ley 388 de 1997 CONGRESO DE LA REPÚBLICA	Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, la Ley 2 de 1991.
	Ley 685 de 2001 CONGRESO DE LA REPÚBLICA	Por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones, entre las cuales está lo referente a los aprovechamientos mineros sea de canteras o material de arrastre.
	Ley 1333 de 2009 CONGRESO DE LA REPÚBLICA	Sobre el Régimen Sancionatorio Ambiental.
	Ley 1682 de 2013 CONGRESO DE LA REPÚBLICA	Por la cual se adoptan medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte y se conceden facultades extraordinarias.
	Decreto 2372 de 2010 MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE - MADS	Sobre los criterios, categorías y jurisdicción de las áreas protegidas y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas. El Convenio sobre Diversidad Biológica, aprobado por la Ley 165 de 1994 tiene como objetivo la conservación de la diversidad, el uso sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios derivados del uso de recursos genéticos.
	Decreto 2041 de 2014 MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE - MADS	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. *Artículo 53.* Vigencia y derogatorias. El presente decreto rige a partir del 1° de enero de 2015 y deroga el Decreto 2820 de 2010.
	Resolución 0415 de 2010 MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE - MADS	Por la cual se reglamenta el Registro Único de Infractores Ambientales (RUIA) y se toman otras determinaciones.

	IDENTIFICACIÓN DE LA NORMA	DESCRIPCIÓN
	Decreto 1076 de 2015 MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE - MADS	El Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, es una compilación de las normas expedidas por el Gobierno Nacional en cabeza del presidente de la República, en ejercicio de las facultades reglamentarias otorgadas por el numeral 11 del artículo 189 de la Constitución Política. En este acto administrativo se presentan las normas establecidas para los componentes agua, aire, suelo, flora y fauna aplicables en el marco de este proyecto a nivel de caracterización estado actual de los tramos.
Componente Aire y Ruido	Resolución 8321 de 1983 MINISTERIO DE SALUD	Por la cual se dictan normas sobre Protección y conservación de la Audición de la Salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos.
	Decreto 948 de 1995 MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE - MADS	Prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire. En lo que respecta al permiso de emisiones atmosféricas, incluido ruido, principalmente para instalación de plantas de trituración de materiales, de concreto u otra fuente productora de emisiones atmosféricas.
	Resolución 601 de 2006 MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL	Se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.
	Resolución 650 de 2010 MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE - MADS	Mediante la cual se adoptan los protocolos de monitoreo y seguimiento de la Calidad del Aire.
	Resolución 2154 de 2010 MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL	Por la cual se ajusta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire adoptado a través de la Resolución 650 de 2010.
	Resolución 610 de 2010 MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE - MADS	Por la cual se modifica la Resolución 601 de 2006.
Componente Visual	LEY 140 DE 1994 CONGRESO DE LA REPUBLICA	por la cual se reglamenta la Publicidad Exterior Visual en el Territorio Nacional
	Decreto 959 de 2000 ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA	Por el cual se compilan los textos del Acuerdo 01 de 1998 y del Acuerdo 12 de 2000, los cuales reglamentan la publicidad Exterior Visual en el Distrito Capital de Bogotá
	Resolución 912 de 2002 DEPARTAMENTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DEL MEDIO AMBIENTE -DAMA	Por la cual se reglamenta el registro y las infracciones en materia de publicidad exterior visual
Componente Agua	Decreto 1449 de 1977 MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE - MADS	Por el cual se reglamentan parcialmente el inciso 1 del numeral 5 del artículo 56 de la Ley número 135 de 1961 y el Decreto-Ley número 2811 de 1974.
	Decreto 1541 de 1978 MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE - MADS	Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto- Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973. Referente a intervención de cauces de tipo temporal o definitivo y concesión de aguas.
	Decreto 2858 de 1981 MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE - MADS	Por el cual se reglamenta parcialmente el Artículo 56 del Decreto-Ley 2811 de 1974 y se modifica el Decreto 1541 de 1978.

	IDENTIFICACIÓN DE LA NORMA	DESCRIPCIÓN
	Decreto 1594 de 1984 MINISTERIO DE AGRICULTURA	Usos del agua y residuos líquidos. Artículos 20 y 21 (vigentes).
	Ley 373 de 1997 CONGRESO DE LA REPUBLICA	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua, busca preservar la oferta hídrica a partir de la formulación de proyectos y acciones que deben adoptar los usuarios.
	Decreto 155 de 2004 MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE- MADS	Reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de agua y se adoptan otras disposiciones.
	Decreto 4742 de 2005 PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA	Por el cual se modifica el artículo 12 del Decreto 155 de 2004 mediante el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas.
	Decreto 3678 de 2010 MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE- MADS	Por el cual se establecen los criterios para la imposición de las sanciones consagradas en el artículo 40 de la Ley 1333 de 2009.
	Decreto 3930 de 2010 MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE- MADS	Por el cual se establece las disposiciones relacionadas con los usos del recurso hídrico, el ordenamiento territorial del recurso hídrico y los vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a los alcantarillados. Modificado parcialmente por el Decreto 4728 de 2010.
	Decreto 4728 de 2010 MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE- MADS	Modifica parcialmente el decreto 3930 de 2010, sobre usos del agua y residuos líquidos.
	Resolución 2086 de 2010 MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE- MADS	Por la cual se adopta la metodología para la tasación de multas.
	Decreto 2667 de 2012 PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA	Por el cual se reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales, y se toman otras determinaciones.
	Decreto 1640 de 2012 PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA	Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones".
	Resolución 631 de 2015 MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE- MADS	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.
Residuos	Resolución 2309 de 1986 MINISTERIO DE SALUD	Por la cual se dictan normas para el cumplimiento del contenido del título III de la Parte 4 del libro 1 del Decreto-Ley número 2811 de 1974 y de los títulos I, III y XI de la Ley 9 de 1979, en cuanto a Residuos Especiales.
	Resolución 541 de 1994 MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE- MADS	Regula el cargue, transporte y disposición de escombros.
	Decreto 1609 de 2002 PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA	Requerimientos para el transporte de sustancias peligrosas

	IDENTIFICACIÓN DE LA NORMA	DESCRIPCIÓN
	Decreto 838 de 2005 PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA	Mediante el cual se establecen nuevas normas para la disposición final de residuos y se dictan otras disposiciones.
	Decreto 4741 de 2005 PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA	Se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.
	Resolución 1402 de 2006 MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL	Por la cual se desarrolla parcialmente el Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005, en materia de residuos o desechos peligrosos.
	Decreto 2981 de 2013 MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE- MADS	Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo.
	Resolución 472 de 2017 MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE- MADS	Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición – RCD y se dictan otras disposiciones.
Flora y Fauna	Decreto 1715 de 1978 MINISTERIO DE AGRICULTURA	Por el cual se reglamenta parcialmente el Decreto – Ley 2811 de 1974, la Ley 23 de 1973 y el Decreto – Ley 154 de 1976, en cuanto a protección del paisaje.
	Decreto-Ley 1608 de 1978 PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA	Regula la preservación, conservación, restauración y fomento de la fauna silvestre. Incluye especies que no cumplen todo su ciclo de vida en el medio acuático.
	Ley 17 de 1981	Colombia es parte de CITES mediante la presente Ley. Esta Convención entró en vigor para el país el 28 de noviembre de 1981 y su objetivo es velar por la conservación y uso sostenible de las especies de flora y fauna silvestres que son objeto de comercio internacional.
	Ley 84 de 1989 CONGRESO DE LA REPÚBLICA	Por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Protección de los Animales y se crean unas contravenciones y se regula lo referente a su procedimiento y competencia. Aplica para el proyecto en el sentido del trato con los las especies que se pueden encontrar en los tramos objeto s de estudio, si bien esta ley hace referencia a os animales domesticados, tiene que ver con la manipulación a que se haga uso de estos a toda la fauna silvestre
	Ley 165 de 1994 CONGRESO DE LA REPÚBLICA	A través de la cual se establecen procedimientos apropiados y se exige la evaluación del impacto y reducción al mínimo del impacto adverso sobre la diversidad biológica.
	Ley 299 de 1996 MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE- MADS	Por el cual se protege la flora colombiana, se reglamentan los jardines botánicos y se dictan otras disposiciones.
	Decreto 1791 de 1996 PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA	Por medio el cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal.
	Ley 611 (agosto 17 de 2000)	Por la cual se dictan normas para el manejo sostenible de especies de Fauna Silvestre y Acuática.
	Resolución 1263 de 2006 MINISTERIO DE AMBIENTE Y	Por la cual se establece el procedimiento y se fija el valor para expedir los permisos a que se refiere la Convención sobre el Comercio Internacional de

	IDENTIFICACIÓN DE LA NORMA	DESCRIPCIÓN
	DESARROLLO SOSTENIBLE- MADS	Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres –CITES. Aplica para el proyecto en el sentido de ser identificado especies de fauna silvestre con alguna restricción a nivel internacional en los tramos a estudiar
	Resolución 848 de 2008 MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL	Declaró las especies exóticas o foráneas invasoras, presentes en el territorio colombiano y estableció acciones de manejo[1].
	Decreto 1376 (27 de junio de 2013) MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE-MADS	Por el cual se reglamenta el permiso de recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de investigación científica no comercial.
	Decreto 3016 (27 de diciembre de 2013) MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE-MADS	Por el cual se reglamenta el Permiso de Estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de Elaboración de Estudios Ambientales
	Resolución 1912 de 2017 MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE-MADS	Respecto a las medidas necesarias para asegurar la protección de las especies de flora y fauna silvestres; tomar las previsiones que sean del caso para defender las especies en extinción o en peligro de serlo. Por el cual se establece el listado de especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marina costera que se encuentra en el territorio nacional. Aplica para el proyecto porque es el referente para la identificación de fauna silvestre en los 4 tramos que evidencia alguna categoría de amenaza a nivel nacional
Social y Cultural	DECRETO 2591 DE 1991 (PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA)	Reglamenta la Acción de Tutela consagrada en el artículo 86 de la Constitución Política.
	DECRETO 306 DE 1992 (PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA)	Por el cual se reglamenta el Decreto 2591 de 1991.
	LEY 70 DE 1993 (CONGRESO DE COLOMBIA)	Por la cual se desarrolla el artículo transitorio 55 de la Constitución Política. Protección de la identidad cultural y derechos de las comunidades negras en Colombia.
	LEY 134 DE 1994 (CONGRESO DE COLOMBIA)	Mecanismos de participación ciudadana.
	LEY 397 DE 1997 (CONGRESO DE COLOMBIA)	Se desarrollan los Artículos 70, 71 y 72 y demás Artículos concordantes de la Constitución Política y se dictan normas sobre patrimonio cultural, fomentos y estímulos a la cultura, se crea el Ministerio de la Cultura y se trasladan algunas dependencias
	LEY 472 DE 1998 (CONGRESO DE COLOMBIA)	Desarrolla el artículo 88 de la Constitución Política de Colombia en relación con el ejercicio de las acciones populares y de grupo y se dictan otras disposiciones.
	DECRETO 1320 DE 1998 (MINISTERIO DEL INTERIOR)	Por el cual se reglamenta la consulta previa con las comunidades indígenas y negras para la explotación de los recursos naturales dentro de su territorio.
	LEY 397 DE 1997 (CONGRESO DE COLOMBIA)	Se desarrollan los Artículos 70, 71 y 72 y demás Artículos concordantes de la Constitución Política y se dictan normas sobre patrimonio cultural, fomentos y estímulos a la cultura, se crea el Ministerio de la Cultura y se trasladan algunas dependencias
	LEY 472 DE 1998 (CONGRESO DE COLOMBIA)	Desarrolla el artículo 88 de la Constitución Política de Colombia en relación con el ejercicio de las acciones populares y de grupo y se dictan otras disposiciones.
	DECRETO 1320 DE 1998 (MINISTERIO DEL INTERIOR)	Por el cual se reglamenta la consulta previa con las comunidades indígenas y negras para la explotación de los recursos naturales dentro de su territorio.
	DECRETO 1382 DE 2000 (PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA)	Reglas para el reparto de la acción de tutela.

[1] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 0207/2010. Por la cual se adiciona el listado de especies exóticas invasoras declaradas por el artículo primero de la Resolución 848 de 2008 y se toman otras determinaciones. Diario Oficial No 47.619 de 10 de febrero de 2010.

	IDENTIFICACIÓN DE LA NORMA	DESCRIPCIÓN
	LEY 850 DE 2003 (CONGRESO DE COLOMBIA)	Reglamentación de las veedurías ciudadanas.
	DECRETO 330 DE 2007 (PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA)	Reglamentan las audiencias públicas ambientales y se deroga el Decreto 2762 de 2005 (audiencias públicas en materia de licencias y permisos ambientales).
	DECRETO 2941 DE 2009 (MINISTERIO DEL INTERIOR Y DE JUSTICIA)	Reglamenta parcialmente la Ley 397 de 1997 modificada por la Ley 1185 de 2008, en lo correspondiente al Patrimonio Cultural de la Nación de naturaleza inmaterial.
	DECRETO UNICO REGLAMENTARIO 1080 DE 2015	Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura
Patrimonio arqueológico	LEY 163 DE 1959 (CONGRESO DE COLOMBIA)	Defensa y conservación del Patrimonio Histórico, Artístico y Monumentos Públicos de la Nación.
	DECRETO 264 DE 1963 (PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA)	Reglamenta sobre defensa y conservación del Patrimonio Histórico, Artístico y Monumentos Públicos de la Nación.
	LEY 397 DE 1997 (CONGRESO DE COLOMBIA)	Normas sobre el patrimonio cultural y se crea el Ministerio de Cultura.
	DECRETO 833 DE 2002 (PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA)	Patrimonio Arqueológico Nacional.
	LEY 1185 DE 2008 (CONGRESO DE COLOMBIA)	Modifica ley 397 de 1997.
	DECRETO 763 2009 (PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA)	Reglamenta lo correspondiente al Patrimonio Cultural de la Nación de naturaleza material.
	DECRETO 1080 DE 2015 - ICANH	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura
	DECRETO 138 DE 2019 - ICANH	Por el cual se modifica la Parte VI "Patrimonio Arqueológico" del Decreto 1080 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura
	RESOLUCIÓN 1108 DE 2020 - ICANH	Por la cual se adopta la versión digital del formulario a través del cual se llevarán a cabo las solicitudes relacionadas con las fases 2 a 5 del Programa de Arqueología Preventiva

Fuente: Consorcio Puente SINU FIA, 2022

1.6 METODOLOGIA GENERAL

El presente documento PAGA contemplado bajo los objetivos y alcances previamente descritos, se estructura a partir de la identificación, acopio, procesamiento y análisis de información documental y estadística para la caracterización del entorno con el que interactúa el sitio del proyecto sobre el río Sinú y alrededores, en los componentes físico, biótico y socioeconómico, y como insumo para la gestión de los permisos por uso y aprovechamiento de recursos naturales.

Para este caso en particular ha sido aprovechada la información y estudios suministrados por diferentes entidades e instituciones nacionales, regionales y locales, tales como IGAC, IDEAM, SIAC, MADS, INVÍAS y CVS, alcaldía de Montería, entre otras.

La información secundaria ha sido respectivamente justificada y corroborada mediante el trabajo de campo, realizado con la finalidad de recorrer el territorio en el que se enmarca el proyecto y disponer de los respectivos criterios técnicos, ambientales y socioeconómicos adecuadamente fundamentados para estructurar las medidas de manejo para las actividades asociadas a las obras a ejecutar en el área de interés.

La información primaria fue obtenida por parte de los profesionales de las diferentes áreas del grupo ambiental y social. Se realizó inspección visual a la fauna asociada al sitio e inventario forestal para la identificación de la cobertura existente, así como la identificación de los sitios de posible afectación por la intervención de las obras a la población aledaña.

En lo que respecta a la descripción puntual de las diferentes metodologías implementadas para el cumplimiento de los objetivos del documento PAGA y los respectivos trámites de obtención de permisos, autorizaciones y/o concesiones ante las respectivas autoridades ambientales, se presenta a detalle en el numeral que corresponda, en cada uno de los componentes a caracterizar y evaluar, a lo largo del documento. Dichas metodologías han sido propuestas y desarrolladas bajos los lineamientos establecidos, entre otros, por la Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura – Subsector Vial, INVIAS 2011 y por la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales (MADS, 2018).

1.6.1 Contenido

El presente documento contiene la siguiente estructura de capítulos:

- Capítulo 1: Comprende los antecedentes, aspectos contractuales, objetivos general y específicos para el componente ambiental y social. Se presenta el marco legal, metodología, antecedentes o aspectos relevantes del proyecto previo a la elaboración del PAGA y contenido del documento.

- Capítulo 2: Se presenta subnumerales de la localización geográfica del área de estudio, a nivel departamental y municipal, junto con la descripción técnica de las obras a ejecutar conforme a las disposiciones dadas por el área técnica del grupo consultor en el marco del desarrollo del presente estudio. Así mismo, se detallan en otros numerales, aquellas actividades susceptibles de generar impactos ambientales, demanda ambiental del proyecto, necesidades de personal, maquinaria, entre otros.

- Capítulo 3: Comprende la definición y descripción del área de influencia directa del proyecto con base en una identificación previa de los probables impactos y riesgos que pudieran generarse durante el desarrollo de las etapas de construcción y desmantelamiento del proyecto.

- Capítulo 4. A partir de la información secundaria mencionada anteriormente y que se lista en el numeral de Bibliografía, se presenta la Línea Base o Caracterización en cada uno de sus componentes físico, biótico y socioeconómico y cultural. Asimismo, ha sido necesario realizar los levantamientos de la información primaria a partir de visitas de reconocimiento para identificar claramente las condiciones ambientales antes de las intervenciones necesarias, incluyendo la toma de datos, inventarios, aplicación de instrumentos como entrevistas guiadas, reuniones, entre otros.

- Capítulo 5. Comprende la identificación, evaluación y análisis ambiental de impactos de tipo abiótico, biótico y socioeconómico, de acuerdo a la metodología previamente definida, cuyo resultado será el soporte para la definición de las medidas de manejo ambiental mediante la formulación de programas y actividades en el siguiente Capítulo.

- Capítulo 6: Aquí se presenta las diferentes medidas de manejo ambiental y social siguiendo la estructura que indica INVIAS en los siguientes programas:

  Programa 1 DESARROLLO Y APLICACIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL
  Programa 2 ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS
  Programa 3 GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO
  Programa 4 BIODIVERSIDAD Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS
  Programa 5 MANEJO DE INSTALACIONES TEMPORALES
  Programa 6 GESTIÓN SOCIAL

  Se incluye en este capítulo el plan de seguimiento y monitoreo. Posteriormente se presenta el plan de contingencia para el proyecto al final del Capítulo 6.

