



**DISEÑO CONCEPTUAL BASADO EN RIESGO
SUBPROYECTO DE INFRAESTRUCTURA:
CONSTRUCCIÓN DE 3 PUENTES EN EL CAMINO NARANJO
DULCE - LA JAGUITA.
SAN FRANCISCO DE MACORÍS,
PROVINCIA DUARTE**

PROYECTO:

**MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA
REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)**

**BEI – CIF
Contrato de Préstamo
FI No.87487
SERAPIS No. 2017-0112**

**FECHA
ENERO, 2021**



1. CONTENIDO

1.	CONTENIDO.....	2
2.	INTRODUCCIÓN	6
2.1.	ANTECEDENTES.....	6
2.2.	LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	7
2.3.	SITUACIÓN ACTUAL	9
2.3.1.	ACCESOS	9
2.3.2.	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LOS PUENTES.....	9
2.3.3.	CONDICIONES ESTRUCTURALES.....	10
2.3.4.	CONDICIONES HIDROLÓGICAS E HIDRÁULICAS.....	12
2.3.5.	CONDICIONES DEL TRÁFICO.....	12
2.4.	COMUNIDADES INVOLUCRADAS.....	12
3.	DATOS GENERALES.....	13
3.1.	INFORMACIÓN GENERAL	13
3.2.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y ALCANCE DEL PROYECTO	13
3.3.	MOTIVOS PARA EMPRENDER EL PROYECTO.....	13
3.4.	OBJETIVOS.....	14
3.5.	PLANES ESTRATÉGICOS DE LOS QUE FORMA PARTE	14
3.6.	ENTIDADES RESPONSABLES	14
4.	ALCANCES.....	15
4.1.	ESTUDIOS BÁSICOS Y OTROS ESTUDIOS	15
4.2.	DISEÑO BASADO EN RIESGO Y CAMBIO CLIMÁTICO.....	15
4.3.	ESTUDIO COSTO/BENEFICIO	18
4.4.	ESTUDIOS ECONÓMICOS.....	18
4.5.	PLANOS DE DISEÑO CONCEPTUAL	19
4.5.1.	DISEÑO DE CONJUNTO	19
4.5.2.	PROYECTO DISEÑADO	19
4.5.3.	CONSTRUCCIÓN DE DESVÍOS.....	31
4.6.	PLAN DE EJECUCIÓN DE OBRAS.....	33

5.	METODOLOGÍA GENERAL	34
5.1.	NORMAS APLICABLES	34
5.1.1.	NORMAS Y REGLAMENTOS DOMINICANOS	34
5.1.2.	NORMAS INTERNACIONALES.....	34
5.1.3.	NORMAS Y REGLAMENTOS DOMINICANOS REVISADOS POR LA ATI.....	35
5.2.	RECOPIACIÓN DE DOCUMENTACIÓN EXISTENTE	35
5.3.	TRABAJO DE GABINETE	36
5.4.	TRABAJO DE CAMPO	36
5.4.1.	VISITAS DE CAMPO	36
5.4.2.	ENTREVISTAS A COMUNITARIOS	37
5.4.3.	GEORREFERENCIACIÓN	37
6.	ELABORACIÓN DE INFORMES Y MEMORIAS.....	38
7.	RESULTADOS.....	39
7.1.	DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN DE DISEÑO ADOPTADA.....	39
7.2.	ESTUDIOS BÁSICOS Y OTROS ESTUDIOS REALIZADOS	40
7.2.1.	TOPOGRAFÍA	40
7.2.2.	GEOTÉCNIA.....	41
7.2.3.	MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES.....	42
7.2.4.	HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA	43
7.2.5.	AMBIENTALES.....	48
7.2.6.	CENTROS DE PRODUCCIÓN	48
7.2.7.	EXPROPIACIONES.....	48
7.3.	DISEÑO BASADO EN RIESGO Y CAMBIO CLIMÁTICO.....	49
7.4.	ESTUDIO COSTO/BENEFICIO	51
7.5.	ESTUDIOS ECONÓMICOS.....	51
7.6.	PLANOS DE DISEÑO CONCEPTUAL	51
7.7.	PLAN DE EJECUCIÓN DE OBRAS.....	63
8.	ANEXOS	64
8.1.	ESTUDIOS BÁSICOS Y OTROS ESTUDIOS REALIZADOS	64

MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

8.1.1.	TOPOGRAFÍA	64
8.1.2.	GEOTÉCNIA.....	65
8.1.3.	GEOLOGÍA.....	71
8.1.4.	MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES.....	73
8.1.5.	CAMBIO CLIMÁTICO, HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA.....	74
8.1.6.	AMBIENTALES.....	108
8.1.7.	CENTROS DE PRODUCCIÓN	109
8.1.8.	EXPROPIACIONES.....	109
8.1.9.	DISEÑO BASADO EN RIESGO.....	110
8.2.	ESTUDIO COSTO/BENEFICIO	119
8.2.1.	ESTUDIO DE MOVILIDAD	119
8.2.2.	ESTUDIO DE TRÁFICO	119
8.2.3.	ESTUDIO Y RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD VIAL.....	120
8.2.4.	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FINANCIERA DEL PUENTE.....	120
8.3.	PATRIMONIO CULTURAL	120
8.4.	SOCIALIZACIÓN COMUNITARIA	122
9.5	DESVÍOS CONTROL DE TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL	123
9.6	ESTUDIOS ECONÓMICOS.....	127
9.6.1	PRESUPUESTO DE OBRA.....	127
9.7	PLANOS DE DISEÑO CONCEPTUAL	143
	ÍNDICE DE TABLAS, MAPAS, GRÁFICOS, ILUSTRACIONES.....	144

LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ATI:	Asistencia Técnica Internacional IDOM-VNG
BEI:	Banco Europeo de Inversiones
DGRS:	Dirección General de Reglamentos y Sistemas
D.M.:	Distrito Municipal
IEI:	Informe de evaluación inicial
IDC:	Informe de Diseño Conceptual
INDRHI:	Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos
MDC:	Mesa de Coordinación MMARN:Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
MOPC:	Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
Multilateral-MEPyD:	Dirección General de Cooperación Multilateral del Ministerio de Economía Planificación y Desarrollo
OMM:	Organización Meteorológica Mundial
SEV:	Sondeos Eléctricos Verticales
SPT:	Sondeo de Penetración Estándar
TDR:	Término de Referencia
Tr:	Períodos de retorno
UE:	Unión Europea

2. INTRODUCCIÓN

En el Contrato de Financiamiento del Marco Multisectorial acordado entre el Gobierno de la República Dominicana y el Banco Europeo de Inversiones, en adelante el Proyecto, se incluyen la implementación de subproyectos de infraestructura y viviendas resilientes al cambio climático en 4 provincias (Monte Cristi, Puerto Plata, Espaillat y Duarte).

Entre las inversiones en infraestructuras identificadas por las autoridades dominicanas, el BEI y la Mesa de Coordinación del Proyecto ha aprobado una primera priorización que incluye la **Construcción de 3 Puentes en el Camino Naranja Dulce- La Jaguita, provincia Duarte.**

Este Informe denominado **Estudios Básicos y Diseño Conceptual para la Construcción de 3 Puentes en el Camino Naranja Dulce- La Jaguita**, forma parte de los aportes de la Asistencia Técnica para la Gestión de Proyectos y Fortalecimiento de Capacidades en Resiliencia ante Desastres y Cambio Climático;

2.1. ANTECEDENTES

El procedimiento acordado para realizar el diseño conceptual empieza con el consenso y aprobación del MOPC del Informe de Evaluación Inicial del proyecto. El mismo continúa con el proceso siguiente:

1. Visitas técnicas al proyecto para realizar los estudios básicos y el diseño conceptual
 - 1.1. Realización de los estudios básicos conforme a las recomendaciones del Informe de Evaluación Inicial del proyecto y a los criterios del Anexo I que fueron aprobados en dicho informe.
 - 1.2. Realización del diseño conceptual. a partir las recomendaciones del Informe de Evaluación Inicial del proyecto, de los reportes y recomendaciones de los estudios básicos y de las normativas aplicables.
 - 1.3. Elaboración de información gráfica y planos básicos del diseño conceptual
2. Preparación de información financiera.
 - 2.1. Presupuesto base conceptual
3. Emisión de borrador de informe de diseño conceptual
4. Revisión y aprobación del Diseño conceptual definitivo.

El contenido de este reporte de **estudios básicos y diseño conceptual** se resume en lo siguiente:

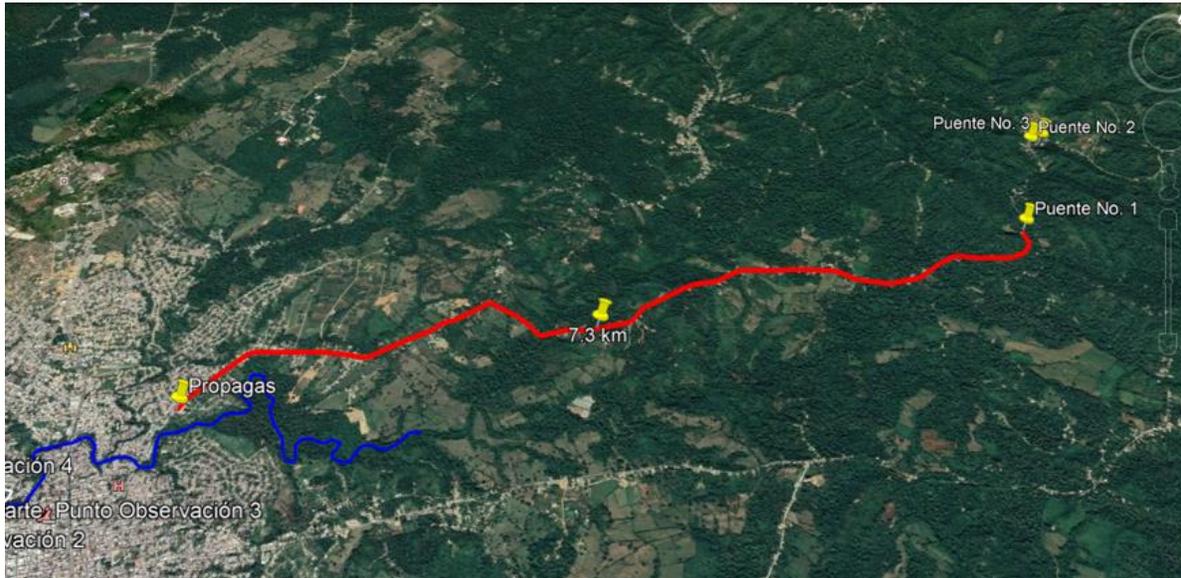
Un Informe digital conteniendo: 1-Datos generales, nombre del proyecto, introducción, antecedentes, localización, comunidades beneficiadas, 2-Alcance. 3-Diseño conceptual. Diseño del conjunto, diseño conceptual del proyecto. 4. Recomendaciones. Anexos: Reportes de los estudios básicos realizados

Este documento sobre **Estudios Básicos y Diseño Conceptual para la Construcción de 3 Puentes en el Camino Naranjo Dulce- La Jaguita**, corresponde al entregable con el contenido señalado en el párrafo anterior.

2.2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto **Construcción de 3 Puentes en el Camino Naranjo Dulce- La Jaguita** se localiza en la carretera Naranjo Dulce que empieza en San Francisco de Macorís, y luego se une a otros caminos hasta llegar a Río San Juan. El camino en el cual se encuentran los 3 puentes, es el único acceso a una zona de producción agropecuaria, principalmente de cacao.