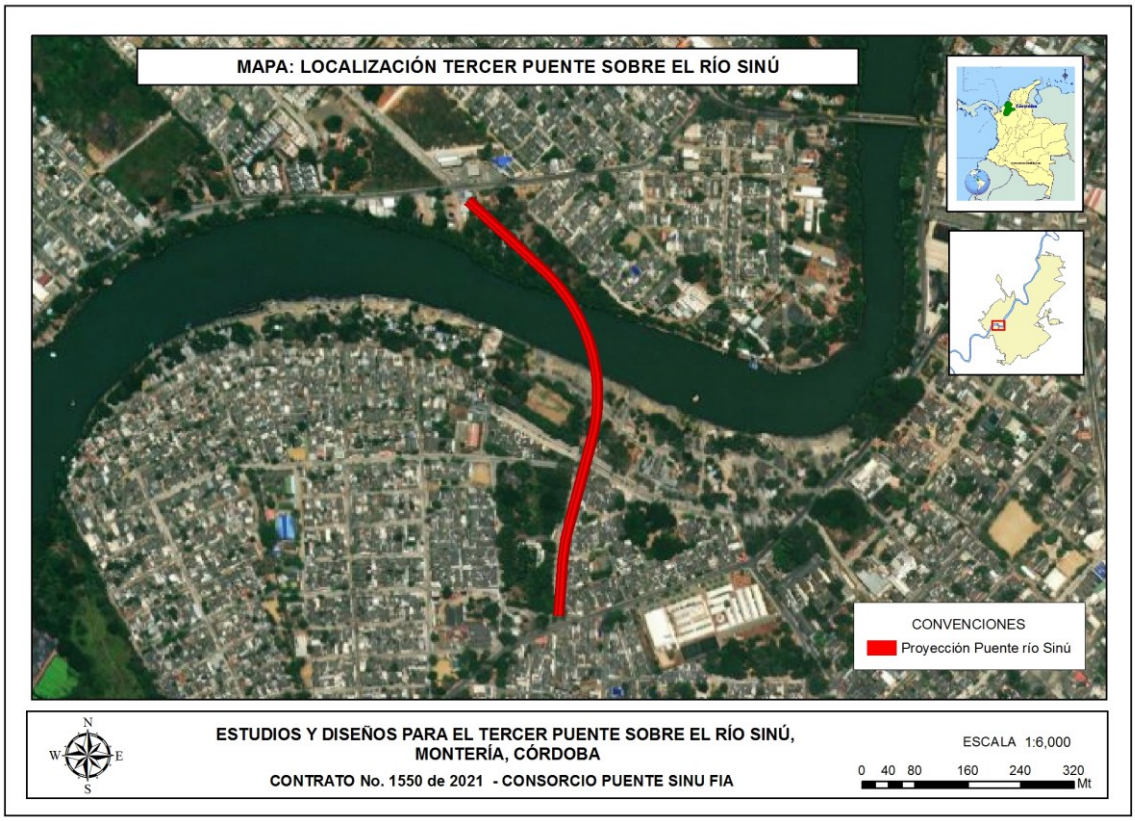
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se encuentra ubicado en el departamento de Córdoba, corresponde a la ciudad de Montería, ubicada en la costa norte colombiana, dividida en dos márgenes por el Río Sinú, con un total de 207 barrios en su zona urbana, caracterizada por ser una de las ciudades de mayor desarrollo en el país.

El tercer puente sobre el rio Sinú se proyecta en el noroccidente de ciudad de Montería, conectando la carrera 3W con calle 15 (sobre pasando en rio Sinú) con la Avenida 1 con calle 6 (Figura 1). El puente tiene una longitud de 381.50 m, está constituido por cinco (5) vanos de 80.0 m – 160.0 m – 80.0 m – 21.50 m – 30.0 m. La estructura será construida por el sistema de voladizos sucesivos, con dovelas fundidas “in situ” en los tres primeros vanos, en los vanos 4 y 5 se construirá por medio de vigas postensadas.

Figura 1. Localización tramo de estudio: tercer puente sobre el río Sinú



Fuente: Consorcio Puente SINU FIA, 2022

Tabla 3. Coordenada cruce sobre el río Sinú

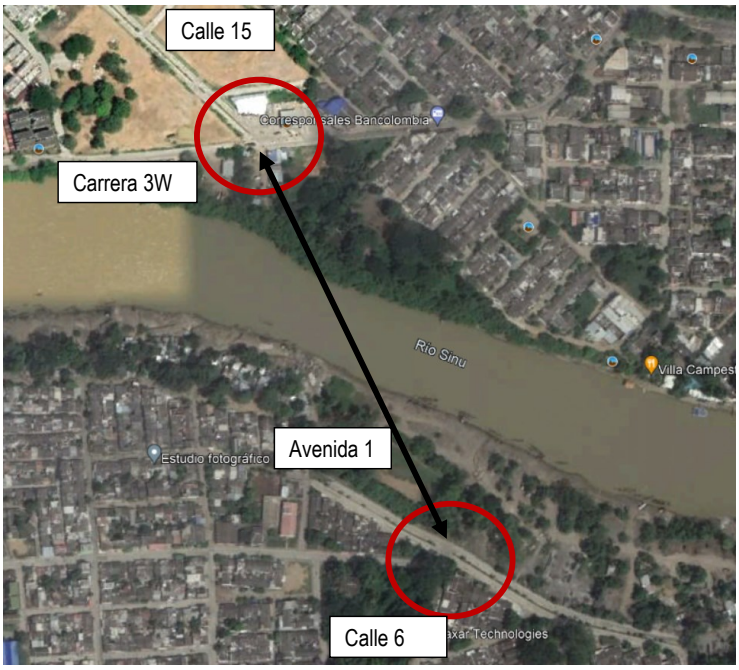
Latitud	Longitud
75°53'45.79"O	8°44'54.13"N

Fuente: Consorcio Puente SINU FIA, 2022

2.2 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO

La implantación del diseño para la construcción del tercer puente, se ha tenido en cuenta las consideraciones del Alcance Técnico del contrato, donde se considera proyectar la Calle 15 con carrera 3W, con la Avenida Primera con Calle (Figura 2). A continuación, se presenta la descripción técnica del proyecto vial.

Figura 2. Proyección tercer puente sobre el río Sinú



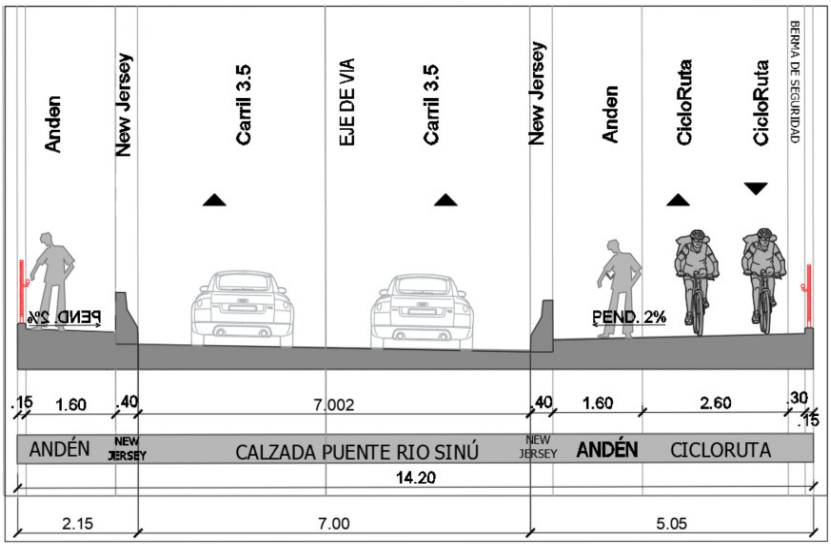
Fuente: Tomado de Google Earth

2.2.1 Criterios de diseño Geométrico

- **Velocidad de diseño:** De acuerdo con la Guía de Diseño de Vías Urbanas, en la Jerarquización vial, recomienda una velocidad entre 40 a 60 km/h.

- **Perfil Vial:** De acuerdo a lo establecido en el POT de la ciudad de Montería[2], el perfil vial proyectado se enmarca en las siguientes características (Figura 3).

Figura 3. Cicloinfraestructura POT Montería



Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial Montería 2021 – 2033

- **Vehículo de diseño:** Tomando como referencia la Guía para el Diseño de Vías Urbanas de Bogotá D.C, se ha considerado el vehículo de diseño Camión C2-G (Sum 9.15m).

- **Peralte máximo:** Se proyectó un peralte máximo del 6% para el corredor principal tomando como referencia los criterios establecidos en el Capítulo 3, numeral 2.1.1 de la Guía de Diseño para Vías Urbanas, teniendo en cuenta que un sector se desarrolla en el puente, pero otro sector es desarrollado con accesos a calles existentes.

- **Parámetros de diseño horizontal y vertical:** Con base en la velocidad establecida se definieron los parámetros de diseño para la ejecución del trazado del proyecto, los cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 4. Parámetros de diseño

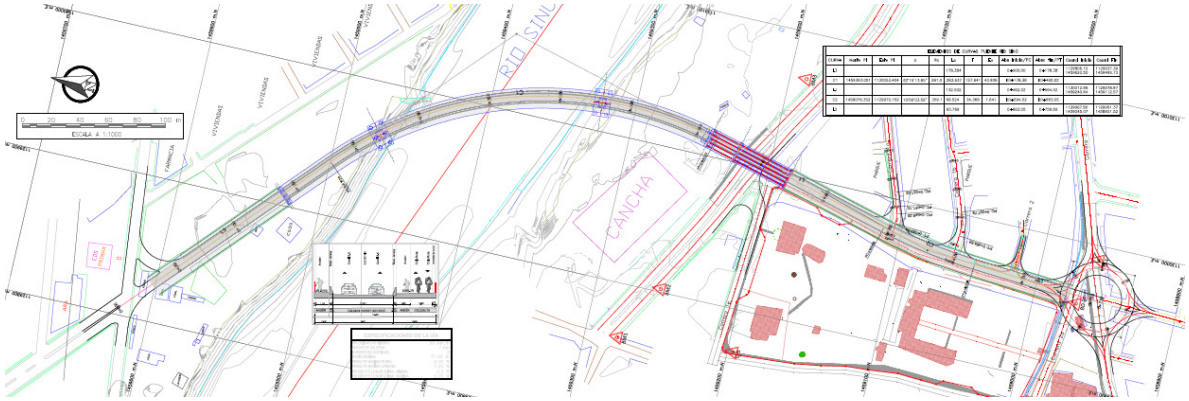
Parámetro	Unidad	
Velocidad de diseño	km/h	50
Radio mínimo	m	71
Peralte máximo	%	6

[2] Acuerdo Municipal No 003 de 2021, donde se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial Montería 2021 – 2033.

Parámetro	Unidad	
Pendiente longitudinal mínima	%	0.3
Pendiente longitudinal máxima	%	9
Bombeo normal	%	2
Longitud de Curvas verticales	m	30

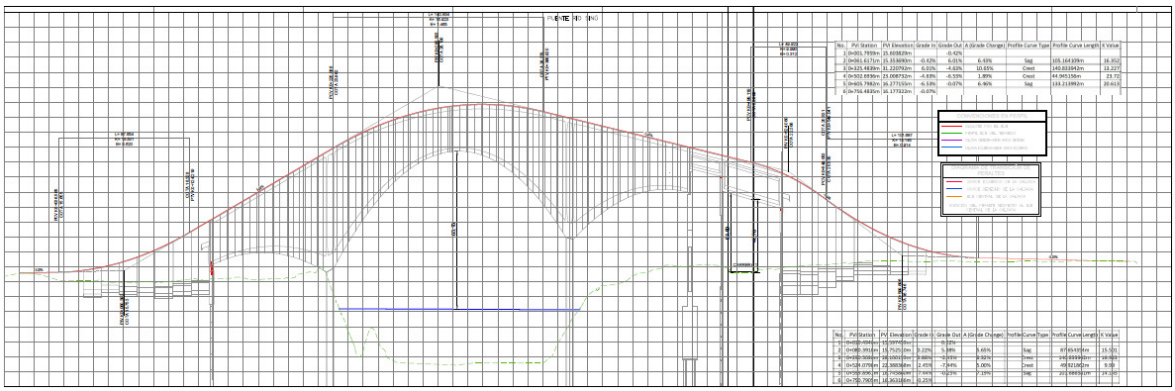
Fuente: Consorcio Puente SINU FIA, 2022

Figura 4. Vista en planta, diseño geométrico puente sobre el río Sinú



Fuente: Consorcio Puente SINU FIA, 2022

Figura 5. Perfil transversal, diseño geométrico puente sobre el río Sinú



Fuente: Consorcio Puente SINU FIA, 2022

2.2.2 Diseño de Pavimento

Con base en la información obtenida de la investigación geotécnica y de materiales para pavimentos, la documentación técnica que soporta el presente proyecto, la magnitud y

composición del tráfico resultante de los estudios de tránsito para este proyecto, se tienen las siguientes consideraciones de diseño.

- **Bases y subbases granulares:** Para el tránsito NT3, que corresponde al de diseño del presente proyecto, se solicitan valores de CBR mínimos de base granular de 95% y de subbase granular de 40%, clase A. Para una base granular se adoptan valores de módulo resiliente de 210 MPa con un coeficiente de capa de 0.14. Según la norma INVÍAS los módulos de para la capa de subbase granular son:

Tabla 5. Valores Mínimos CBR

CAPA	ARTICULO INVÍAS-13	CBR %	ai/pulg	MÓDULO RESILIENTE			
				Kg/cm²	MPa	N/m²	Lb/pulg²
Subbase granular, Clase B y C	320-13	30	0.11	1061	104	$1.04X10^8$	15157
Subbase granular, Clase A	320-13	40	0.12	1174	115	$1.15X10^8$	16775

Fuente: Consorcio Puente SINU FIA, 2022

- **Mezcla asfáltica:** Los factores de ai y mi para mezcla asfáltica, se tomaron de acuerdo con las condiciones de temperatura, humedad y características de capacidad de los materiales que constituyen la estructura de pavimento así:

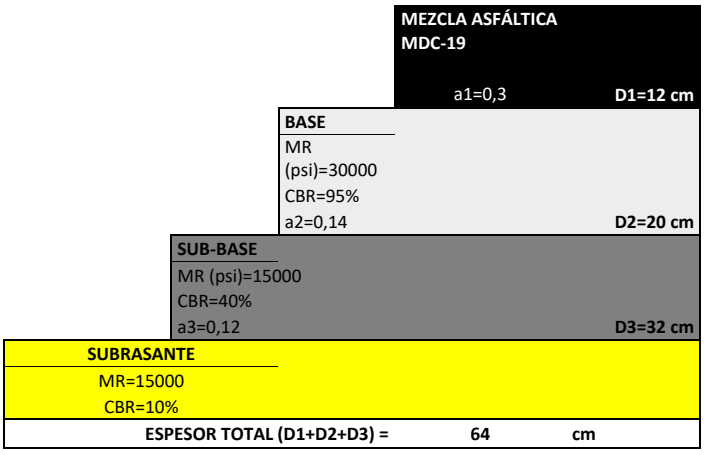
Tabla 6. Valores Mezcla Densa en Caliente

Material	Condición	ai
Mezcla densa en caliente	20°C ≤ T < 30°C	0.3

Fuente: Consorcio Puente SINU FIA, 2022

- **Espesores de estructura:** Se considerarán los siguientes espesores de acuerdo al análisis del método AASHTO, con los resultados obtenidos para el periodo de análisis de 10 años, para la estructura flexible.

Figura 6. Espesores estructura vía



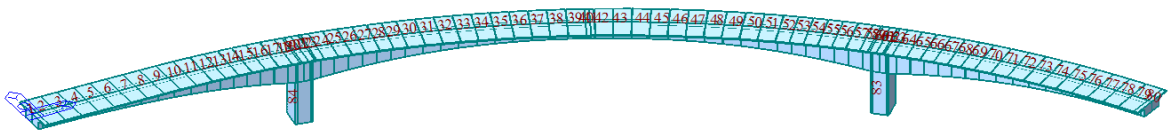
Fuente: Consorcio Puente SINU FIA, 2022

2.2.3 Generalidades del diseño estructural del puente sobre el río Sinú

El puente tiene una longitud de 381.50 m, está constituido por cinco (5) vanos de 80.0 m – 160.0 m – 80.0 m – 21.50 m – 30.0 m. La estructura será construida por el sistema de voladizos sucesivos, con dovelas fundidas “in situ” en los tres primeros vanos, en los vanos 4 y 5 se construirá por medio de vigas postensadas.

La sección transversal del puente tiene un ancho total de 14.20 m, se incluye un andén en el costado izquierdo de 1.60 m, el ancho de la calzada corresponde a dos (2) carriles de 3.50 m, anden al costado derecho de 1.60 m y una pasarela para ciclo-ruta bidireccional de 2.60 m y una berma de seguridad de 0.30 m y a cada costado de cada carril se tiene barreras New Jersey de 0.40 m de ancho, teniendo finalmente un ancho de calzada útil de 7.00 m.

El viaducto Sinú está constituido por tres (3) vanos, un vano externo de 80.0m, un vano central de 160.0m y otro vano externo de 80.0m.



- **Normas de diseño:** El análisis y calculo estructural de cada uno de los elementos se realizó de acuerdo con la Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD – CCP14 en lo concerniente a los aspectos de diseño en concreto e hipótesis de carga.

- **Estructura viga cajón postensada:** Puente en voladizos sucesivos de 3 vanos, de 80.0 m, 160.0 m y 80.0m respectivamente entre ejes, la estructura será construida bajo el esquema “in situ”. La altura total de la viga cajón es de 8.0 m a nivel de dovela cero y de 3.0 m a nivel de estribos y dovela de cierre.

- **Estructura viga postensada:** vano 4 y vano 5 con vigas simplemente apoyadas de 21.50 m 30.0 m respectivamente, tramo que será vaciado “*in situ*”. La altura total de la viga postensada es de 1.61m para los dos tramos, con espesor de tablero de 0.25 m.

- **Cables de Presforzado:** Se dispondrá de cables de 22 torones, 15 torones y 7 torones de 5/8”. Cada torón se tensionará a un esfuerzo de tensionamiento de 70% de fpu para los cables de postensado.