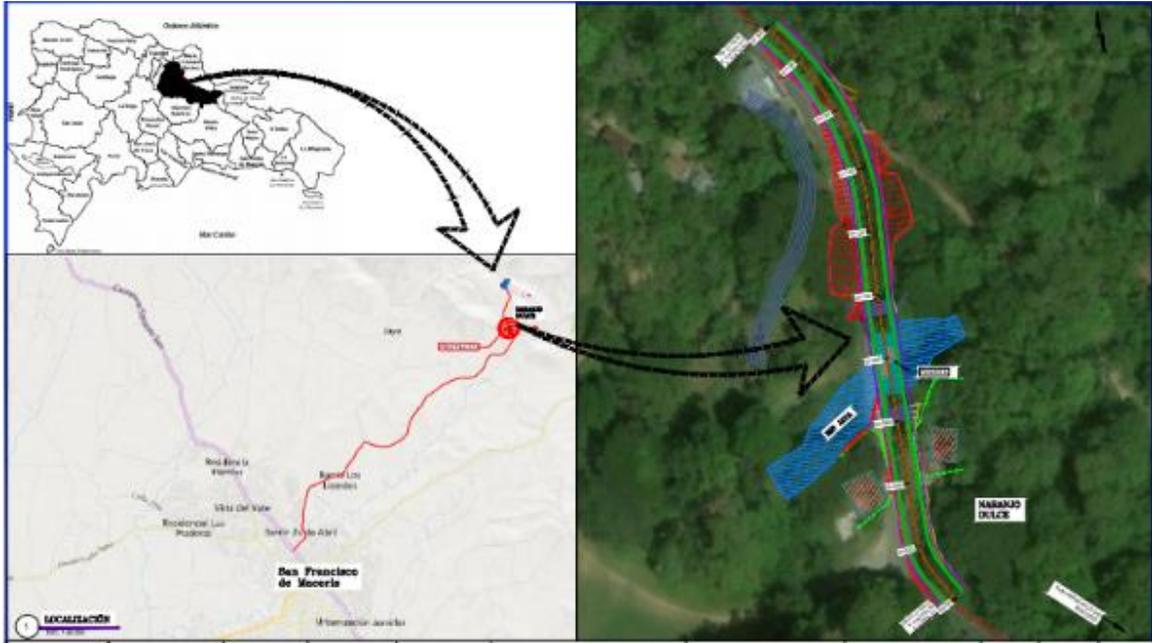
Ilustración 1: Acceso desde San Francisco de Macorís al camino Naranjo Dulce y los 3 puentes.



Fuente: IDOM-VNG con base Google Earth

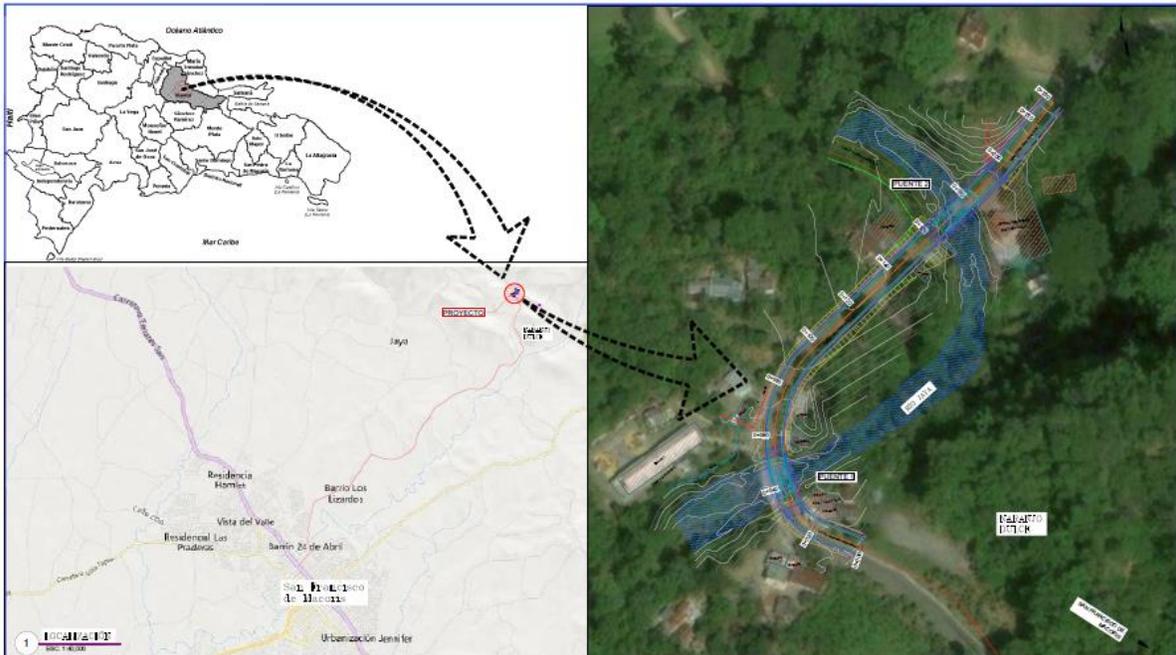
MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

Ilustración 2: Ubicación puente Naranjo Dulce No. 1 (Aguas Abajo)



Fuente: IDOM-VNG

Ilustración 3: Ubicación puentes Naranjo Dulce No. 2 (Medio) y 3 (Aguas Arriba)



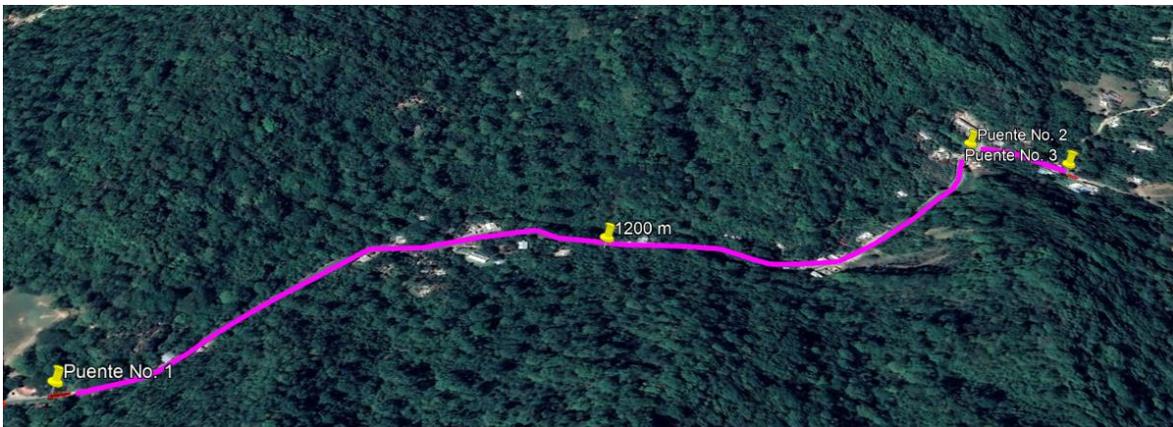
Fuente: IDOM-VNG

2.3. SITUACIÓN ACTUAL

2.3.1. ACCESOS

Accesos: Los 3 puentes están localizados en el camino Naranja Dulce, la única conexión entre San Francisco de Macorís y las comunidades que están a lo largo de su recorrido. Se sale de dicha ciudad por el camino carretero a Hoyo del Jaya, y aproximadamente 7,3 km desde la empresa Propagas, se encuentra el primero de los puentes, el segundo está más adelante a unos 1.200 m y el tercero a unos 120 metros del segundo.

Ilustración 4: Ubicación de los 3 puentes en el camino Naranja Dulce.



Fuente: IDOM-VNG

El camino Naranja Dulce está en buenas condiciones, los tres puentes existentes, realmente son tres puentes-badenes tubulares. Los puentes-badenes existentes están operativamente en buenas condiciones, aunque requieren reparaciones y las tuberías están en parte obstruidas por sedimentación y restos de árboles arrastrados por las crecidas del río Jaya.

La justificación principal para sustituir estos puentes-badenes por puentes de hormigón armado, es que durante la temporada de lluvias o de cualquier crecida del río Jaya y afluentes, el tráfico se interrumpe por la vía, teniendo los usuarios que esperar a que éstas bajen para poder cruzar, ya que no tienen otra ruta alterna, por lo que los nuevos puentes aumentarán la resiliencia de las comunidades antes esos eventos climáticos.

2.3.2. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LOS Puentes.

Características geométricas de los tres puentes existentes. Los tres puentes existentes son puentes-badenes tubulares, con losas de hormigón armado y guardaruedas. El puente existente No. 1 tiene un ancho de 6,50 m y una longitud de 18.40 m, cota de la calzada 178 msnm. A 1.200 m más

adelante, el segundo puente que tiene un ancho de 6,60 m y una longitud de 16,15 m, bastante cercanos uno de otro, separados unos 120 m; está el tercero con un ancho de 6,60 m y una longitud de 17,90 m.

Tabla 1: Dimensiones de los 3 puentes existentes del camino Naranjo Dulce

Puente	No	Ancho (m)	Largo (m)	Cota losa (msnm)	Cota inundación (msnm)
Naranjo Dulce	1	6.5	18.4	178	180.2
Naranjo Dulce	2	6.6	16.15	210.8	212
Naranjo Dulce	3	6.6	17.9	213.4	214.9

Fuente: IDOM-VNG

Estos puentes-badenes no cumplen con las características geométricas estandarizadas de puentes de hormigon armado del MOPC, aunque tienen ancho suficiente para dos carriles típicos, no lo tienen para peatonales y barandas, por lo que la sección deberá ampliarse para cumplir las especificaciones de puentes del MOPC.

2.3.3.CONDICIONES ESTRUCTURALES.

Condiciones estructurales. Los puentes badenes existentes requieren reparaciones menores y una importante limpieza de las alcantarillas y de la entrada de las mismas en vista de las importantes obstrucciones por sedimentación y residuos de árboles arrastrados. Esto disminuye su ya insuficiente capacidad para soportar las subida del caudal por encima de los badenes, interrumpiendo el tráfico, lo cual solamente puede solucionarse con la construcción de puentes de hormigón armado.

Ilustración 5: Imágenes del puente No. 1 en el camino Naranjo Dulce



Fuente: IDOM-VNG

MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

Ilustración 6: Imágenes del puente No. 2 en el camino Naranjo Dulce



Fuente: IDOM-VNG

Ilustración 7: Imágenes del puente No. 3 en el camino Naranjo Dulce



Fuente: IDOM-VNG

2.3.4.CONDICIONES HIDROLÓGICAS E HIDRÁULICAS.

La tabla 1 muestra las cotas de la losa o calzada de los puentes badenes, por encima de la cuales pasa el agua de lluvias intensas o tormentas, así como la cota de inundación, según el testimonio de los vecinos, lo que implica que los nuevos puentes deben tener su losa en una elevación que el caudal cruce por debajo de ellos, sin riesgos, aumentando la resiliencia. La cota final de las losas de los puentes se muestra más adelante, según lo indicado en el estudio hidrológico y de riesgo por cambio climático.

Ilustración 8: Inundación que afecta el tránsito en el puente No. 1 por una lluvia de mediana intensidad



Fuente: IDOM-VNG.

2.3.5.CONDICIONES DEL TRÁFICO.

Por camino de Naranjo Dulce circulan vehículos de carga, de pasajeros y sobre todo, muchas motocicletas que van a las diferentes comunidades que se comunican por medio de esta vía. Al ser esta la única vía de comunicación de las comunidades entre ellas y el principal centro de aprovisionamiento y actividades socio-económica que es la ciudad de San Francisco de Macorís, el Contrato de Financiación entre la República Dominicana y el Banco Europeo de Inversiones no obliga a obtener una rentabilidad económica mínima para los puentes a construir, basada en los flujos de tráfico reales y previstos.