- **Subestructura:** Definida mediante cimentación profunda en elementos tipo Caissons que permitan la correcta distribución de cargas de la superestructura y las cargas vivas proyectadas. El puente se apoyará en sus luces intermedias sobre columnas cuadradas huecas las cuales tienen una sección de 7.10 m x 5.00 m y un

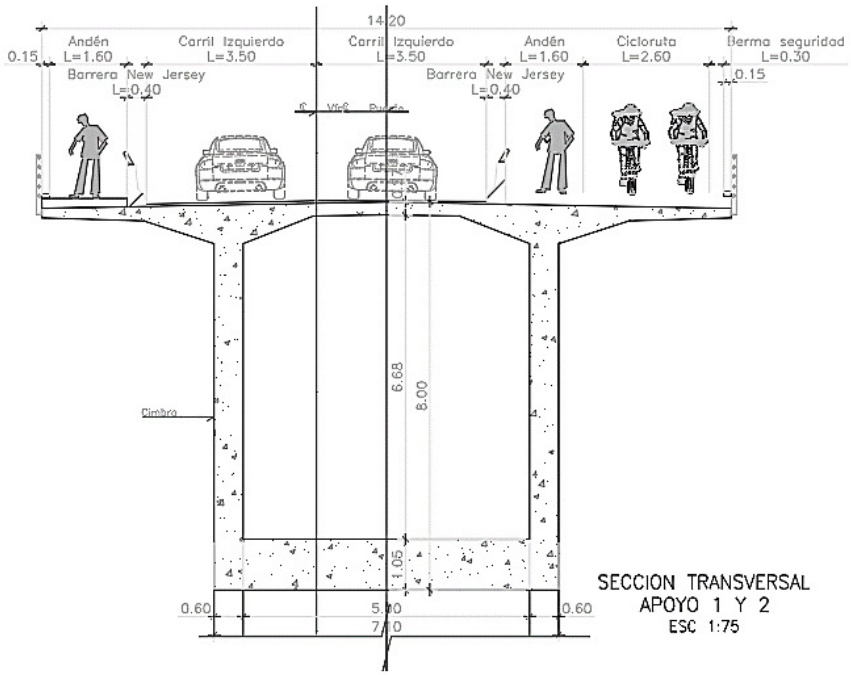
espesor de pared de 0.60 m las cuales a su vez apoyan sobre un encepado de 19.0 m x 19.0 m y espesor de 4.0 m.

- **Proceso constructivo de las cimentaciones tipo caissons:**

1. Localización y replanteo
2. Descapote
3. Construcción de la plataforma donde se implantará el encepado.
4. Excavación pilotes / caissons.
5. Relleno de las excavaciones con concreto fresco y las correspondientes armaduras de acuerdo con los planos Estructurales (Ver Volumen VIII).

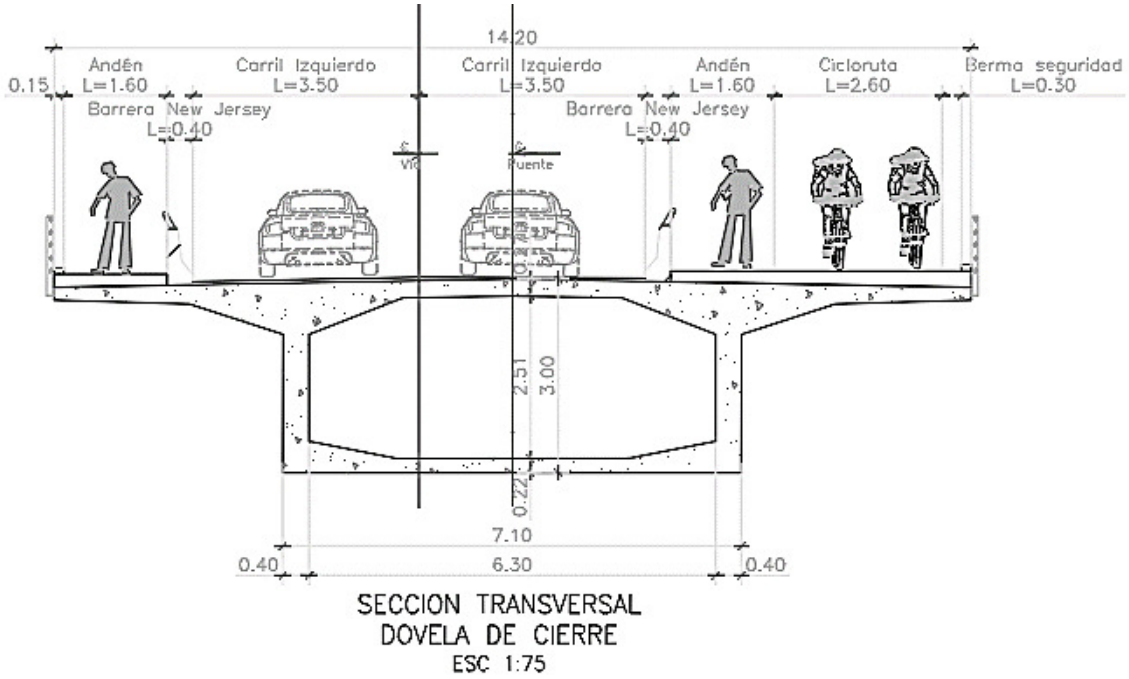
Se aclara que los puntos 4 y 5 del listado anterior se deben ejecutar de acuerdo con las recomendaciones y especificaciones dadas en el Volumen VIII Diseño estructural.

Figura 7. Sección transversal en los apoyos



Fuente: Consorcio Puente SINU FIA, 2022

Figura 8. Sección transversal en los estribos y dovela de cierre



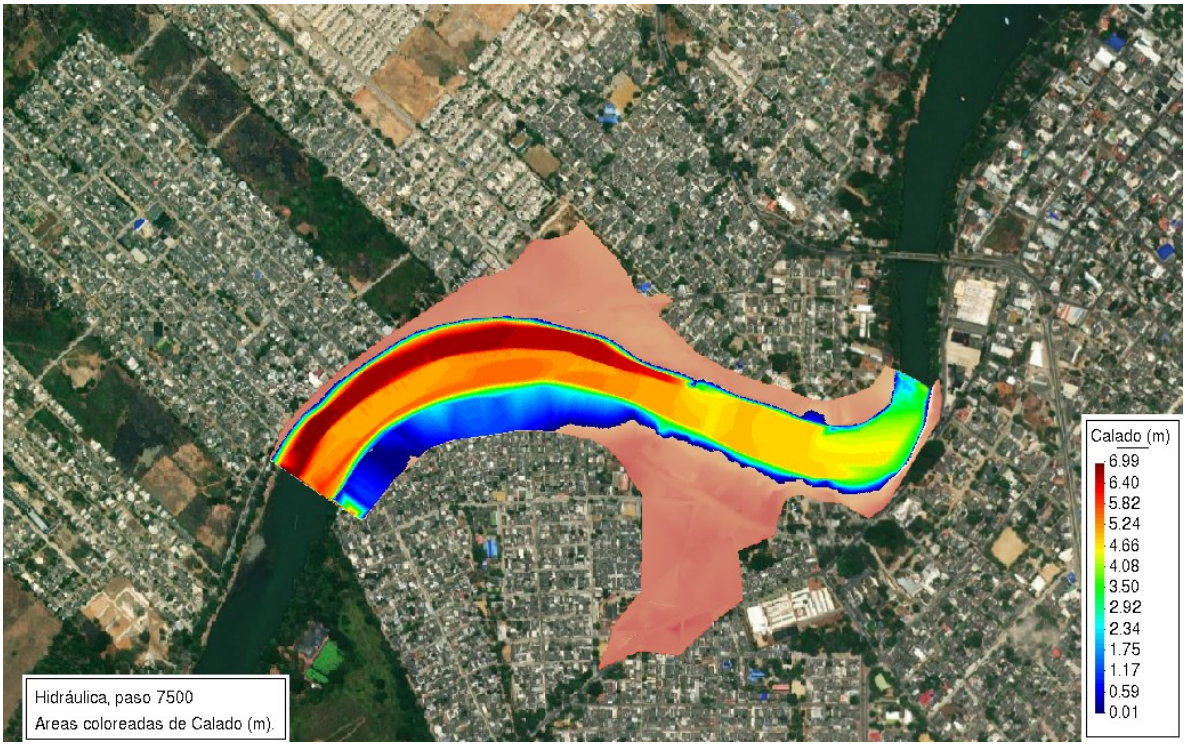
Fuente: Consorcio Puente SINU FIA, 2022

2.2.4 Modelo hidráulico del puente sobre el río Sinú

A partir de la modelación hidráulica del río Sinú soportado en el programa de cálculo IBER 2.5.2, fue posible proyectar la situación más crítica de calado (mayor profundidad del cuerpo de agua) en el río Sinú, el cual arroja una profundidad de 6.99 m para un caudal con periodo de retorno de 100 años, y va reduciendo hasta una profundidad de 6.24 m para un caudal con TR2.

De acuerdo con la Figura 9, el río presenta mayor profundidad sobre la margen derecha (sentido aguas abajo), y una tendencia a presentar áreas de inundación sobre el costado izquierdo de este.

Figura 9. Resultados de mancha inundación TR100 años



Fuente: Consorcio Puente SINU FIA, 2022

De acuerdo con el modelamiento, se obtiene un nivel máximo de lámina de agua para un TR100 de **14.59 m**. A partir de este nivel se debe garantizar un gálibo mínimo de 10.6 m según recomendación dada por INVIAS, teniendo en cuenta que sobre el río Sinú existe navegación de embarcaciones de pequeño y mediano tamaño.

2.2.5 Identificación de actividades para cada etapa del proyecto

A través de un desglose de las actividades discutidas con el grupo de especialistas y técnicos del proyecto, se presenta a continuación la discriminación de las actividades previstas para cada etapa del proyecto vial.

Tabla 7. Fases y Actividades asociadas al proyecto

FASE DE OBRAS INICIALES Y GESTIONES PRELIMINARES		
ACTIVIDADES GENERALES	**No.**	**SUBACTIVIDAD**
Pre Construcción	1	Información y comunicación social del proyecto
	2	Contratación de personal y servicios

	3	Rescate y reubicación de fauna
	4	Protección de individuos vegetales
FASE DE EJECUCIÓN DE OBRA		
ACTIVIDADES GENERALES	**No.**	**SUBACTIVIDAD**
Actividades preliminares	5	Replanteo topográfico y localización del proyecto
	6	Señalización y cerramiento temporal durante la construcción
	7	Movilización de personal, maquinaria, equipos y materiales
	8	Intervención de redes de servicios públicos
Manejo de campamento (campamento temporal, zonas de acopio materiales)	9	Desmonte y limpieza e instalación de campamento
	10	Demolición y remoción de estructuras o edificaciones existentes y excavación de materiales
	11	Manejo y disposición de residuos sólidos
Actividades en obra	12	Transporte de material de construcción a frente de obra (manejo de maquinaria, izaje)
	13	Manejo de tráfico vehicular
	14	Remoción de cobertura vegetal, desmonte, descapote y ejecución de tratamientos silviculturales para conformación del corredor vial
	15	Excavaciones
	16	Construcción de obras de drenaje (temporales y permanentes)
	17	Construcción obras geotécnicas (fundación)
	18	Construcción de la estructura del puente, superestructura y subestructura. Incluye la construcción de la plataforma donde se implantará el encepado (pilotes/ caissons)
	19	Transporte de materiales sobrantes y escombros (manejo de maquinaria, izaje)
	20	Estructura de la vía (sub-rasante, sub- base, base y mezcla asfáltica)
	21	Señalización y demarcación definitiva de la vía
	22	Revegetalización de áreas intervenidas
Desmantelamiento y abandono	23	Desmantelamiento y abandono de instalaciones y estructuras temporales
	24	Limpieza final del área de trabajo
	25	Recuperación de áreas intervenidas (reconformación y restauración)
FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
ACTIVIDADES GENERALES	**No.**	**SUBACTIVIDAD**
Operación y mantenimiento de	26	Movilidad vehicular y peatonal. Mantenimiento de la vía.

la vía		

Fuente: Consorcio Puente SINU FIA, 2022

2.2.6 Actividades susceptibles de generar impactos ambientales

En la siguiente tabla se presenta los diferentes tipos de actividades que son susceptibles a producir impactos ambientales.

Tabla 8. Actividades susceptibles de generar impactos ambientales

ETAPA	SUBACTIVIDAD	DESCRIPCION
Pre-Construcción	Manejo de campamento (campamento temporal, zonas de acopio materiales, etc	Esta actividad hace referencia a la adquisición por compra de los predios requeridos para la ejecución de las obras de la vía.
	Instalación de infraestructura temporal (campamento no habitacional, zonas de acopio materiales, etc.)	Hace referencia a la localización de infraestructura temporal de carácter provisorio, necesario para la ubicación de elementos de seguridad y salud en el trabajo, equipo menor, materiales de construcción, herramienta, vestier para trabajadores, etc.
Construcción	Transporte de maquinaria y equipos de obra a la zona del proyecto	Se refiere a la movilización o desplazamiento de maquinaria y equipos en el corredor existente, necesarios para la ejecución de actividades como remoción de vegetación, materiales de construcción, movimientos de tierras, construcción de muros, construcción de la plataforma donde se implantará el encepado, colocación de concreto hidráulico.
	Remoción de cobertura vegetal, Rocería o desmonte manual; descapote, desmonte y limpieza y ejecución de tratamientos silviculturales	Esta actividad refiere a la tala de individuos arbóreos, la remoción de la cubierta vegetal y la capa orgánica, como premisa para el inicio del resto de actividades constructivas.
	Excavaciones y rellenos	Actividad que consiste en la remoción del suelo en zonas de cimentación para las estructuras de puentes, obras de arte y otras estructuras de contención con el fin de colocar la estructura diseñada. Se incluye la disposición de materiales sobrantes en el Zodme. Actividad de mayor impacto ambiental ya que se requiere de obras de ocupación de cauce sobre el río Sinú (estribos y caissons).
	Transporte de material de construcción al frente de obra	Hace referencia al transporte desde la fuente de materiales aluviales, concretos, aceros, asfaltos, entre otros de mayor o igual volumen, a la zona del proyecto.
	Construcción puente (superestructura y subestructura), obras de arte y otras estructuras de contención (estribos y caissons)	Se planteará una estructura tipo Puente vehicular en voladizos sucesivos y viga postensada con base a las solicitaciones obtenidas del análisis estructural y a los requerimientos establecidos en la Norma de diseño. Actividad de mayor impacto ambiental ya que se requiere de obras de ocupación de cauce sobre el río Sinú (estribos y caissons), incluidas las actividades relacionadas con la construcción de la viga postensada.

ETAPA	SUBACTIVIDAD	DESCRIPCION
	Estructura de la vía (sub rasante. sub-base, base, asfalto.	Consiste en la materialización de la estructura de la vía, la cual se compone de capas de material pétreo que sirven de apoyo y mezcla asfáltica (estructura flexible).
	Reforestación por compensación	Comprende la siembra y mantenimiento de arbolado según disposiciones y requerimientos de la CVS.
Desmantelamiento y abandono	Recuperación de áreas intervenidas (reconformación y restauración)	Restitución de la capa vegetal en zonas que han sido intervenidas y/o empleadas para el desarrollo de la obra.
	Desmantelamiento y abandono de instalaciones y estructuras temporales	Una vez terminadas las actividades de construcción, debe desmontarse completamente la infraestructura y recuperar el área utilizada.

Fuente: Consorcio Puente SINU FIA, 2022

3. ÁREA DE INFLUENCIA

El Área de Influencia de un proyecto es el ámbito espacial donde se manifiestan los impactos ambientales significativos ocasionados por las actividades de construcción y operación del proyecto en cualquiera de sus fases, sobre los componentes de los medios biótico, abiótico y social.

A partir de información secundaria y verificación en campo, se realiza una apreciación cualitativa del área de influencia, en función de las actividades a ser desarrolladas en el proyecto. Una vez precisadas las actividades y su respectivo alcance, se definen los impactos ambientales, teniendo en cuenta los componentes y medios que configuran la oferta ambiental del área de estudio, en función del cual se estimará la distancia o radio (polígonos) a partir del sitio de implantación de las obras, hasta dónde podría haber influencia de dichas tareas sobre los elementos ambientales considerados y para los cuales se definirá su trascendencia geográfica.

- **Área de Influencia Indirecta (AII)**

El área de influencia indirecta según el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), es el área donde los impactos ambientales trascienden el espacio físico del proyecto y su infraestructura asociada, es decir, la zona externa al área de influencia directa y se extiende hasta donde se manifiestan tales impactos ambientales y socioeconómicos.

- **Área de Influencia Directa (AID)**

El área de influencia directa (AID) del proyecto, corresponderá al área en la que se manifestará los impactos tanto positivos como negativos en los medios biótico y abiótico, generados por las actividades de construcción de las obras proyectadas y de operación. Su delimitación está relacionada directamente con la implantación de cada uno de los emplazamientos de diseño elaborados por la presente consultoría en las áreas de diseño geométrico, pavimentos, urbanismo y paisajismo.

3.1 METODOLOGÍA

Para el área del proyecto se delimitaron dos áreas de influencia: Área de Influencia Indirecta (AII) y Área de Influencia Directa (AID) con base en la identificación de los impactos probables a generar sobre los medios abiótico, biótico y social producto del desarrollo del proyecto y la caracterización del entorno. Por lo anterior, para la delimitación de las áreas de influencia se tuvieron en cuenta varios criterios de análisis y aspectos ambientales y sociales, que de acuerdo a su nivel de importancia y/o afectación sobre los elementos ambientales del entorno delimitaron la misma. A continuación, en la siguiente tabla, se presentan los criterios tenidos en cuenta para la definición de las áreas de influencia del proyecto, así como la descripción de cada una de ellas, teniendo en cuenta la definición y trascendencia de los impactos que puedan generarse durante las etapas de Construcción y Operación del Proyecto. Para ello fueron consideradas las unidades fisiográficas naturales y ecosistémicas en torno al proyecto.