2.4 COMUNIDADES INVOLUCRADAS

Naranjo Dulce. El camino Naranjo Dulce-La Jaguita comunica a la ciudad de San Francisco de Macorís con el paraje Naranjo Dulce y otras comunidades. En la comunidad de Naranjo Dulce es donde están ubicados los puentes a construir, por lo que puede considerarse que es la comunidad más beneficiada.

3. DATOS GENERALES

3.1. INFORMACIÓN GENERAL

- Nombre del proyecto: Construcción de 3 Puentes en el Camino Naranja Dulce- La Jaguita
- Ubicación: Naranja Dulce
- Municipio: San Francisco de Macorís
- Provincia: Duarte

3.2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y ALCANCE DEL PROYECTO

El diseño conceptual del proyecto, tiene como alcance principal:

1. Evaluar el sitio de obra identificado originalmente en el documento de la ATI.
2. Evaluar el proyecto propuesto en el documento de la ATI.
3. Identificar y evaluar otras alternativas del sitio y del proyecto propuesto.
4. Hacer las recomendaciones correspondientes basadas en las evaluaciones, sobre el sitio y la solución propuesta a implementar.
5. Documentar las posibles modificaciones al proyecto original o la exclusión del mismo por razones válidas.
6. Emitir el reporte para la aprobación de los criterios del diseño conceptual y de los estudios básicos necesarios.
7. Realizar los estudios básicos requeridos según lo estipulado en el Informe de Evaluación Inicial
8. Realizar el diseño conceptual conforme a lo estipulado en el IEI y demás documentos del proyecto
9. Documentar los estudios básicos y el diseño conceptual para los fines del proceso de licitación del diseño final y consecuente proceso constructivo.
10. Emitir el Informe de Diseño Conceptual (IDC).
11. Consensuar con el MOPC el IDC
12. Emitir el IDC definitivo, correspondiente al diseño conceptual consensuado con el MOPC

3.3. MOTIVOS PARA EMPRENDER EL PROYECTO

- Obra priorizada, dentro de las obras identificadas por DIGECOOM-BEI.
- Proyecto que cumple con los requerimientos del enfoque para mitigación y aumentar la resiliencia ante desastres y cambio climático.
- Resolver las dificultades de acceso en la comunidad que ha solicitado la obra.

- Cumplir con la estrategia nacional de desarrollo 2030.

3.4. OBJETIVOS

- Aumentar la resiliencia de la comunidad ante desastre y cambio climático.
- Mejorar la infraestructura vial en la región.
- Satisfacer las necesidades de la comunidad.

3.5. PLANES ESTRATÉGICOS DE LOS QUE FORMA PARTE

El proyecto se inserta o forma parte de varios objetivos estratégicos definidos en diferentes artículos de la Ley 1-12 de Estrategia Nacional de Desarrollo 2030, entre ellos:

- Objetivo General 3.5. Estructura productiva sectorial y territorialmente articulada, integrada competitivamente a la economía global y que aprovecha las oportunidades del mercado local.
- Objetivo General 4.1. Manejo sostenible del medio ambiente.
- Objetivo General 4.2. Eficaz gestión de riesgos para minimizar pérdidas humanas, económicas y ambientales, como por ejemplo en lo que se refiere a Seguridad Vial.
- Objetivo General 4.3. Adecuada adaptación al cambio climático.
- Artículo 2.5.1.2 Elevar la calidad del entorno y el acceso a servicios básicos e infraestructura comunitaria en aquellos asentamientos susceptibles de mejoramiento.

3.6. ENTIDADES RESPONSABLES

Financiamiento multilateral

- Banco Europeo de Inversiones (BEI)

Nacionales

- DIGECOOM
- MOPC
- INDRHI

Asistencia técnica internacional

- IDOM-VNG

4. ALCANCES

4.1. ESTUDIOS BÁSICOS Y OTROS ESTUDIOS

Para el diseño conceptual se han realizados los siguientes estudios básicos, los cuales aparecen en el contenido de este informe y en los anexos correspondientes:

- Recopilación de información documental y en campo
- Informe de evaluación inicial
- Levantamientos topográficos
- Estudios geotécnicos
- Documentación geológica
- Estudios hidrológicos e hidráulicos
- Evaluación de alternativas para diferentes periodos de retorno
- Evaluación de alternativas basadas en riesgo
- Evaluación ambiental preliminar
- Evaluación de patrimonio cultural
- Evaluación de tráfico
- Evaluación y recomendaciones de Seguridad Vial

4.2. DISEÑO BASADO EN RIESGO Y CAMBIO CLIMÁTICO

La evaluación del sitio de obra identificado originalmente se valida como el lugar definitivo para construir las obras detalladas en estas evaluaciones.

Se propone construir tres nuevos puentes en el mismo lugar donde están ahora los puentes badenes tubulares, para aumentar la resiliencia eliminando el riesgo de interrupción del tránsito vehicular por inundación, como ocurre ahora.

Fueron evaluadas de tres a cuatro alternativas de diseño conceptual de cada uno de los puentes, diferenciadas por los periodos de retorno analizados que fueron 50,100, 200 y 500 años, para una longitud óptima prefijada. Cada una fue diseñada geoméricamente, presupuestada y evaluada para determinar la mejor opción en base a los criterios de diseño.

Depués de haber hecho los estudios comparativos y evaluaciones de alternativas para los diferentes periodos de retorno y de criterios de diseño, según se expone más adelante, se han seleccionado como mejores opciones las siguientes. En los planos siguientes se presentan las alternativas

MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

analizadas, mostrando las alturas de las láminas de agua obtenidas en las modelaciones y las dimensiones resultantes del puente en cada caso.