Tabla 9. Criterios y aspectos ambientales y socioeconómicos considerados para la delimitación de las áreas de influencia del proyecto vial

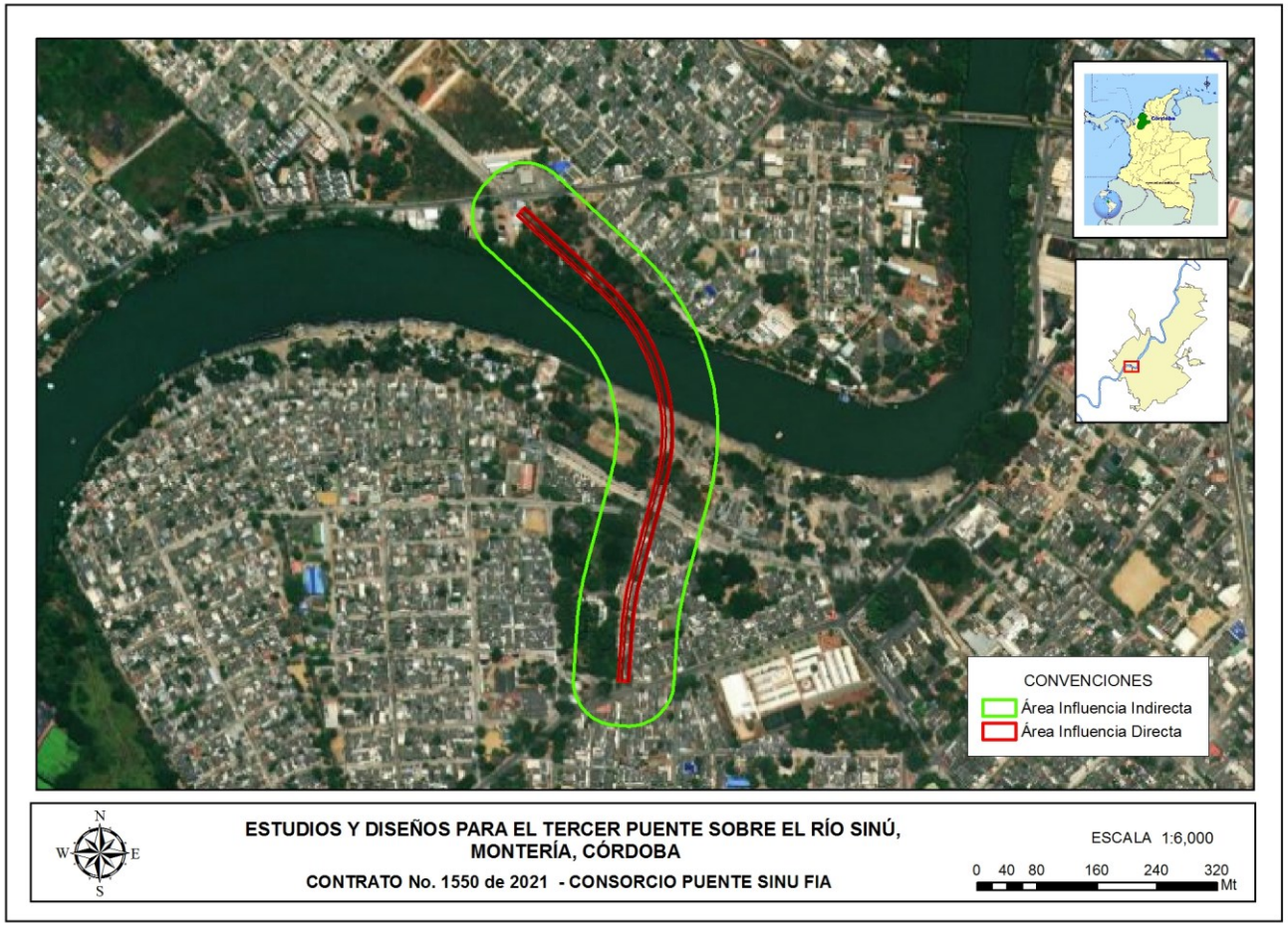
AREAS DE INFLUENCIA		CRITERIO DE ANALISIS	ASPECTOS CONSIDERADOS
MEDIO ABIOTICO Y BIOTICO	Indirecta	**Derecho de vía:** Según Ley 1228 de 2008 por el cual el Congreso de la República determina las Fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión, para las carreteras del Sistema Vial Nacional, indicaría que para carreteras de primer orden 60 metros y de segundo orden sería de 45 metros. Esta consultoría está adoptando sobre el corredor vial una franja que corresponde a 60 metros para considerar una zona de amortiguamiento de impactos o efectos al entorno. **Cuerpos de agua que cruza el proyecto:** Se considera el área delimitada por la mancha de inundación modelada para un periodo de retorno de 100 años sobre el río Sinú a la altura del puente proyectado **Fauna silvestre:** Presencia de la cobertura vegetal y ecosistemas acuáticos. Este criterio determina la presencia de árboles (corredores biológicos), y los microhábitats seleccionados por las especies de aves principalmente para sus ciclos biológicos. **Comunidades existentes en el corredor vial:** Criterio que involucra la comunidad asentada alrededor de una franja no mayor a los 60 metros a partir del eje del puente proyectado. Se considerará las zonas impactadas indirectamente por las actividades del proyecto, definidas como zonas de amortiguamiento con un radio de acción determinado o para algunos factores dispersos en el ambiente como la calidad del aire o presión sonora, podrían depender estos de la magnitud del impacto y medio de dispersión. **Construcciones e infraestructura localizada en las proximidades de la zona:** El componente social presenta la delimitación de la infraestructura existente con una longitud máxima de 300 metros en dirección a la zona comercial que se localiza en la margen izquierda del río Sinú. Sobre la margen derecha, se proyecta un área que se extiende un máximo de 170 m en dirección a la Calle 14 con Carrera 3W. Esta abarca barrios, zonas comerciales e instituciones educativas. Se han incluido las áreas de instalación temporal, campamentos, plantas de trituración, asfalto o de concreto, sitios de disposición final de materiales, fuentes de materiales, entre otras.	• Alteración de la composición y estructura de las comunidades de flora y fauna. • Franjas de protección de la ronda del río Sinú (30 metros). • Zonas de preservación ambiental. • Alteración de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del suelo. • Cambio en el uso actual del suelo. • Afectación en el balance de zonas de circulación y ruido de maquinaria, vehículos (transporte y movilidad), personal y demanda de servicios.
	Directa	Su delimitación está relacionada directamente con la implantación de cada uno de los emplazamientos de diseño propuestos por esta consultoría, sobre el tramo que conecta la Carrera 3W con calle 15 (sobre pasando en rio Sinú) con la Avenida 1 con calle 6. **Cobertura vegetal:** Se contempla como AID la longitud radicular de cada planta que se encuentre dentro del área de influencia de intervención del proyecto.	
MEDIO SOCIO ECONOMICO	Indirecta	Se considera las relaciones e interrelaciones que se desarrollan en el ámbito social, cultural, económico, de mercado, entre otros, y que superan los límites espaciales locales. .	• Zonas de circulación vehicular y peatonal que convergen en el tramo de estudio. • Zonas homogéneas de presión sonora de acuerdo con la información disponible.

AREAS DE INFLUENCIA		CRITERIO DE ANALISIS	ASPECTOS CONSIDERADOS
			• Zonas homogéneas de calidad del aire de acuerdo con la información disponible. • Conexiones viales con vías principales. • Comercio.
	Directa	Su delimitación está relacionada directamente con la implantación de cada uno de los emplazamientos de diseño propuestos por esta consultoría, sobre el tramo que conecta la Carrera 3W con calle 15 (sobre pasando en rio Sinú) con la Avenida 1 con calle 6. **Construcciones e infraestructura localizada en las proximidades de la zona:** Sin incluir la ronda hídrica del río Sinú, esta zona se encuentra totalmente antropizada, en donde el bosque ripario no existe como tal, se encuentran árboles aislados, viviendas, zonas donde las personas se dedican a la extracción y descargue de arena del río y cargar volquetas con esta misma arena, sitios donde se construyeron casas de invasión, así como, lugares donde se venden alimentos y lavan carros. **Aspectos Arqueológicos:** Dadas las características topográficas y lo indicado por ICANH, se desarrollará arqueología preventiva para la etapa de construcción.	

Fuente: Consorcio Puente SINU FIA, 2022

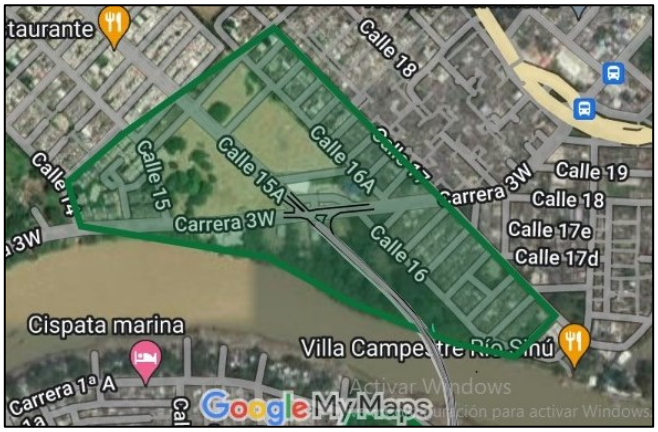
Se presenta a continuación, la delimitación de las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto. En una primera imagen para el corredor vial a intervenir y en la segunda imagen, se amplía para incorporar las zonas que a nivel socio económico podrían verse afectadas por la construcción del proyecto.

Figura 10. Áreas de Influencia del proyecto, medios abiótico y biótico



Fuente: Consorcio Puente SINU FIA, 2022

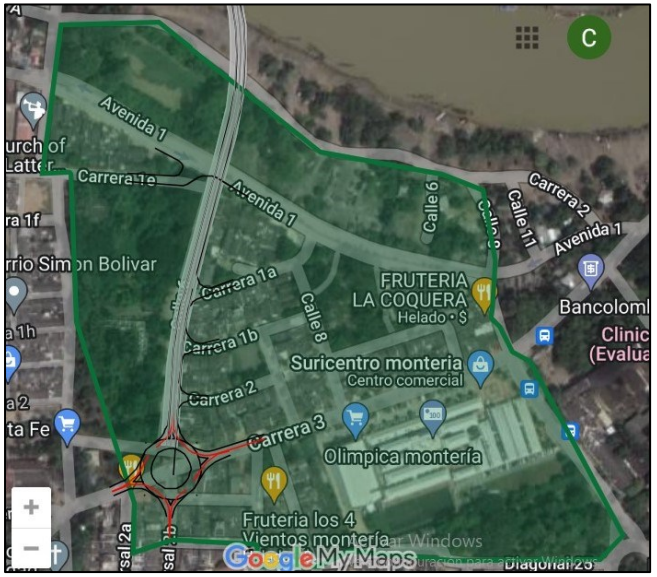
Figura 11. All social margen derecha río Sinú



Sobre esta margen se encuentra la comuna 1.

Fuente: Google My maps

Figura 12. All social margen izquierda río Sinú



Margen del proyecto que hace parte de la comuna 3 de la ciudad de Montería.

Fuente: Google My maps

4. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Como fase inicial en la caracterización del área de influencia del proyecto, fue necesario la revisión de información secundaria obtenida a través de diferentes autores y entidades públicas y privadas a nivel local y regional, las cuales permitieron identificar la línea base ambiental del área de influencia del proyecto.

Para ello se contó con información secundaria de entidades como:

- Alcaldía de Montería
- Gobernación de Córdoba
- Red Sismológica Nacional de Colombia
- IDEAM
- CVS
- DANE
- SGC
- IGAC

Posterior a la recopilación y análisis de la información obtenida en las diferentes fuentes mencionadas, se procedió a la validación y verificación de la información secundaria a través de la captura de información primaria o de campo efectuada directamente sobre el área de influencia del proyecto para los para los medios abiótico, biótico y social.

En la siguiente tabla se presenta el plan de recopilación de información primaria para los medios biótico y social.

Tabla 10. Plan de recopilación de información primaria medio biótico

MEDIO BIOTICO	**FAUNA**	Medición de transectos de observación visual y registros auditivos que abarquen las diferentes coberturas vegetales o usos de la superficie de la tierra y agua presentes en el área de estudio. Registro fotográfico de ser posible.
		Observación y registro de especies de mamíferos.
		Entrevistas a usuarios recurrentes en el sector.
	FLORA	Realización del inventario 100% de la cobertura vegetal ubicada en el área de influencia directa del proyecto (zonas verdes y blandas).
		Cada árbol se marcará y numerará con pintura de aceite amarillo tránsito en forma consecutiva e irrepetible sobre el fuste.
		Captura de coordenadas y toma de registro fotográfico.
		Toma de variables dasométricas.
		Toma de variables físicas y sanitarias.

Fuente: Consorcio Puente SINU FIA, 2022

Tabla 11. Plan de recopilación de información primaria medio socioeconómico

MEDIO SOCIOECONÓMICO	Recorrido de la zona para identificar infraestructura y equipamiento social existente, identificación de comunidades étnicas y no étnicas cercanas, y visita a las Autoridades Municipal y Local.
	Reconocimiento del Área de Influencia Directa (AID), haciendo recorridos para identificar nombres de veedores ciudadanos, líderes comunitarios, líderes de otras organizaciones comunitarias, para contar con un directorio de líderes.
	Se aplicará un instrumento de recolección de la información (entrevista socioeconómica).
	Reunión con las Autoridades Municipales y los Consejos Comunitarios, con el fin de dar a conocer el alcance del proyecto y las actividades que se desarrollarán por parte de los profesionales DEL CONSORCIO PUENTE SINU FIA.

Fuente: Consorcio Puente SINU FIA, 2022

4.1 MEDIO ABIÓTICO

4.1.1 Geología

La zona de trabajo, ubicada en el municipio de Montería, margen derecha e izquierda del rio Sinú, geológicamente se caracteriza por la cobertura de depósitos cuaternarios, especialmente a los relacionados a la actividad sedimentológica asociada a la dinámica del rio Sinú. Hacia el sur y occidente de Montería, se identifican otros depósitos asociadas a ciénagas y meandros abandonados. Igualmente son notorios los resaltes de unidades morfológicas bien diferenciadas.

De manera general, las unidades del Cuaternario, aluviones recientes (Qal), se encuentran reposando de manera discordante sobre rocas sedimentarias de edad Cenozoico, las cuales se encuentran plegadas y fallas. Las estructuras fueron originadas durante un régimen de esfuerzos compresivo dando lugar a los denominados cinturones plegados de Sinú y San Jacinto, los cuales se inició en el Paleógeno y continúan en la actualidad.

Dentro del programa de exploración geotécnica, se realizaron 6 perforaciones: tres sondeos mecánicos en la margen izquierda del rio Sinú, y tres en la margen derecha del rio, hasta la profundidad de 40 metros, identificando solamente materiales de granulometría fina, limos, arcillas y arenas, asociados a los depósitos sedimentarios aluviales del rio. No se encontró basamento. (Imagen Google 2019)

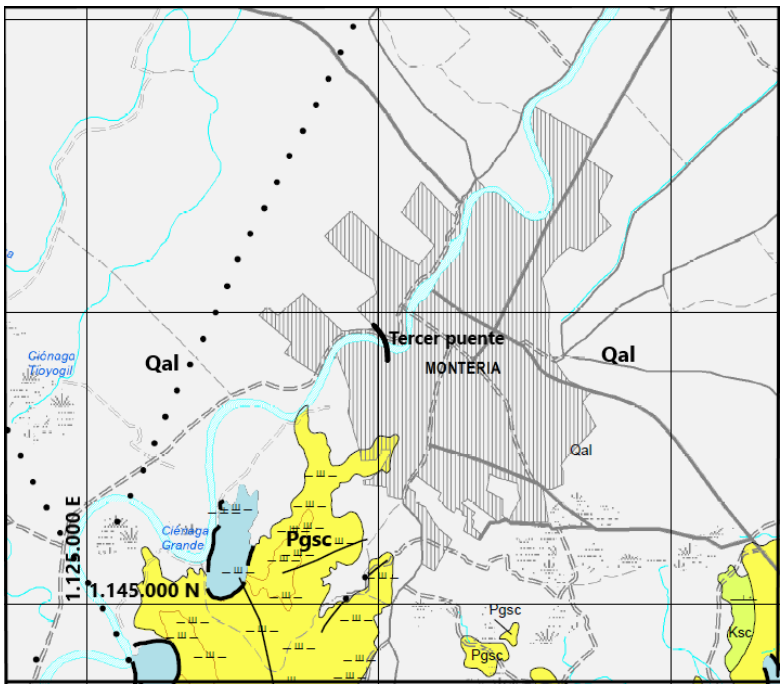
La unidad sedimentaria más representativa del Cenozoico está dominada por la Formación San Cayetano (Pgs), del Paleoceno, caracterizada por estratos de secuencias rítmicas de arenitas y lutitas interpuestas por olistostromas arenosos a conglomerados. Los olistostromas son depósitos sedimentarios compuestos por una masa caótica de material heterogéneo, como cantos, bloques, y lodo por efectos de gravedad. Estos conglomerados son explotados como fuente de material para agregados pétreos en obras de infraestructura en ingeniería civil en el departamento.

Los depósitos cuaternarios se acumulan en zonas bajas, limitadas por altos topográficos donde afloran por las rocas sedimentarias del paleoceno. Estos altos topográficos

corresponden a cuchillas y lomas de origen estructural con una clara orientación NNE, que corresponde a la tendencia estructural de las fallas inversas y de los ejes sinclinales y anticlinales, así como a nivel macro de las tres cordilleras colombianas.

Las anteriores características geológico-estructurales pueden ser observadas en el mapa geológico a escala 1:100.000 correspondiente a la plancha No.61 – Montería (INGEOMINAS,1.999), del cual se retoma la cartografía geológica y los aspectos estratigráficos y estructurales para el área de trabajo que se presentan en la siguiente figura.

Figura 13. Marco geológico del área del Tercer Puente -Montería



Pgsc - Formación San Cayetano
Qt - Terrazas aluviales
Qal – Depósitos aluviales
Diapiros de lodo – estructuras dómicas

Fuente: Tomado parcialmente de INGEOMINAS Plancha 61, 1999

4.1.2 Geomorfología

El ambiente tipo denudacional está relacionado con la unidad geológica San Cayetano, caracterizado por lomeríos poco disectados a muy disectados de morfología alomada o colinada de relieve de moderadamente bajo a muy bajo. Hay presencia de lomas alargadas y elongadas con cimas redondeadas.

Los procesos morfodinámicos que podrían afectar el puente sobre el Rio Sinú serían principalmente los procesos erosivos por socavación de las orillas. No se observan procesos de movimientos de remoción en masa. El Rio Sinú es un rio sinuoso de características meándricas, en donde en las orillas cóncavas se producen procesos de erosión y en las orillas convexas procesos de sedimentación.

Figura 14. Morfología meándrica del Rio Sinú en el sector del puente proyectado

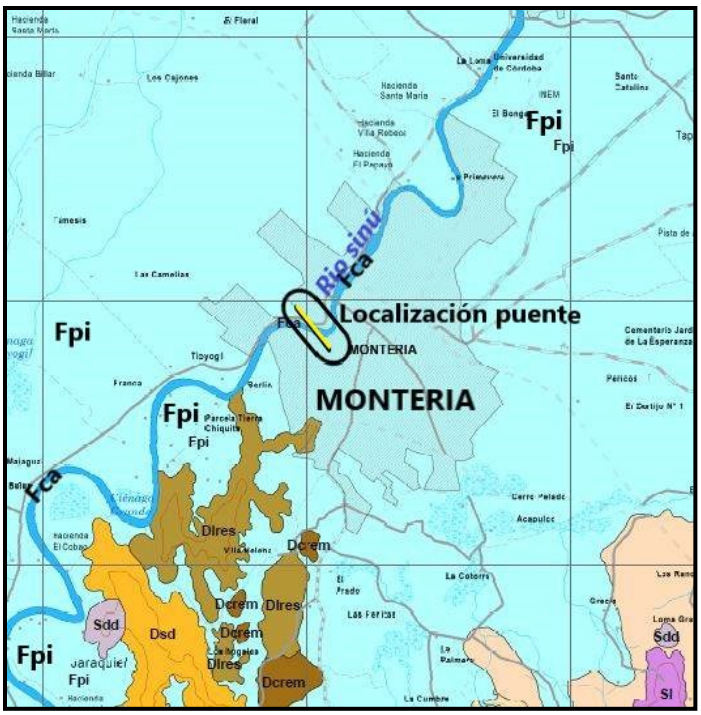


Fuente: Consorcio Puente SINU FIA, 2022

La caracterización geomorfológica donde se ubica el tercer puente sobre el Rio Sinú es tomada de la "Memoria Técnica Explicativa del Mapa Geomorfológico Analítico aplicado a la Zonificación de amenaza por movimientos en masa escala Plancha 61-Montería, Departamento de Córdoba, publicado por el SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO y la UNIVERSIDAD NACIONAL SEDE MEDELLÍN en el año 2016, escala 1:100.000.

Las unidades geomorfológicas están definidas con criterio genético, morfológico y morfométrico, en función de los procesos morfogenéticos específicos que las originan, además de tener en cuenta procesos modeladores del paisaje como la actividad tectónica e intervención del hombre.

Figura 15. Caracterización geomorfológica del Rio Sinú – Sector Montería



Fpi - Plano o llanura de inundación
Fca – Cauce aluvial

Fuente: Tomado parcialmente de SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO, 2015
Mapa Geomorfológico aplicado a movimientos en masa Plancha 61

4.1.3 Suelos

De acuerdo con el documento VOLUMEN IV ESTUDIO DE SUELOS PARA DISEÑO DE FUNDACIONES Y OBRAS COMPLEMENTARIAS del CONSORCIO PUENTE SINÚ FIA, (2022), se presenta un resumen de la valoración de la estructura del suelo propia del área de intervención de la vía proyectada.

- Las secuencias presentes en el sector de implantación guardan correspondencia con la geología del sector la cual según verificación corresponde a llanuras aluviales. Las secuencias de suelos granulares como arenas y suelos finos se encuentra en paquetes con transiciones con alguna persistencia entre sondeos por lo cual la caracterización físico – mecánica fue posible de extrapolar.

- La secuencia de resistencia del terreno no es uniforme, tampoco crece progresivamente con profundidad de manera constante, en la exportación se evidenció que existen saltos con puntos blandos intermedios asociados con intercalaciones de suelos finos blandos que se recomienda sobrepasar para desarrollar la capacidad por fuste y punta de forma adecuada.

- En promedio el contenido de materia orgánica determinado en los primeros 2.0 m de capa de suelo aluvial donde se va a implantar la estructura tiene variaciones entre 1.57% y un 6.94% para un valor promedio de %M.O. = 3.91 con una desviación estándar de 1.22.

4.1.4 Amenazas Naturales

Para el SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO el término amenaza geológica involucra los agentes y grupos de condiciones o eventos de origen geológico e hidrológico, que tienen el potencial de causar daño, incluidos su génesis, magnitud, intensidad y frecuencia.

A continuación, se presenta las amenazas naturales identificadas.

4.1.4.1 Inundaciones

El rio Sinú tiene una longitud de 410 km desde su nacimiento hasta su desembocadura en el mar Caribe en el sitio llamado Tinajones, jurisdicción del Municipio de San Bernardo del Viento. La cuenca del río es la hoya de 13.700 km^2, de los cuales 12.200 km^2 se encuentran en el Departamento de Córdoba y el resto en el Departamento de Antioquia; la cuenca está formada por 16 municipios.

El cambio en el uso del suelo, las prácticas agrícolas inadecuadas y la deforestación indiscriminada de las cuencas de los ríos y algunos caños con jerarquización de segundo orden en el Departamento de Córdoba, entre otras, al interactuar con los agentes atmosféricos, traen como consecuencia inmediata la erosión, la cual provoca el aporte de sedimentos al cauce principal de los ríos o caños mencionados, y reduce en forma sustancial la capacidad de albergar la cantidad de agua que en años anteriores eran capaces de almacenar y transportar.

A la situación anteriormente anotada se le suma la falta de los adecuados planes municipales de ordenamiento y uso del suelo y la permisividad por parte de los diferentes entes estatales para que las comunidades ocupen los diques, los cauces de los caños y los playones de las ciénagas, sin mencionar la grave situación que provocan los terratenientes al construir terraplenes que circundan las ciénagas.

Existen fenómenos incontrolables en las riberas de los ríos, como son los de la erosión, que se presenta en algunos sitios de las orillas de los ríos debido a la conformación geológica de los taludes, formados por sedimentos arcillosos y arcillo limosos provenientes del mismo río. La cohesión y la plasticidad es de media a alta, se convierten en deleznables al contacto con el agua, lo cual lo somete a fallas debido a las fluctuaciones rápidas del nivel de las aguas, causan inestabilidad del material, y provocan derrumbes por deslizamiento.

- **Conclusiones del "INFORME SOBRE LAS AMENAZAS DE EROSIÓN FLUVIAL E INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RÍO SINÚ, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA, CVS, 2014", en referencia a la zona de interés.**

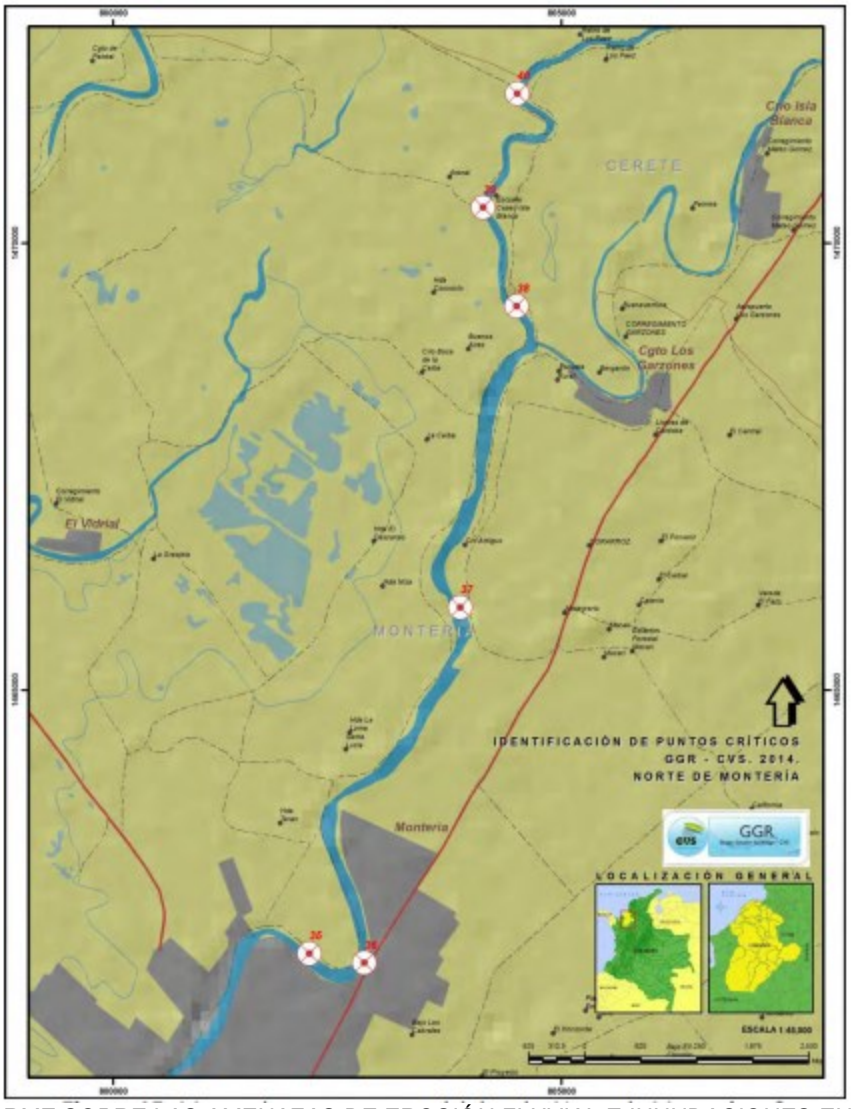
- El municipio de lorica cuenta el mayor porcentaje de puntos críticos en el rio Sinú con un 37.2%, seguido del municipio de Montería con un 15.2% y el municipio de San Bernardo del Viento con 11.5%.

- Los puntos críticos más predominantes en el río Sinú representan una amenaza media. En total existen 50 puntos con esta condición definida por la persistencia de la erosión fluvial y su peligrosidad para poblaciones cercanas a su localización.

- Los asentamientos de comunidades a orillas del río: En lugares donde hay presencia de poblaciones muy cercanas a la ribera del río existen intervenciones antropogénicas que afectan las dinámicas naturales del afluente, dentro de las cuales encontramos; la mala disposición de residuos sólidos que son dispuestos sobre el cauce del río, captaciones de agua sin permisos por parte de la autoridad ambiental, estructuras para control de erosión realizadas por los mismo pobladores sin estudios previos, estructuras utilizadas como puertos y miradores sobre el cauce del río y la existencia de cultivos inapropiados de especies con características radiculares que ocasionan debilitamiento del talud (plátano, yuca, maíz, algodón, etc.).

- La extracción de manera manual y mecánica de material de arrastre del lecho del río para ser aprovechados como materiales de construcción, afectan de manera directa la estabilidad geotécnica de las orillas mediante la apertura y construcción de puertos areneros para el acopio y cargue, sin la ejecución de medidas ambientales para el manejo de los impactos ambientales causados por la actividad minera.

Figura 16. Mapa de puntos críticos en municipios de: Norte de Montería y Cerete

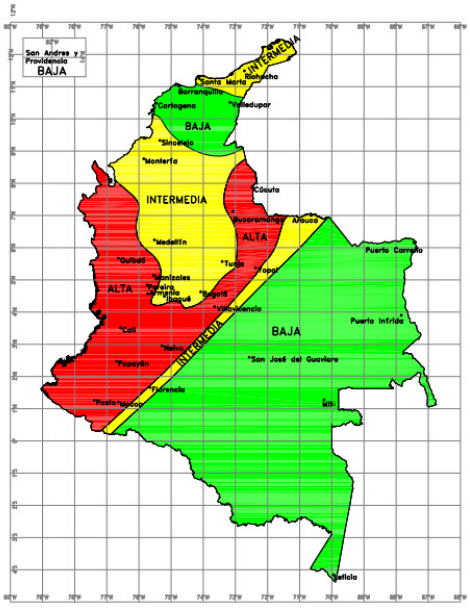


Fuente: NFORME SOBRE LAS AMENAZAS DE EROSIÓN FLUVIAL E INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RÍO SINÚ, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA, 2014

4.1.4.2 Amenaza sísmica

Según el Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes (NSR-10), el Municipio de Montería, tienen una aceleración máxima del terreno para un periodo de retorno de 475 años (Aa) de 0.10, este factor afecta la zona de periodos de vibración cortos, es decir aquellos que son sensibles a la aceleración. Según estos valores, los municipios de Montería se considerada una Zona de Amenaza Sísmica INTERMEDIA.

Figura 17. Mapa de amenaza sísmica de Colombia

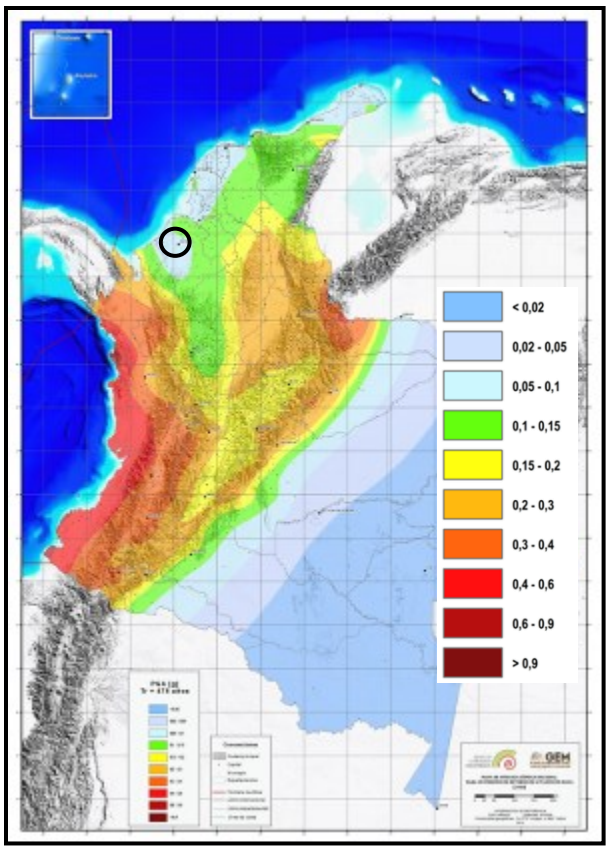


Fuente: Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia 2009, AIS

En el estudio Modelo Nacional de Amenaza Sísmica para Colombia presentado en el año 2018, se dice que comparativamente en Colombia[3], zonas en la costa atlántica, al norte de los departamentos de Córdoba, Sucre, Bolívar, Atlántico, Magdalena y La Guajira tienen una menor amenaza. Para estas zonas se calculan aceleraciones menores a 0.1 g para un periodo de retorno de 475 años.

[3] SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO. FUNDACIÓN GLOBAL EARTHQUAKE MODEL. Modelo Nacional de Amenaza Sísmica para Colombia. 2018.

Figura 18. Mapa de aceleraciones pico. Periodo de retorno: 475 años



Fuente: Modelo Nacional de Amenaza Sísmica para Colombia, 2018

Según los estudios anteriormente mencionados, el Departamento de Córdoba, está ubicada en una zona de amenaza sísmica intermedia; para el área específica del proyecto la aceleración se estima entre 0.05 y 0.10 g, lo que no representa riesgo para las actividades del proyecto, por lo tanto, no se presentan estudios de mayor detalle.

Además de la interpretación anterior, se cuenta con un registro histórico de 9 sismos de magnitud superior a 6 que tienen reporte en el municipio de Montería, de estos, ningún sismo ha tenido epicentro en la capital Cordobesa y la intensidad reportada ha sido mínima.

Figura 19. Localización de los puntos de epicentro de eventos sísmicos con reporte en Montería



Fuente: http://sish.sgc.gov.co/visor/

Tabla 12. Registro histórico de reporte de sismicidad histórica en Montería

Por sitio consultar
Departamento CORDOBA
Municipio MONTERÍA

Ver tabla completa e histograma

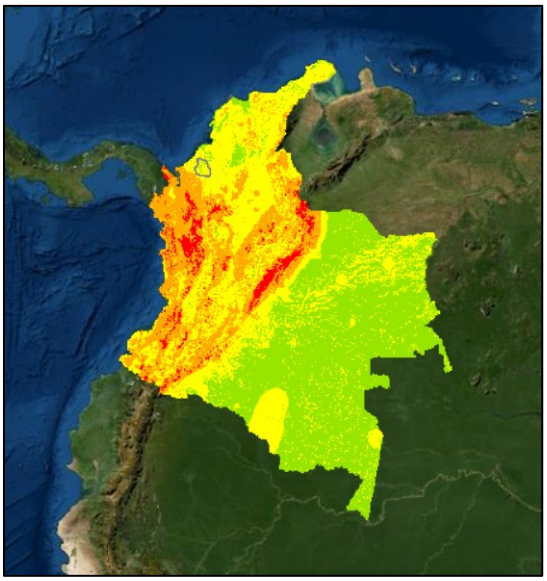
No.	Fecha del sismo	Hora local	Lat.	Long.	Magnitud	Prof. (km)	Centro poblado	Int. sitio	Int. Máx.	Área epicentral
1	1869/03/06	06:30	9	-74	6	60	Montería	3	7	El Banco, Magdalena
2	1911/04/10	13:42	7.2	-75.3	6.4	120	Montería	4	7	Yarumal, Antioquia
3	1917/08/31	06:36	3.78	-74	6.7	15	Montería	1	9	Villavicencio, Meta
4	1962/07/30	15:18	5.17	-76.35	6.5	64	Montería	4	8	Eje Cafetero, Colombia
5	1967/02/09	10:24	2.9	-74.8	7	35	Montería	3	10	Colombia, Huila
6	1967/07/29	05:24	6.747	-73.03	6.8	161	Montería	5	8	Betulia, Santander
7	1973/08/30	13:25	7.14	-72.76	6.3	180	Montería	4	8	Convención, Norte De Santander
8	1977/08/30	19:42	7.35	-76.14	6.5	23.3	Montería	5	7	Apartadó, Antioquia
9	2015/03/10	15:55	6.825	-73.134	6.3	157.7	Montería	4	7	Los Santos, Santander

Fuente: http://sish.sgc.gov.co/visor/

4.1.4.3 Procesos de remoción en masa

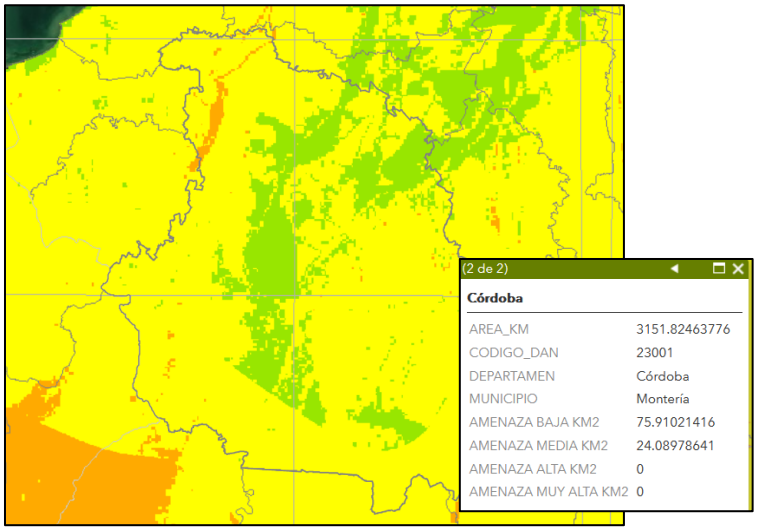
De conformidad con la información disponible en la base de datos del geoportal del Servicio Geológico Colombiano, fue posible determinar que existen un bajo riesgo de sufrir procesos de remoción en masa a lo largo y ancho del municipio de Montería en el departamento de Córdoba. De hecho, la mayor parte de la extensión del territorio se concentra con una amenaza Baja de presentar este tipo de fenómenos.

Figura 20. Mapa Nacional de Amenaza por Movimientos en Masa, Escala 1:100.000



Fuente: SGC, 2016

Figura 21. Amenaza por movimientos en masa, Montería - Córdoba



Fuente: SGC, 2016

De acuerdo con la anterior información, se descarta afectación alguna asociada a procesos de remoción en masa al encontrarse en una llanura aluvial donde no existen taludes o laderas que puedan comprometer en el corto o largo plazo la estabilidad de la obra, también se omite cualquier factor de riesgo para el proyecto por este tipo de condición que pudiera limitar la estructura[4].

4.1.5 Hidrología río Sinú[5]

La región del Sinú está localizada en tierras de la costa atlántica del noroeste de Colombia entre los 8º y 9º de latitud norte y 75º 30" de longitud oeste. Ocupa la parte occidental del departamento de Córdoba y una pequeña porción del norte de Antioquia.

El Río Sinú nace en el municipio de Ituango departamento de Antioquia en el Nudo de Paramillo y desciende desde el área de páramo aproximadamente desde la cota 3700 m.s.n.m y desemboca directamente al mar en la zona del delta de Tinajones a través de tres bocas denominadas Mireya, Medio y Corea localizadas en jurisdicción del municipio de San Bernardo del Viento.