Puente No. 1

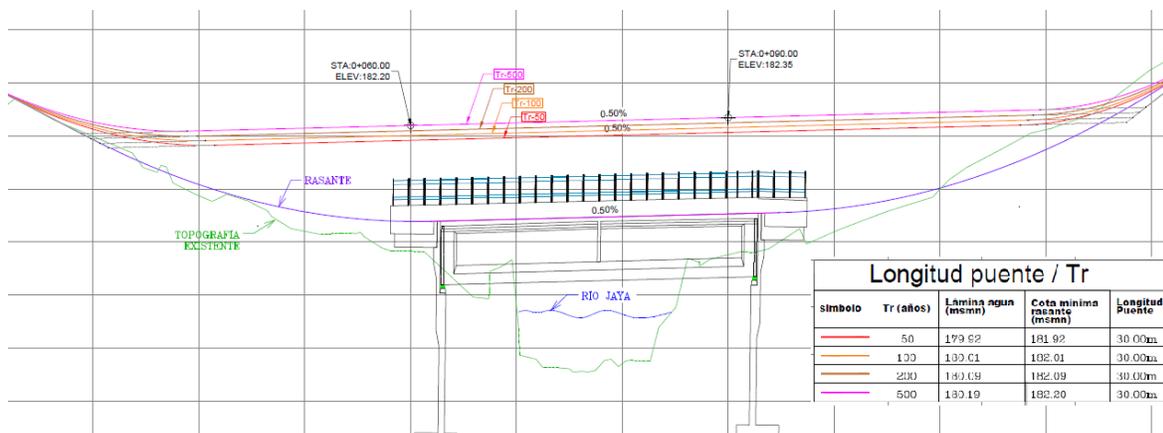
- Alternativas Tr evaluadas: cuatro
- Tr seleccionado: 200 años
- Longitud del puente: 30 m
- Ancho: el especificado en la sección típica
- Cota del tablero en estribo de entrada (Est 0+060), 182.09 msnm

Ilustración 9: Ubicación del puente No. 1 en el camino Naranja Dulce



Fuente: IDOM-VNG

Ilustración 10: Alturas del puente No. 1 para una longitud de 30 m, para los diferentes Tr analizados



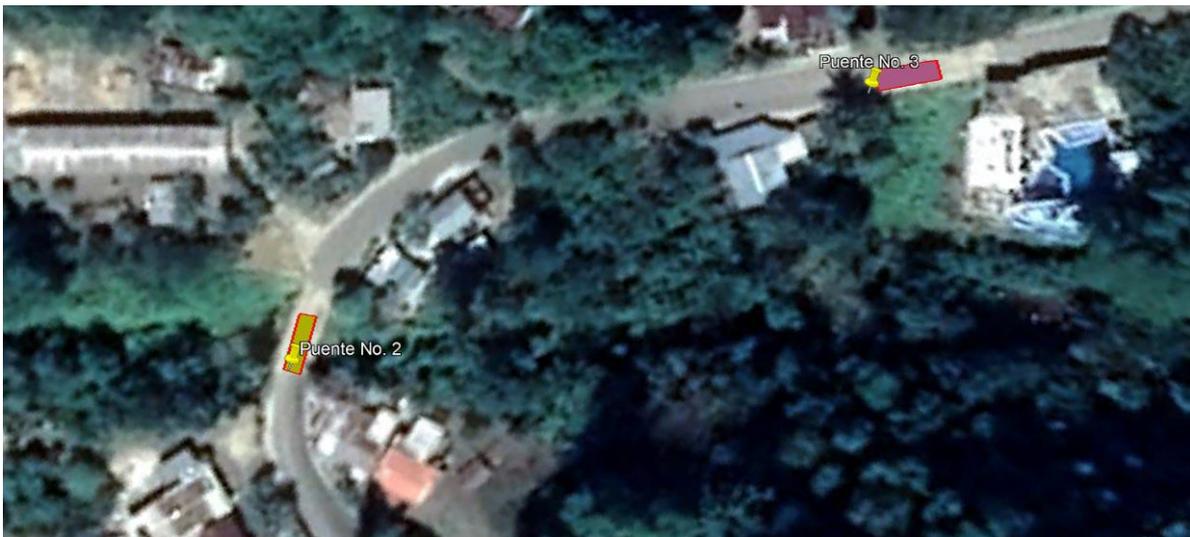
Fuente: IDOM-VNG

MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

Puente No. 2

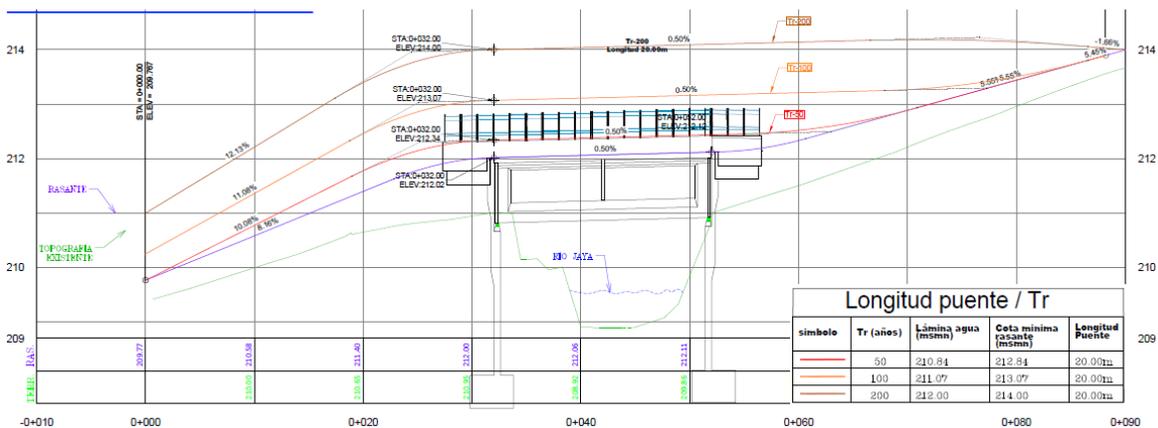
- Alternativas Tr evaluadas: tres
- Tr seleccionado: 200 años
- Longitud del puente: 20 m
- Ancho: el especificado en la sección típica
- Cota del tablero en estribo de entrada (Est 0+032), 214 msnm