El área de la cuenca es de aproximadamente 13.952 Km^2 con una longitud total del cauce de 437.97 kilómetros desde su nacimiento hasta su desembocadura, de acuerdo con el sistema de clasificación de Horton es una corriente de orden 7 a escala 1:100000. El Departamento de Córdoba tiene un área total de 2'506.822 hectáreas de la cual la cuenca ocupa el 55.7% de esta y en ella se localiza cerca del 76.2 % de la población total del Departamento**.**

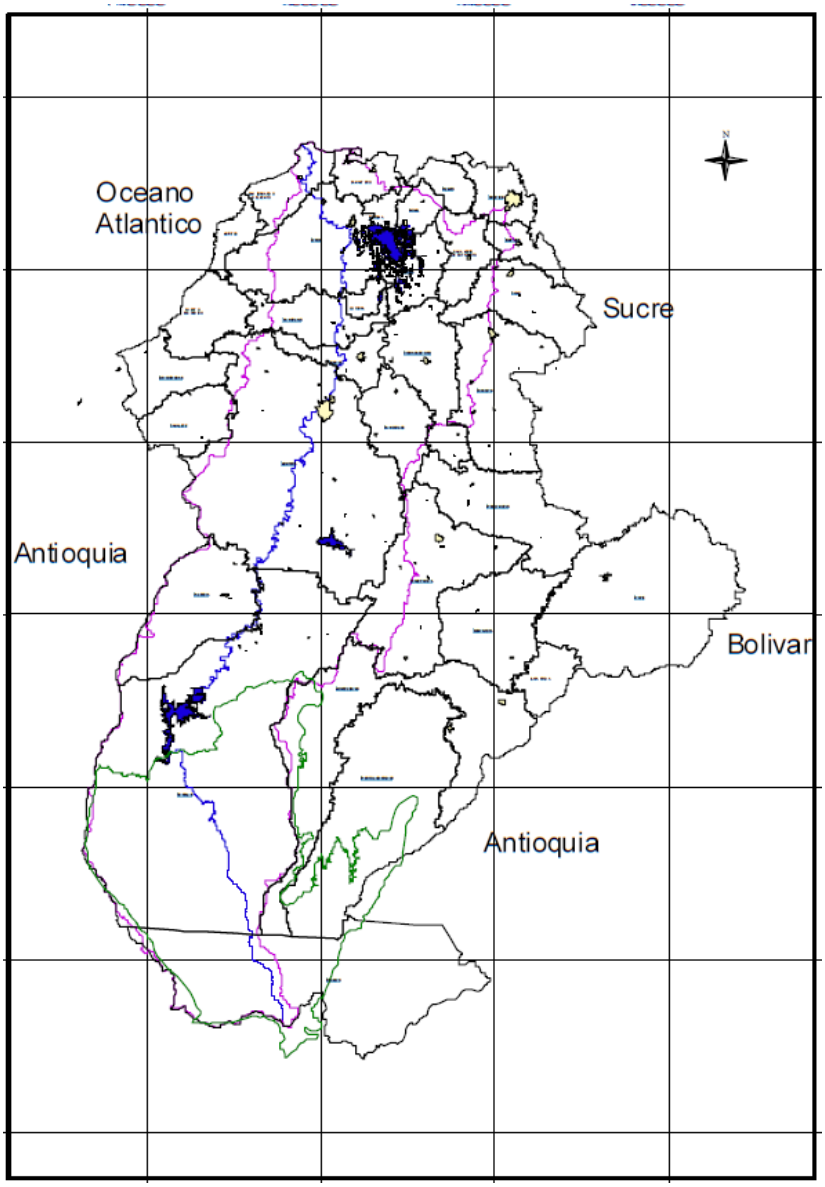
El Alto Sinú está conformado por los municipios de Tierralta y Valencia; **el Medio Sinú por Montería**, San Carlos, Cereté, San Pelayo y Ciénaga de Oro y el Bajo Sinú a su vez lo conforman el Bajo Sinú Sabanero, Bajo Sinú Costanero y Bajo Sinú Cienaguero.

En la margen derecha del río Sinú, y a partir de la ciudad de Montería se establece una red de drenaje que recoge las aguas que provienen de la serranía de San Jerónimo y que drenan hacia el caño Aguas Prietas y éste a la Ciénaga Grande del Bajo Sinú; el Aguas Prietas se conecta con el curso del río Sinú hacia el Km 388, en el municipio de Lorica.

El río presentaba antes de la puesta en marcha de la Hidroeléctrica de Urrá, según datos de IDEAM entre enero de 1970 y diciembre de 1999, un caudal promedio diario de 397 m3/s con caudales máximos hasta de 858 m^3/s y mínimos de 29 m^3/s en la estación de la Doctrina próximo a su delta.

[4] Tomado de: VOLUMEN IV ESTUDIO DE SUELOS PARA DISEÑO DE FUNDACIONES Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, CONSORCIO PUENTE SINÚ FIA, 2022.
5 Tomado de: Capítulos 1 y 6. POMCA RÍO SINÚ (2004).

Figura 22. Localización General de la Cuenca Hidrográfica del Río Sinú



Fuente: POMCA RÍO SINÚ (2004)

4.1.5.1 Aspectos morfométricos de la cuenca del río Sinú

Factor de forma: nos permite saber que tan achatada es o no la subcuenca, este factor resulta del dividir el área de la subcuenca por la longitud medida desde el punto más alejado de ella hasta la salida, elevada al cuadrado. Valores del factor de forma superiores a la unidad, indican el grado de achatamiento de ella o un cauce principal corto y por consecuencia tienen tendencia a concentrar el escurrimiento de una lluvia intensa formando

avenidas torrenciales. Para las subcuencas que conforman el río Sinú, el factor de forma es inferior a la unidad en todos los casos. El mayor valor es de 0.86 y lo presenta la subcuenca de la quebrada Tucura y el mínimo es de 0.16 del caño aguas prietas. Es por eso que se puede asegurar que las subcuencas del Sinú presentan una forma alargada y salvo en casos como el de la quebrada Tucura se originan crecientes repentinas.

Coeficiente de compacidad: este compara la forma de la subcuenca a la de una circunferencia, cuyo círculo inscrito tiene la misma superficie de la subcuenca en estudio. Tiene por definición un valor de 1 para subcuencas imaginarias de forma exactamente circular. El grado de aproximación de éste índice a la unidad indica la tendencia de la subcuenca a concentrar fuertes volúmenes de agua de escurrimiento. Los valores obtenidos en las subcuencas del Sinú muestran que la mayoría presentan una tendencia no tan marcada a concentrar fuertes volúmenes de agua de escurrimiento.

Índice de alargamiento: relaciona la longitud máxima encontrada en la cuenca medida en el sentido del río principal y el ancho máximo de ella medido perpendicularmente. Cuando este índice toma valores mucho mayores a la unidad, se trata de subcuencas alargadas mientras que para valores cercanos a 1 se trata de una subcuenca cuya red de drenaje presenta la forma de abanico y puede tenerse un río principal corto. En las subcuencas del Sinú se presentan los dos casos.

4.1.5.2 Economía red fluvial

La alta densidad de ciénagas y de sistemas de caños coincide con la mayor densidad de centros poblados asociados a las bancas directas del cauce activo, destacando como la más grande y la capital del departamento de Córdoba, la ciudad de Montería. A partir de esta misma, se localizan pequeños centros poblados con dependencia económica directa del hidrosistema fluvial y a su ciudad principal, este patrón permanece aguas abajo hasta encontrar el pueblo de Lorica, con tamaño considerable y punto de intercambio del sistema fluvial al sistema deltaico de sedimentación del rio Sinú.

El movimiento vial a través de una densa red de caminos que aumentan a medida que recorremos de aguas arriba abajo, son las principales fuentes de comunicación, sin embargo, se destaca el uso fluvial del cauce activo del rio Sinú, como transporte privado de mercancía como productos de madera, ganadería local y minería artesanal de extracción de arena del lecho.

4.1.6 Calidad del agua río Sinú área de influencia de estudio

Conforme con el documento “Informe Final - MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA EN LAS DIFERENTES FUENTES HÍDRICAS DEL DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA, CVS, 2021”, se presenta los resultados de la caracterización de los puntos de agua localizados aguas arriba y aguas abajo del área de estudio.

Tabla 13. Puntos monitoreo calidad del agua aguas arriba y abajo del puente proyectado sobre el río Sinú

	Punto Monitoreo - CVS	COORDENADAS GEOGRÁFICAS CVS	
		N	W
Aguas Arriba	Montería – Caracolí	8°45'0.46"N	75°54'0.55"O
Aguas Abajo	Montería - PTAR A. Abajo Margen Izquierda	8°45'29.29"N	75°53'20.8"O

Fuente: CVS, 2022

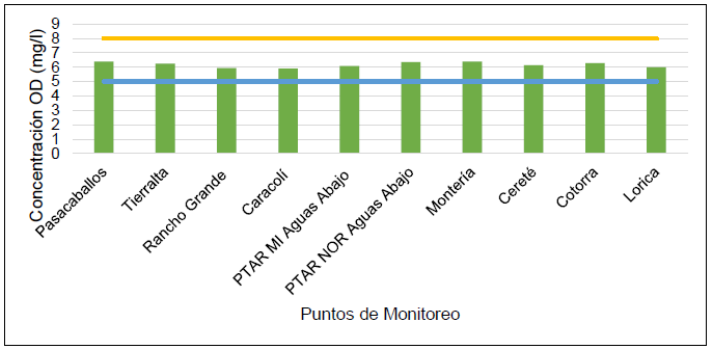
Figura 23. Puntos monitoreo calidad del agua, río Sinú 2021



Fuente: ArcMAP - CVS, 2022

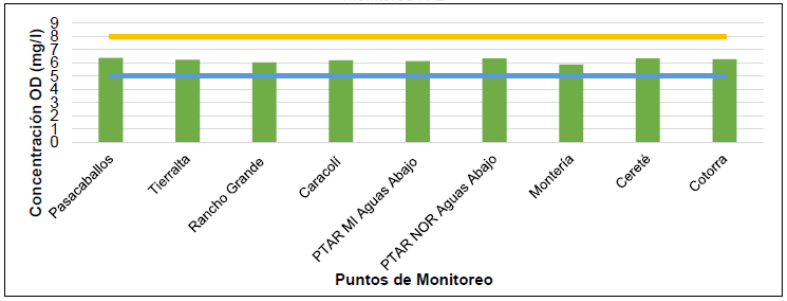
4.1.6.1 Resultados parámetros de calidad en dos monitoreos, año 2021

Figura 24. Oxígeno Disuelto, Monitoreo 1



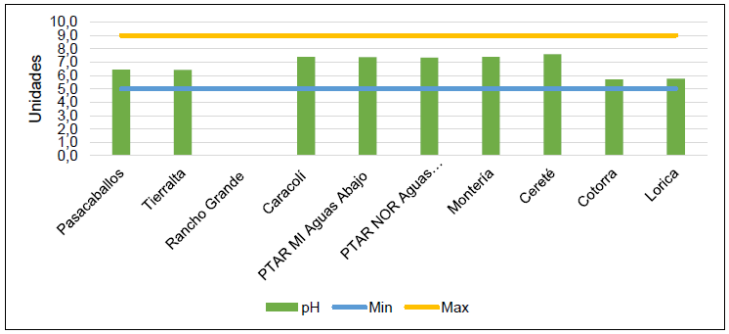
El oxígeno disuelto presenta concentraciones aceptables con un rango de valores entre 5,89 mg/l – 6,4 mg/l.

Figura 25. Oxígeno Disuelto, Monitoreo 2



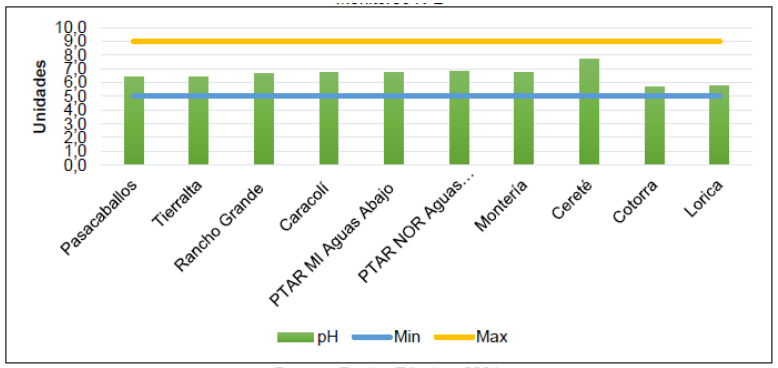
El oxígeno disuelto presenta concentraciones aceptables con un rango de valores entre 5,89 mg/l – 6,4 mg/l.

Figura 26. pH, Monitoreo 1



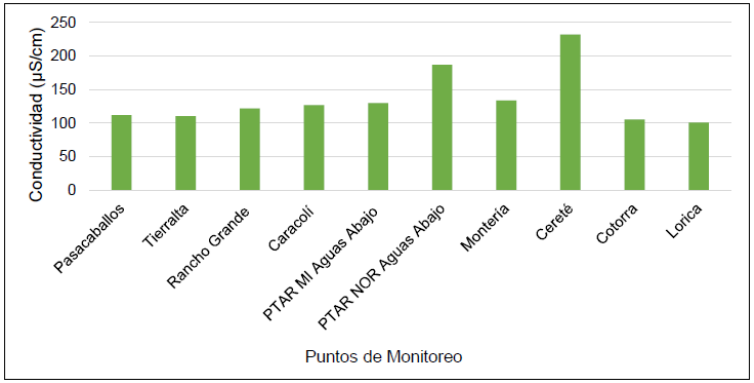
Registraron valores con un rango entre 5,7 y 7,7.

Figura 27. pH, Monitoreo 2



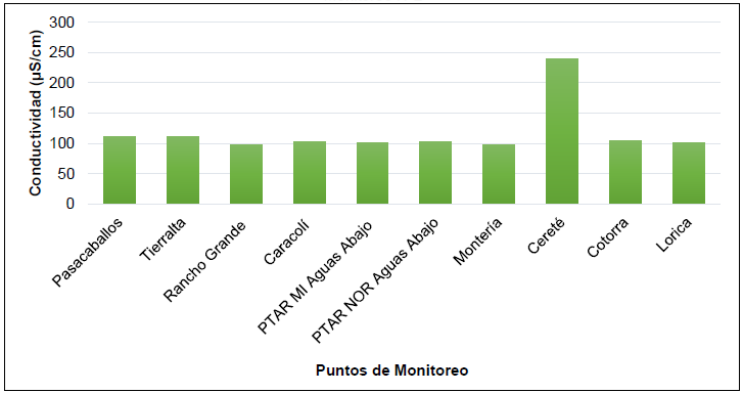
Registraron valores con un rango entre 5,7 y 7,7.

Figura 28. Conductividad, Monitoreo 1



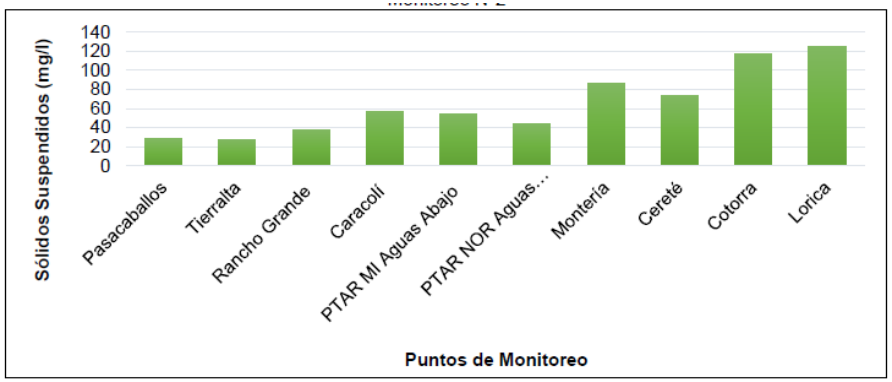
Se presenta valores para los dos puntos de interés cercanos a los 130 µS/cm.

Figura 29. Conductividad, Monitoreo 2



Se presenta valores para los dos puntos de interés cercanos a los 110 µS/cm.

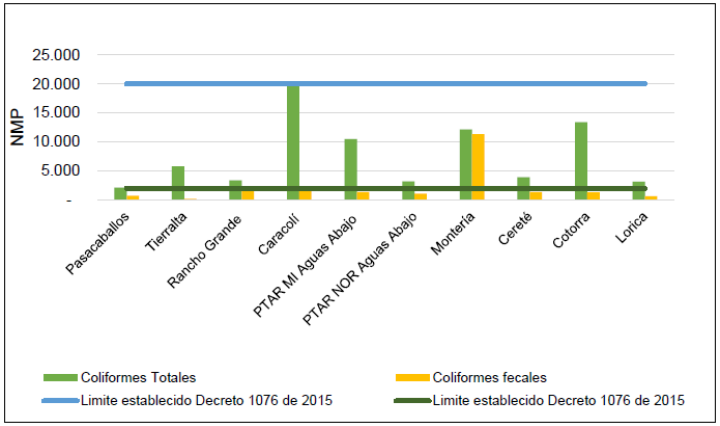
Figura 30. SS, Monitoreo 2



Durante el monitoreo se registraron concentraciones de solidos suspendidos con valores cercanos a 60 mg/l para los dos puntos de interés.

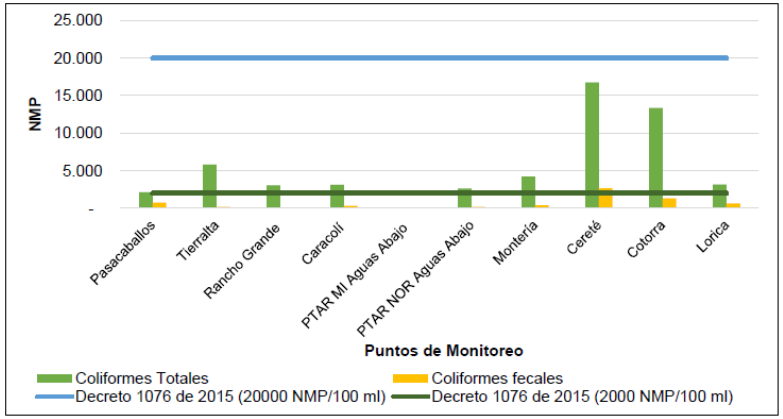
- **Nitrógeno Total y Fosforo Total:** Para las dos campañas de monitoreo se reportaron valores menores a 3.0 mg N/l y 0.20 mg P/l respectivamente.

Figura 31. Cf y CT, Monitoreo 1



Para los dos puntos de interés, las concentraciones de coliformes totales registraron concentraciones ajustadas a los criterios de calidad para la destinación del recurso hídrico para consumo humano y doméstico con tratamiento previo, definido en el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 (Minambiente, 2015). Coliformes Totales de 19.863 NMP para el punto de monitoreo Caracolí

Figura 32. Cf y CT, Monitoreo 2



Para el punto Caracolí, las concentraciones de coliformes totales registraron concentraciones ajustadas a los criterios de calidad para la destinación del recurso hídrico para consumo humano y doméstico con tratamiento previo, definido en el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 (Minambiente, 2015).

ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA – ICA

El cálculo del ICA se realizó a partir de los siguientes parámetros: Oxigeno de saturación, Conductividad eléctrica, Solidos suspendidos, pH, fosforo y nitrógeno.