Ilustración 11: Ubicación de los puentes No. 2 y 3 en el camino Naranjo Dulce



Fuente: IDOM-VNG

Ilustración 12: Alturas del puente No. 2 para una longitud de 20 m, para los diferentes Tr analizados

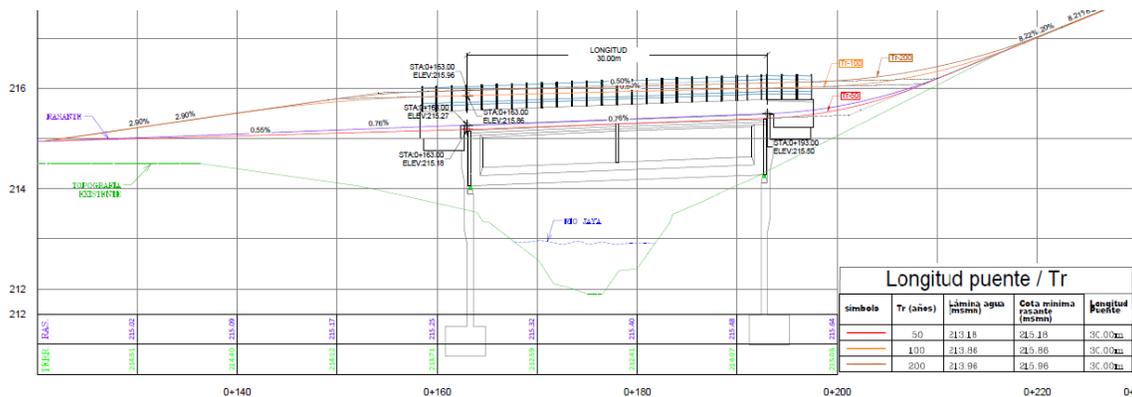


Fuente: IDOM-VNG

Puente No. 3

- Alternativas Tr evaluadas: tres
- Tr: 200 años
- Longitud del puente: 30 m
- Ancho: el especificado en la sección típica
- Cota del tablero en estribo de entrada (Est 0+153), 215.96 msnm

Ilustración 13: Alturas del puente No. 3 para una longitud de 20 m, para los diferentes periodos de retorno



Fuente: IDOM-VNG

En el anexo correspondiente se presentan los estudios hidrológico-hidráulico, el diseño basado en riesgo así como los resultados en materia de diseño geométrico de cada puente, para las elevaciones resultantes de los diferentes periodos de retornos (Tr) analizados que fueron seleccionados.

4.3. ESTUDIO COSTO/BENEFICIO

El Anexo A del Contrato de financiación entre la República Dominicana y el Banco Europeo de Inversiones en el que se enmarca este subproyecto, establece que la rentabilidad debe ser superior al 10% considerando los flujos de tráfico reales y previstos, excepto en carreteras y puentes que sean la única vía de conexión, como es el caso de esta infraestructura. Por lo que no se ha llevado a cabo dicho análisis al no ser un elemento decisor, aun siendo previsiblemente rentable.

4.4. ESTUDIOS ECONÓMICOS

Se elaboraron presupuestos para las diferentes alternativas de periodo de retorno (50,100,200 años), así como para los subtramos de acceso y salida al puente. Igualmente se determinó un valor para las mejoras señaladas, vinculadas a la reparación de la grieta, dotar de cuneta longitudinal, sustituir el badén y señalizar la vía, los cuales se muestran en el anexo correspondiente de la sección 8.

El resumen de los costos de construcción asociados a la solución resultante del diseño conceptual se muestra en la sección 7.

4.5. PLANOS DE DISEÑO CONCEPTUAL

4.5.1. DISEÑO DE CONJUNTO

DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE OBRA Y EL DISEÑO CONCEPTUAL DEL CONJUNTO.

El camino atraviesa una zona de denso bosques donde se produce cacao y café. Se llega al primer puente desde la ciudad de San Francisco de Macorís, por la carretera Hoyo del Jaya, a unos 7.3 km de la empresa Propagas.

PLANOS Y GRÁFICOS ELABORADOS PARA EL CONJUNTO

Formato de presentación de planos.

Los planos del diseño conceptual se han elaborado en formato 24"x36", entregables en versión digital.

Planos elaborados

Se elaboraron tres juegos de planos, uno para cada puente, los cuales se listan a continuación:

- Localización del proyecto
- Planta General
- Planta dimensionada-perfil
- Planta levantamiento topográfico
- Sección tipo

4.5.2. PROYECTO DISEÑADO

LOCALIZACIÓN DE LOS NUEVOS PUENTES

El emplazamiento de cada uno de los nuevos puentes, será el mismo que el de los puentes existentes, no se propone ninguna variante, básicamente se afectará la longitud, la altura y las rampas de los accesos de entrada y salida.

La construcción del proyecto en el mismo sitio previsto en el programa, cuyas coordenadas para los puentes son las siguientes:

Tabla 2: Coordenadas de los 3 Puentes en el Camino Naranja Dulce- La Jaguita propuesto

Puente No.		Norte	Este
1 (Aguas Abajo)	Inicio	2140100.51	372842.31
	Fin	2140130.50	372841.82

**MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)**

Puente No.		Norte	Este
2 (Medio)	Inicio	2141148.10	372686.51
	Fin	2141167.70	372883.15
3 (Aguas Arriba)	Inicio	2141244.52	372756.77
	Fin	2141261.97	372781.17

Fuente:IDOM-VNG

DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS NUEVOS PUENTES.

El diseño conceptual no modifica lo establecido en el Informe de Evaluación Inicial de construir tres nuevos puentes que cumplan los requerimientos técnicos estándares del MOPC y del diseño basado en riesgo y cambio climático, antes la existencia de tres puentes badenes que que son cubiertos de agua por las inundaciones del río en periodos de lluvias, lo cual afecta negativamente a los usuarios del camino en la continuación de sus viajes.