Figura 33. ICA, Monitoreo 1

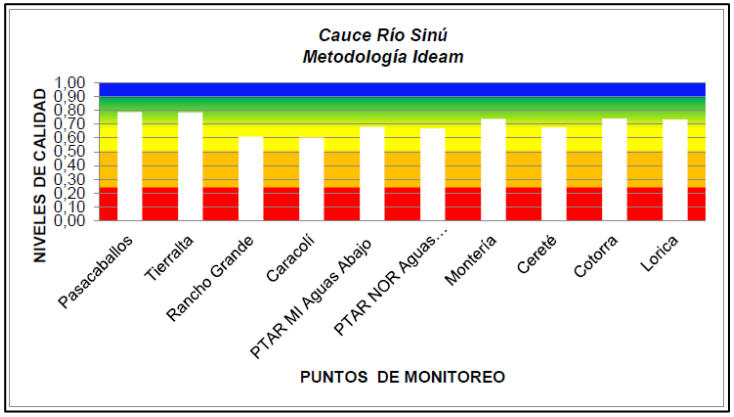
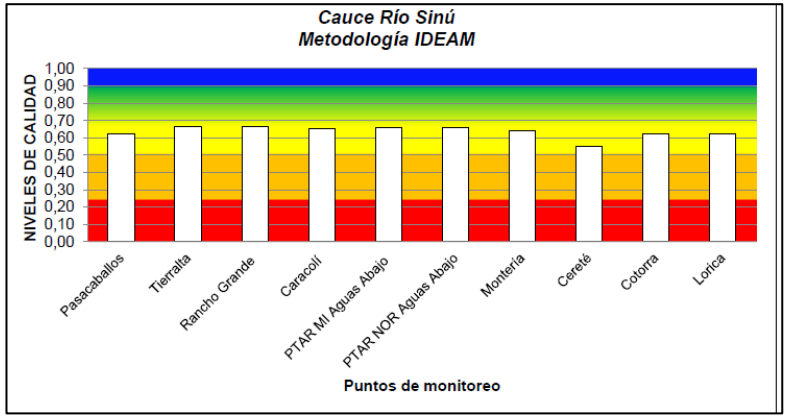


Figura 34. ICA, Monitoreo 2



Se obtuvieron valores de ICA de 0.6, que de acuerdo con lo estipulado en el decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, se encuentra dentro del rango Regular y aceptable (0,51 – 0,9).

Tabla 14. Objetivos de calidad del Río Sinú adoptados para período 2020 – 2029

OBJETIVOS DE CALIDAD DEL RÍO SINÚ					
PARÁMETRO		TRAMO	META		
			2 AÑOS	5 AÑOS	10 AÑOS
Oxígeno Disuelto	mg O_2 / L	Todo el río	≥ 4,5	≥ 5	≥ 6
Temperatura	°C	Todo el río	< 35	< 35	< 35
DBO_5	mg O_2 / L	Todo el río	< 5	< 5	< 5
DQO	mg O_2 / L	Todo el río	< 30	< 25	< 25
pH	U pH	Todo el río	6,5 - 8	6,5 - 8	6,5 - 8
SST	mg / L	Todo el río	≤ 90	≤ 90	≤ 90
SDT	mg / L	Nacimiento - Montería	≤ 90	≤ 90	≤ 90
		Montería - Lorica	≤ 75	≤ 75	≤ 75
		Lorica - Desembocadura	≤ 90	≤ 90	≤ 90
Grasas y Aceites			Ausentes	Ausentes	Ausentes
Coliformes Totales	NMP / 100 ml		< 5000	< 5000	< 5000
Coliformes Fecales	NMP / 100 ml		< 1000	< 1000	< 1000

Fuente: Resolución 2-6969 Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge CVS, enero 20 de 2020

4.1.6.2 PTAR sector nororiental de Montería

El día 13 de diciembre de 2021, fue inaugurada la PTAR Nororiental de Montería. Para la Fase 2 (actual) cuenta con una capacidad de tratamiento de 350 l/s. La planta posee unidades de pretratamiento con rejillas de cribado grueso medio fino y desarenadores tipo vortex para la remoción de sólidos flotantes y arenas. El tratamiento secundario se realizará en filtros percoladores que son un sistema de tratamiento aerobio constituidos por piezas de material plástico donde se desarrolla y adhiere un cultivo bacteriano llamado biopelícula. El agua residual pretratada es rociada sobre el filtro, entrando en contacto con las bacterias que degradan la contaminación, luego el agua pasa a los tanques de contacto que complementan la remoción de DQO, DBO5 requerida a disposición final mediante la inyección de aire. En los sedimentadores secundarios se dará separación gravitacional del lodo y del agua depurada que será vertida en el punto de disposición final cumpliendo con las normas de vertimiento vigentes.

Además de lo anterior, la planta cuenta con una línea de lodos para la reducción y manejo de los mismos, a través de sistemas de espesamiento y deshidratación mecánica en filtro banda.

Figura 35. PTAR, Nororiental, Montería



Fuente: https://www.portafolio.co/negocios/empresas/

4.1.7 Climatología

Para la caracterización climatológica de la cuenca del río Sinú se partió del trabajo realizado por el IGAC dentro de su proyecto de Sistemas de Información Geográfica - Plan de Acción Forestal para Colombia (SIG-PAFC), en el cual se realizó una Caracterización Climática de la Cuenca Hidrográfica del Río Sinú, Parte Media y Baja en marzo de 1996 y llego a realizar una delimitación climática con base en la metodología de Thornwaite. En dicho estudio la cuenca del río Sinú queda enmarcada dentro de tres categorías climáticas: ligeramente húmedo desde límites de los municipios de Tierralta y Montería hacia arriba, semiseco sobre la margen izquierda y en los municipios de Chimá, San Andrés, Chinú y Cienaga de Oro y semihúmedo para el resto de la cuenca media y baja. Se consideraron parámetros hidroclimatológicos de estaciones Pluviométricas y climatológicas ubicadas en todo el Departamento de Córdoba. Los parámetros utilizados fueron la precipitación, temperatura, humedad relativa, brillo solar y vientos como elementos de descripción y caracterización general de la cuenca (POMCA río Sinú, 2004).

4.1.7.1 Precipitación

En el Alto Sinú se presentan las mayores precipitaciones, con lluvias medias anuales de entre 3000 y 4000 mm. Hacia la parte baja del Parque Nacional Natural Paramillo, donde se ubica la Hidroeléctrica Urrá, las precipitaciones promedio anuales son del orden de los

2000 a 2500 mm, descendiendo entre los 1400 y 1700 mm a la altura de los municipios de Tierralta y la ciénaga de Betancí, de ahí en adelante las precipitaciones tienen una magnitud aproximada de 1600 a 1400 mm hasta la ciudad de Montería, descendiendo hasta los 1300 mm en el recorrido final del bajo Sinú hasta su desembocadura.

El régimen de precipitación en la cuenca es unimodal con una temporada seca y una húmeda al año. Las lluvias se inician en mayo y se extienden hasta comienzos de noviembre, la época seca va desde mediados de noviembre hasta los primeros días de abril; el mes más húmedo es junio y los más secos enero y febrero. Más del 80% de las precipitaciones se producen en época de invierno. En la Figura No. 1 se aprecia el régimen unimodal de la precipitación. Solo se muestran algunas de las estaciones analizadas. Aquellas que presentan mayor registro histórico de datos y distribuidas sobre toda la cuenca.

El comportamiento espacial y temporal de las precipitaciones es el fenómeno climático más importante. Se presentan dos patrones en el comportamiento climático. Uno espacial que hace que la precipitación aumente a medida que el valle se estrecha y asciende, y otro temporal debido al paso de la zona de convergencia intertropical (ZCIT). De noviembre a marzo el clima es seco, y de mayo a noviembre es lluvioso (POMCA río Sinú, 2004).

4.1.7.2 Temperatura

La temperatura promedio en las tierras bajas es de 27°C desde la zona costanera de la cuenca hasta el embalse de Urrá. Solo a partir de este punto la temperatura comienza a descender llegando en las cimas de Paramillo a 8°C.

El carácter tropical del valle y la predominancia de las zonas bajas establece un régimen térmico cálido tropical con temperaturas medias mensuales superiores a los 25oC, y diferencias día – noche mayores que las diferencias intermensuales. La temperatura del aire del valle del río Sinú es bastante alta (promedio anual por encima de los 27.5° C y varía poco anualmente, las variaciones en el día en la temperatura son relativamente altas (10°C). Las temperaturas son más altas en abril (en promedio 28° C), siendo menor en noviembre (en promedio de 27.2° C) (POMCA río Sinú, 2004).

4.1.7.3 Humedad relativa

La humedad relativa corresponde a la relación de la presión de vapor real y su valor de saturación a una temperatura dada. La humedad relativa presenta valores superiores a 80% en toda la cuenca teniendo su valor mínimo hacia Montería en donde alcanza el 82%. Desde este punto hacia el norte la humedad relativa aumenta muy uniformemente hasta llegar a un valor de 86% en el mar Caribe. De igual forma hacia el sur también se presenta un incremento en la humedad, pero esta llega a un valor máximo puntual de 85% en inmediaciones de la Ciénaga de Betancí. Igualmente, la humedad relativa presenta variación temporal. Durante el periodo seco es del 82%, durante el período húmedo se aumenta alrededor del 85%, como resultado la evapotranspiración es mayor durante la estación seca (POMCA río Sinú, 2004).

4.1.7.4 Brillo solar

La zona de estudio presenta una alta incidencia de brillo solar debido a su posición astronómica y a las características del relieve, encontrándose asociado en forma inversa con la nubosidad y por ende con la precipitación, registrándose los mayores valores entre los meses de noviembre a abril.

El número de horas totales anuales de brillo solar en la cuenca del río Sinú varía entre 1400 y 2300 horas. El valor máximo se registra en el mar Caribe donde se tienen 2309 horas de brillo solar al año. Este valor comienza a disminuir a medida que se asciende en la cuenca y a la altura de Montería se tienen en promedio 2000 horas. Hacia la zona del municipio de Valencia se han registrado 1600 horas y en Urrá se tienen valores entre 1400 y 1500 horas (POMCA río Sinú, 2004).

4.1.8 Aire y ruido

4.1.8.1 Cálida del aire

De acuerdo con la información reportada por la CVS, se tiene datos de concentración de Material particulado -MP 2.5/10, información correspondiente a la vigencia 2020 y 2021, desarrollados en los convenios celebrados entre la Universidad de Córdoba y CVS.

A continuación, se presenta el reporte de datos capturados en el punto denominado UNISINU localizado en el campus de la universidad del Sinú y próximo al área de intervención del proyecto vial; 2.7 km de distancia entre puntos.

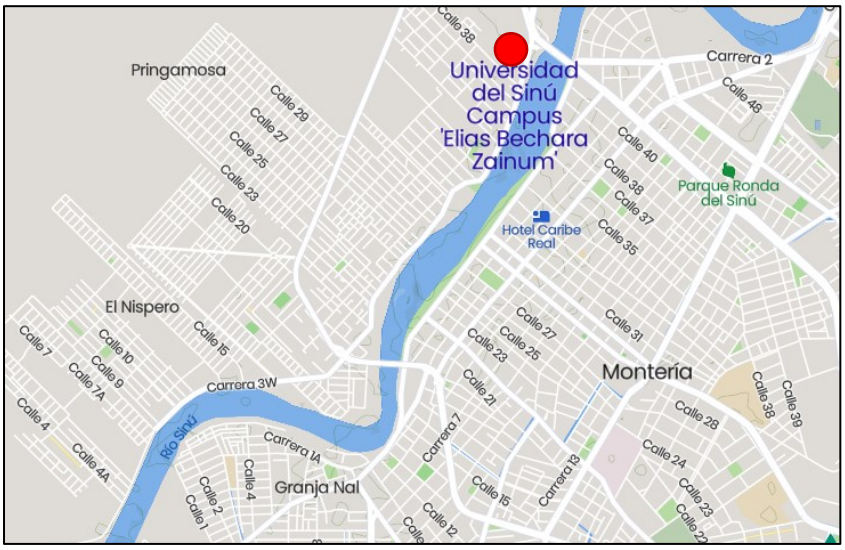
Tabla 15. Resultados monitoreo calidad del aire – MP 10 y 2.5 - años 2020 - 2021

	AÑO 2021		AÑO 2020	
	MP 10	**MP 2.5**	**MP 10**	**MP 2.5**
Tiempo de reporte	02/07/2021 al 11/11/2021	26/09/2021 al 15/10/2021	01/09/2020 al 11/12/2020	01/09/2020 al 11/12/2020
Intervalo de medición	cada 2 días	diario	diario	diario
Mínimo (µg/m3)	44.7	16.27	45.58	0.69
Máximo (µg/m3)	31.1	11.59	31.31	55.66
% de excedencia de la norma	0	0		
Promedio (ICA)	38.18	13.72		
Mediana (ICA)	38.8	13.67		
Desviación estándar	3.09	1.46		
Varianza	9.57	2.21		

Índice de calidad del aire (ICA): Buena Color verde (ICA de 0 a 50) Moderada: Color amarillo (ICA de 51 a 100) Dañina a la salud para grupos sensibles: Color naranja (ICA de 101 a 150)

Fuente: CVC, 2021.

Figura 36. Localización punto de monitoreo de calidad del aire, año 2021



Fuente: https://mapcarta.com/es/W39016153/Mapa

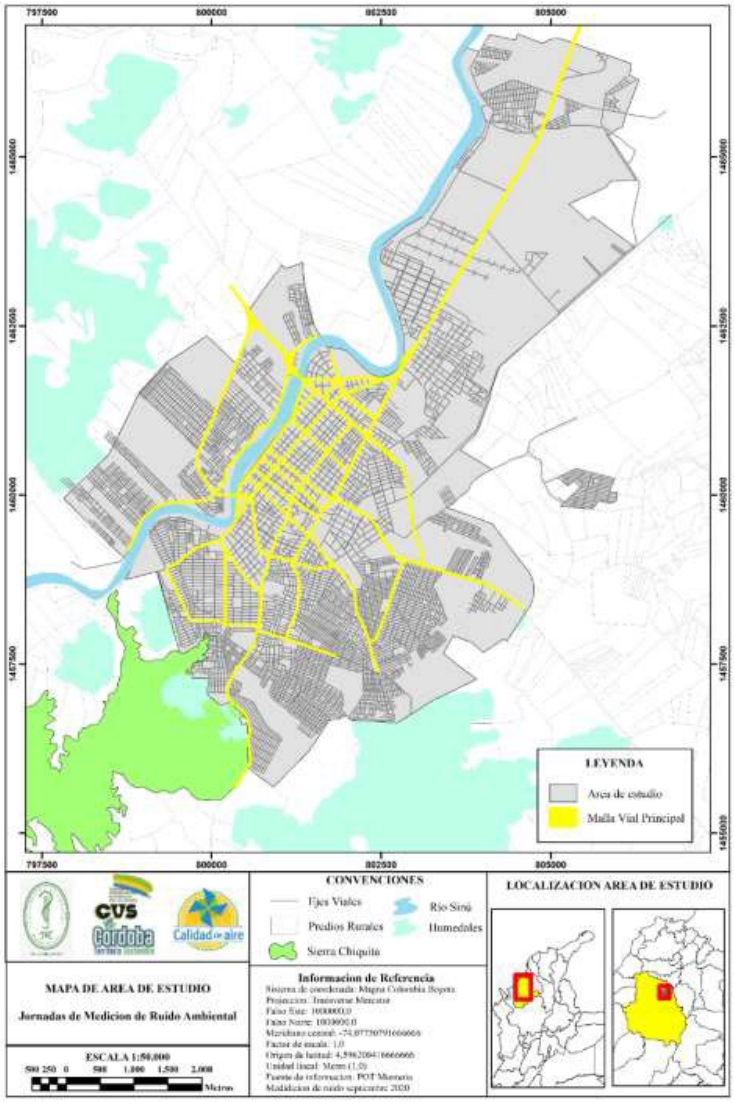
4.1.8.2 Ruido ambiental[6]

A partir del plan de descontaminación por ruido de la ciudad de Montería (Fundasol, 2013), fueron priorizados 21 puntos críticos, para hacer seguimiento a los niveles de ruido ambiental de la ciudad de Montería. La micro localización de los puntos críticos, se realizó considerando las estructuras cercanas como puentes ubicados en la infraestructura vial (Puente asilo, calle 29 con avenida circunvalar, puente metálico y puente bicentenario), vías cercanas, o fuentes generadoras de ruido de alta importancia, considerando la contaminación auditiva generada por múltiples fuentes provenientes de actividades comerciales, industriales, tráfico vehicular, actividades de esparcimiento y diversión, entre otros.

La zona 1 comprende un sector de la zona norte de la ciudad y gran parte del sector de este con alto tráfico vehicular, alta actividad comercial y de presencia institucional. La zona 2 comprende el sector oriente y sur de la ciudad caracterizada por alta presencia vehicular, sectores residenciales cercanos de alta concentración demográfica caracterizados por ser estratos 1, 2, 3 y 4. Por su parte, la zona 3 es comprendida por sectores de la margen izquierda del rio Sinú, estos sectores de la ciudad cuentan con una alta influencia de vehículos, alta actividad comercial y sectores principalmente residenciales, conforme se presenta en la siguiente imagen.

[6] CONVENIO DE CALIDAD DEL AIRE Y RESIDUOS PELIGROSOS 003-2021, CVS.

Figura 37. Área de estudio municipio de Montería, jornadas de medición de ruido ambiental



Fuente: Convenio de calidad del aire y residuos peligrosos 003-2021, CVS.

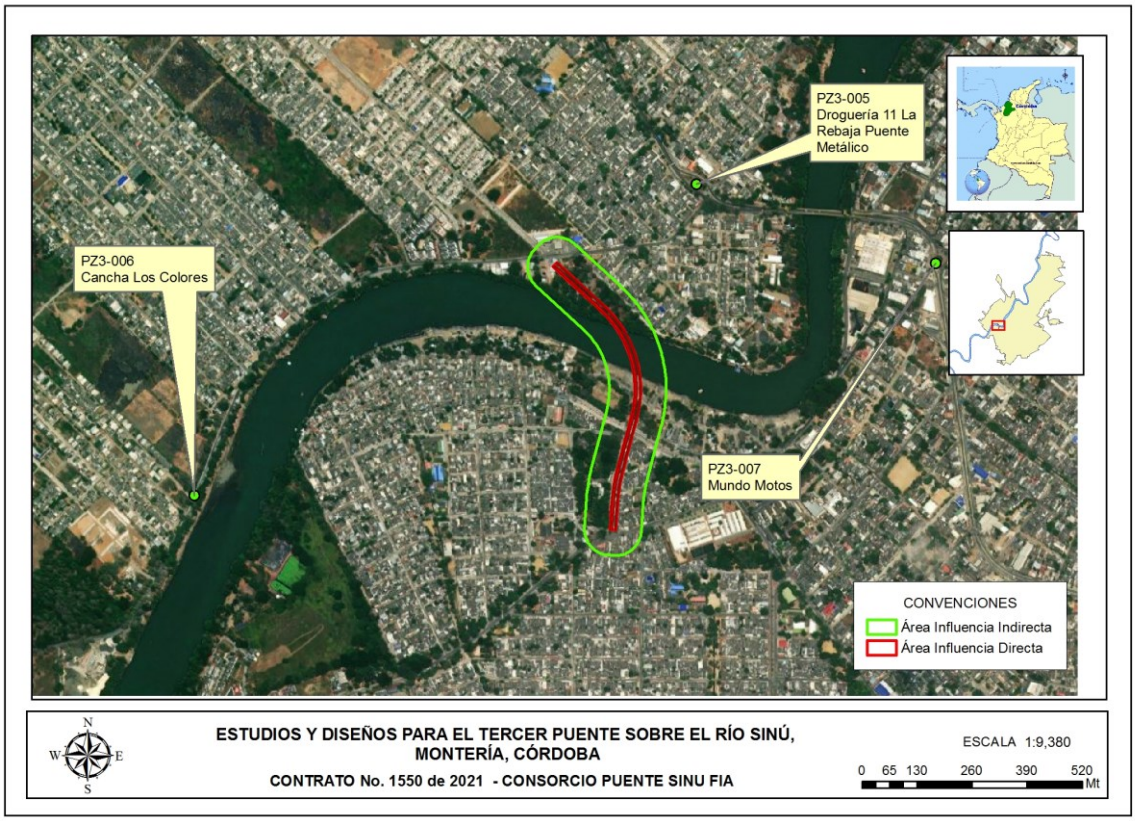
Tabla 16. Identificación puntos críticos cercanos al área de estudio para las jornadas de ruido ambiental en la ciudad de Montería

PUNTO	IDENTIFICACIÓN PUNTO CRÍTICO PRIORIZADO	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS	USO DEL SUELO	DISTANCIA AL SITIO DE ESTUDIO (m)
PZ3-005	Droguería 11 La Rebaja Puente Metálico	Punto de monitoreo localizado en la intersección vial Carrera 3W Calle 20. En este sector se presenta un alto tráfico vehicular con características principalmente de uso particular y carrocería pesada. Zona principalmente residencial.	8°45'06.92"N 75°53'40.57"O	Sector C. Ruido Intermedio Restringido	300
PZ3-006	Cancha Los Colores	Punto de monitoreo localizado en la intersección vial Carrera 3W Calle 5a. En este sector se evidencia un alto tráfico vehicular de características de uso particular, baja presencia de actividad comercial. Zona de predominancia residencial alrededor del punto.	8°44'43.05"N 75°54'19.38"O	Sector C. Ruido Intermedio Restringido	650
PZ3-007	Mundo Motos	Punto de monitoreo localizado en la intersección vial Transversal 13- Carrera 5. En este sector se evidencia un alto tráfico vehicular, cercanía a estructura puente metálico. Zona de mayoría de uso comercial en su alrededor.	8°45'00.86"N 75°53'22.11"O	Sector C. Ruido Intermedio Restringido	900

Fuente: Convenio de calidad del aire y residuos peligrosos 003-2021, CVS.

De acuerdo con la tabla anterior, se revisará la información del punto PZ3-005 (Droguería 11 La Rebaja Puente Metálico) por ser la más cercana al área de estudio.

Figura 38. localización de puntos de monitoreo de ruido ambiental cercanos a el área del proyecto



Fuente: Elaboración propia con información del Convenio de calidad del aire y residuos peligrosos 003-2021, CVS

- **Descripción de las fuentes de sonidos existentes**

Punto 19. Droguería 11 La Rebaja Puente Metálico: Tránsito de todo tipo de vehículos por las vías colindantes al punto (motores, frenos de aire, pitos, alarmas de retroceso).

- **Resultados estación Droguería 11 La Rebaja Puente Metálico**

Tabla 17. Resultados del monitoreo de ruido ambiental y declaración de conformidad, agosto 2021

TABLA RESULTADOS RUIDO AMBIENTAL															
FECHA: 2018.01.26									VERSIÓN: 01						
DOCUMENTO CONTROLADO															
DATOS Y RESULTADOS DE RUIDO AMBIENTAL EM0818 AGOSTO DE 2021															
PERIODO DIURNO															
PUNTO No.	IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO	MEDICIÓN No.	DIRECCIÓN DE MEDICIÓN	FECHA MEDICIÓN	HORA INICIO	HORA FINAL	LAeq,d dB (A)	K_S	K_T	K_I	L90 dB(A)	LRAeq,T dB(A)	LAeq dB(A)	Norma dB(A)	CUMPLIMIENTO
19	P19. DROGUERÍA 11 LA REBAJA PUENTE METÁLICO	L0630	L_N dB (A)	2021-08-24	18:37:00	18:45:00	71,8	0	3	3	68,5	74,8	75,5	70	NO CUMPLE
		L0631	L_S dB (A)	2021-08-24	18:50:00	18:58:00	72,6	0	3	3	68,7	75,6			
		L0632	L_EdB (A)	2021-08-24	19:03:00	19:11:00	71,3	0	0	3	68,5	74,3			
		L0633	L_O dB (A)	2021-08-24	19:16:00	19:24:00	75,5	0	3	0	68,1	78,5			
		L0634	L_V dB (A)	2021-08-24	19:29:00	19:37:00	70,8	0	0	0	66,7	70,8			

Tabla 18. Resultados del monitoreo de ruido ambiental y declaración de conformidad, septiembre 2021

TABLA RESULTADOS RUIDO AMBIENTAL															
FECHA: 2018.01.26									VERSIÓN: 01						
DOCUMENTO CONTROLADO															
DATOS Y RESULTADOS DE RUIDO AMBIENTAL EM0818 SEPTIEMBRE DE 2021															
PERIODO DIURNO Y NOCTURNO															
PUNTO No.	IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO	MEDICIÓN No.	DIRECCIÓN DE MEDICIÓN	FECHA MEDICIÓN	HORA INICIO	HORA FINAL	LAeq,d dB (A)	K_S	K_T	K_I	L90 dB(A)	LRAeq,T dB(A)	LAeq dB(A)	Norma dB(A)	CUMPLIMIENTO
19	P19. DROGUERÍA 11 LA REBAJA PUENTE METÁLICO	L1964	L_N dB (A)	2021-09-22	19:53:00	20:01:00	71,3	0	0	0	66,8	71,3	71,9	70	NO CUMPLE
		L1965	L_S dB (A)	2021-09-22	20:06:00	20:14:00	69,8	0	0	0	66,0	69,8			
		L1966	L_EdB (A)	2021-09-22	20:19:00	20:27:00	69,9	0	3	3	66,4	72,9			
		L1967	L_O dB (A)	2021-09-22	20:32:00	20:40:00	69,6	0	0	3	66,2	72,6			
		L1968	L_V dB (A)	2021-09-22	20:45:00	20:53:00	69,3	0	3	3	66,0	72,3			

Tabla 19. Resultados del monitoreo de ruido ambiental y declaración de conformidad, octubre 2021

DOCUMENTO CONTROLADO

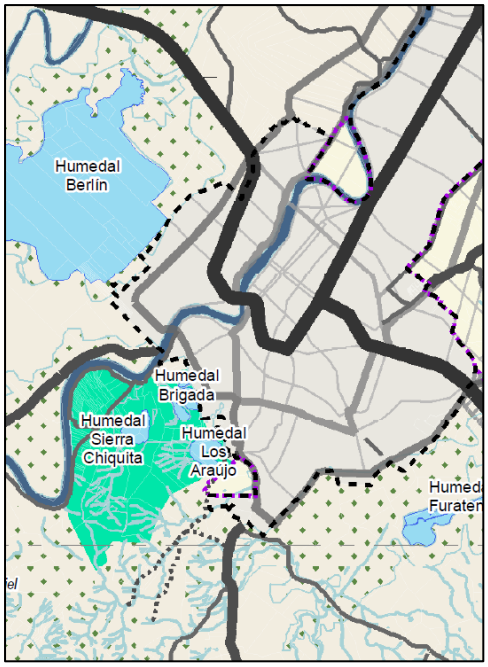
DATOS Y RESULTADOS DE RUIDO AMBIENTAL
EM0818
OCTUBRE DE 2021

PERIODO DIURNO - NOCTURNO															
PUNTO No.	IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO	MEDICIÓN No.	DIRECCIÓN DE MEDICIÓN	FECHA MEDICIÓN	HORA INICIO	HORA FINAL	LAeq,d dB (A)	K_S	K_T	K_I	L90 dB (A)	LRAeq,T dB (A)	LAeq dB (A)	Norma dB (A)	CUMPLIMIENTO
01	Diagonal 11 La Granja Puente Metálico	1281	Norte	15-01-2022	17:04:00	17:15:00	68,4	0	3	3	64,2	71,4	71,8	70	NO CUMPLE
		1282	Oeste	15-01-2022	17:17:00	17:25:00	62,2	0	3	0	63,3	68,8			
		1283	Este	15-01-2022	17:30:00	17:38:00	71,9	0	3	3	63,2	71,7			
		1284	Sur	15-01-2022	17:43:00	17:52:00	68,8	0	3	3	64,2	71,8			
		1285	Norte	15-01-2022	17:56:00	18:04:00	68,4	0	3	3	64,2	71,4			

4.1.9 Estructura Ecológica Principal

El río Sinú el cual es uno de los elementos principales de la estructura ecológica principal del municipio, es además fundamental dentro del proyecto que busca mejorar las condiciones de movilidad, generar una conexión, disminuir la accidentalidad, brindar comodidad y seguridad a los usuarios de las vías de Montería. En la siguiente figura se presenta los cuerpos de agua cercano al área del proyecto.

Figura 39. Estructura ecológica principal



Fuente: POT Montería, 2021 – 2033



Fotografía 1. Cruce proyectado sobre el río Sinú
Fuente: Consorcio Puente SINU FIA, 2022

4.2 MEDIO BIÓTICO: FORESTAL

4.2.1 Componente Forestal

4.2.1.1 Biomas

Presencia de conjuntos de ecosistemas muy similares entre sí por su biotipología y fisonomía. Son múltiples y su variedad depende de las condiciones ambientales, como humedad, temperatura, variedad de suelos, entre otras. Se caracterizan principalmente por sus plantas y animales dominantes los cuales constituyen comunidades.

En el área de influencia del estudio y de acuerdo a la nomenclatura del Instituto Von Humboldt (2017)[7], se presentan los siguientes biomas identificados en el área de estudio:

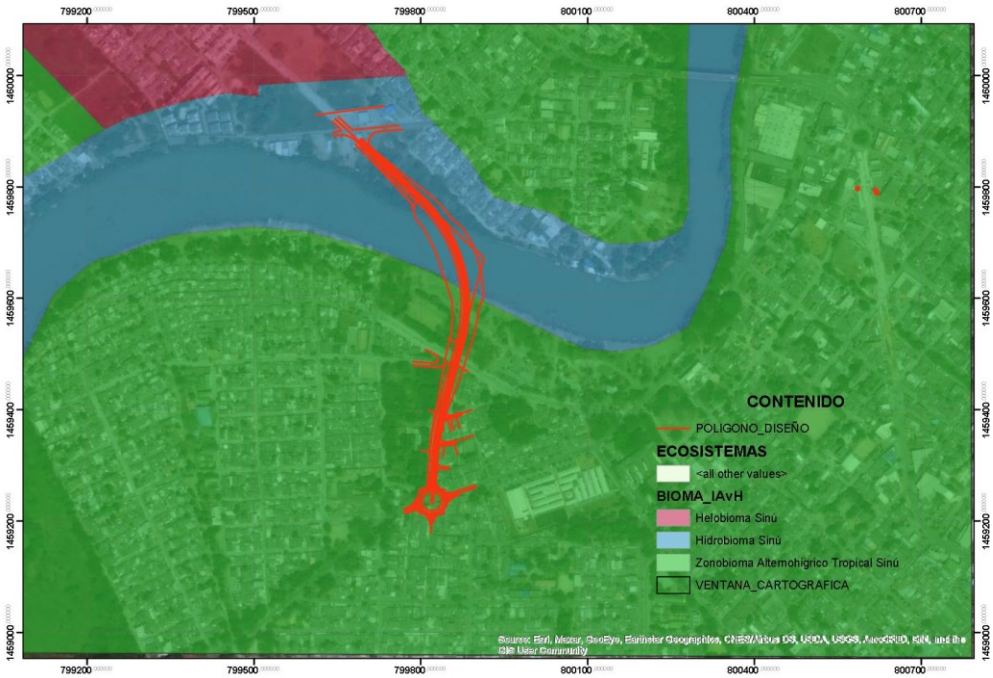
- **Helobioma del Sinú.** Se trata de áreas de inundación o de drenaje deficiente, se presenta al norte del río Sinú, en un área con respecto a la ventana cartográfica de 17.33 ha. Son ecosistemas trasformados en plano de inundación, por lo general cubiertos de pastos, en este caso hacen parte del tejido urbano continuo de la expansión urbana de montería.

- **Hidrobioma Sinú.** Este corresponde aquellas áreas con superficies de agua que atraviesan una región en donde no existe un suelo superficial y poca presencia de vegetación. En área con respecto a la ventana cartográfica (río Sinú - Figura 40) es de 45.9 ha. Son ecosistemas relacionados con aguas blancas, tipo lótico, del cuerpo hídrico del río Sinú que baña el sector alto de la ciudad de Montería.

- **Zonobioma aternohigrico tropical Sinú.** Son áreas con vegetación de piso isomegatérmico en áreas con un período seco que puede prolongarse hasta por seis meses, tiempo durante el cual la mayoría de sus árboles pierden el follaje. En los meses restantes del año no se presenta déficit hídrico y las plantas reponen su follaje adquiriendo un aspecto similar al de una selva lluviosa siempre verde. En el área del estudio corresponde al sector sur oriental con respecto al rio Sinú, en una extensa área de 183,33 ha con respecto al área de la ventana cartográfica (Figura 40). Hace parte de la planicie trasformada de territorio artificializado del casco urbano principal de la ciudad de montería.

[7]IDEAM, Shapes ecosistemas terrestres E_ECCMC_VR21_100K.

Figura 40. Biomas presentes en el área de influencia del estudio



Fuente: IDEAM, Shapes ecosistemas terrestres E_ECCMC_VR21_100K

4.2.1.2 Ecosistemas

Los ecosistemas engloban una gran variedad de hábitats y son aquellos cuyos organismos, flora y fauna se desarrollan sobre suelos o en el subsuelo. En el área del estudio se presentan los siguientes ecosistemas relacionados con las áreas de los biomas anteriormente descritos.

- **Transicional transformado.** Este ecosistema presenta contantes transformaciones, debido a la actividad antrópica, la constante construcción de viviendas y endurecimiento de zonas blandas.



Fotografía 2. Sector norte del rio Sinú barrio Panamá
Fuente: Consorcio Puente SINU FIA, 2022

- **Rio.** El ecosistema de río hace referencia al cuerpo de agua blanda del rio Sinú, con microorganismos de tipo plantum, crustáceos, peces, batraceos, reptiles entre otros.



Fotografía 3. Panorámica del rio Sinú sector puente colgante viejo de Montería
Fuente: Consorcio Puente SINU FIA,2022

- **Territorios artificializados.** Hace referencia al complejo del casco urbano de la ciudad de Montería, en el 95% son zonas endurecidas, con presencia de arbolado discontinuo o árboles aislados, algunas manchas de zonas verdes urbanas. Es un ecosistema antrópico que ha transformado por completo el ecosistema primitivo.



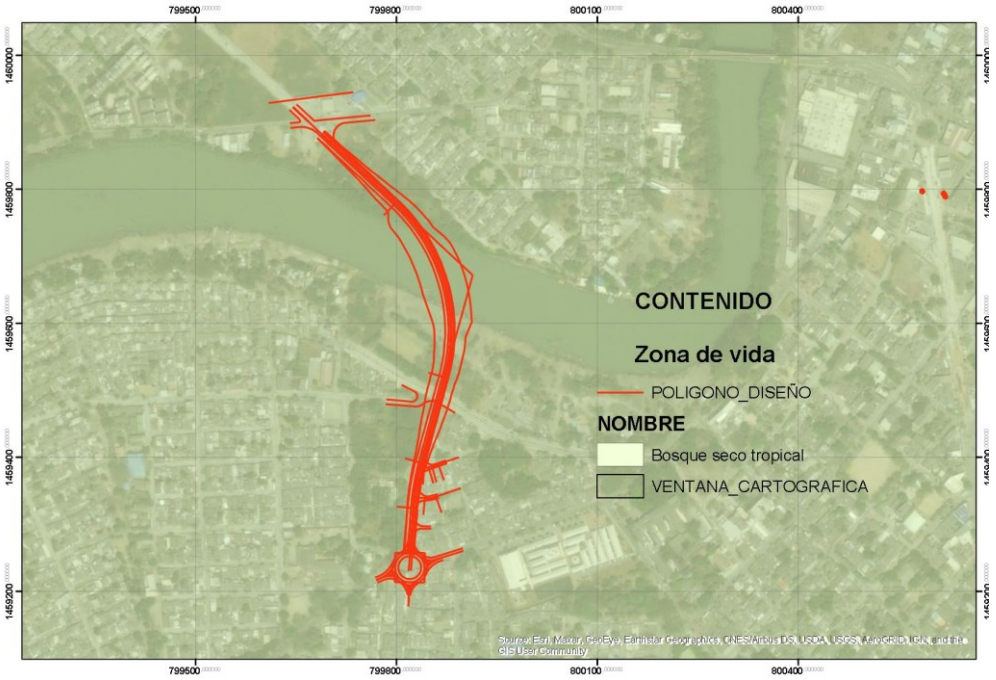
Fotografía 4. Panorámica céntrica de la ciudad de Montería
Fuente: Consorcio Puente SINU FIA,2022

4.2.1.3 Zonas de Vida

A partir del sistema de clasificación definido por Holdridge et al. (1971)[8] se determinó que la zona de vida del área del proyecto pertenece a una formación vegetal de bosque seco tropical (bs-T), basado en la fisionomía o apariencia de la vegetación y en la composición florística. Ambientalmente se presenta una temperatura media de 12°C una precipitación media anual de 1.000 mm y corresponde a una provincia climática Húmeda.

[8] HOLDRIDGE, L.R., W.C. GRENKE, W.H. HATHEWAY, T. LIANG & J.A. TOSI. 1971. Forest environments in tropical life zones, a pilot study. Pergamon Press, Oxford. Page. 747.

Figura 41. Zona de vida Montería (Holdrige, 1971)



Fuente: IDEAM, catalogo estaciones

4.2.1.4 Coberturas

La identificación de la cobertura de la tierra en el área específica para el proyecto se realizó mediante técnicas de SIG para interpretar y clasificar las coberturas presentes de acuerdo con la nomenclatura Corine Land Cover.

En la siguiente figura presenta el mapa de cobertura del área de influencia indirecta y directa del estudio.