Se diseñan a nivel conceptual los nuevos puentes a construir sobre el camino Naranjo Dulce, no se introducen variantes de enlace a la entrada y salida de los puentes con la vía existente, pero se introducen rampas o rellenos soportados por muros laterales de hormigón armado para poder subir las alturas mayores de los puentes. Se deben construir desvíos del tránsito dentro de la misma vía utilizando los espacios laterales disponibles, debido a la dificultad de construirlos fuera de la vía.

Se puede considerar el proyecto dividido en los tres puentes con sus respectivos accesos

PUENTES CONSIDERADOS

Los tres puentes diseñados corresponden al resultado de las evaluaciones de las alternativas para los diferentes periodos de retorno, utilizando el modelo de diseño basado en riesgo, cuyas dimensiones básicas son:

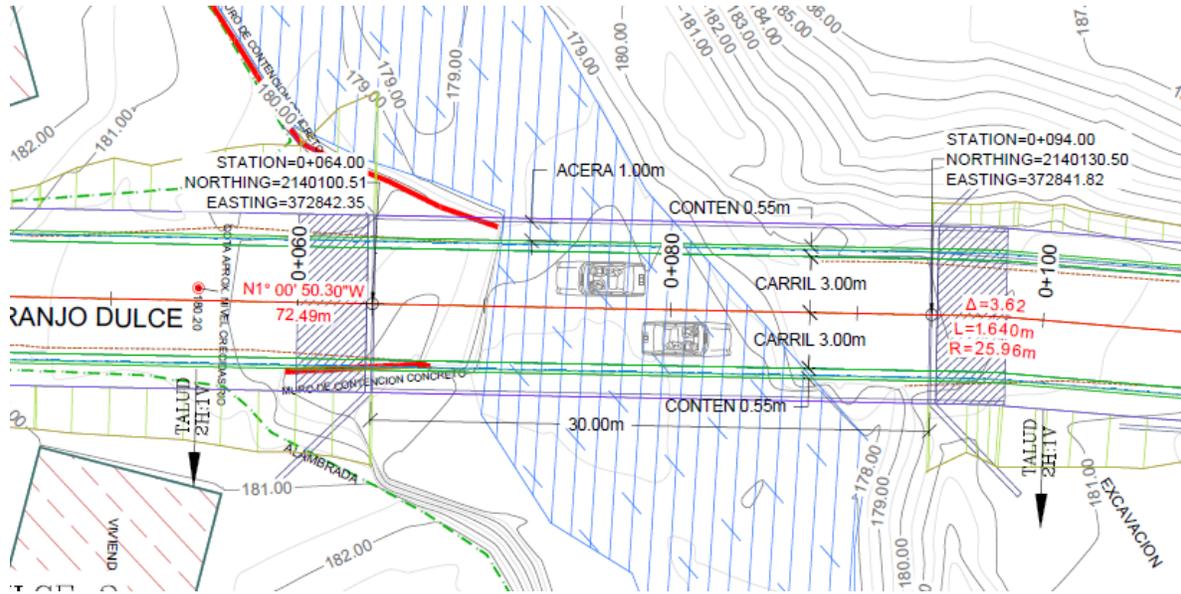
Tabla 3: Dimensiones de los 3 Puentes en el Camino Naranjo Dulce- La Jaguita

Puente No	Ancho	Longitud	Cota del tablero
	M	M	Msnm
1	9.9	30	182.09
2	9.9	20	214.00
3	9.9	30	215.96

Fuente:IDOM-VNG

PLANTA DIMENSIONADA DE LOS NUEVOS PUENTES

Ilustración 14: Planta dimensionada del nuevo puente No. 1



Fuente: IDOM-VNG

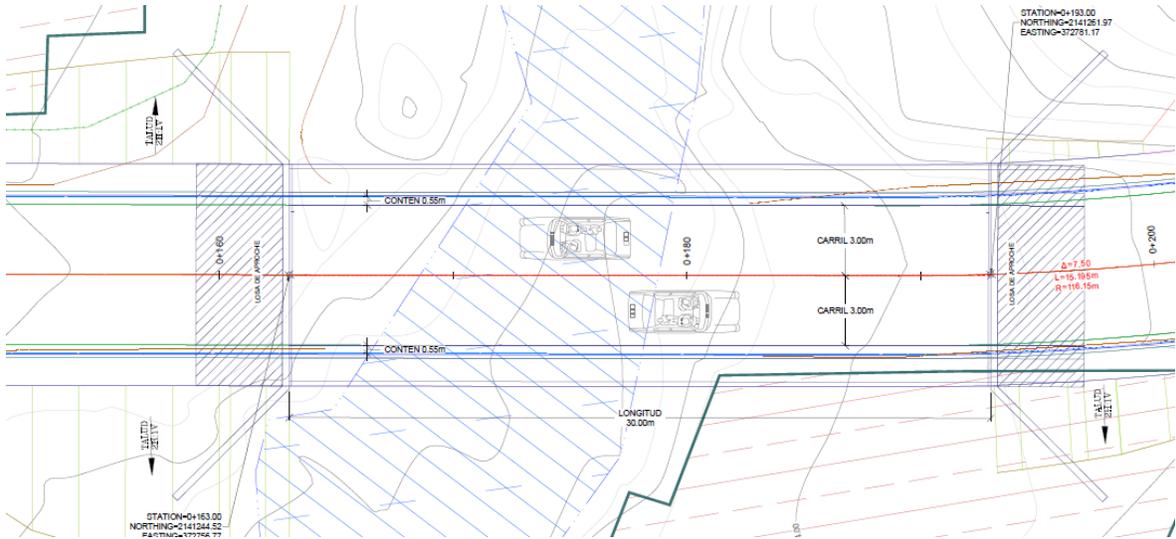
Ilustración 15: Planta dimensionada del nuevo puente No. 2



Fuente: IDOM-VNG

MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

Ilustración 16: Planta dimensionada del nuevo puente No. 3

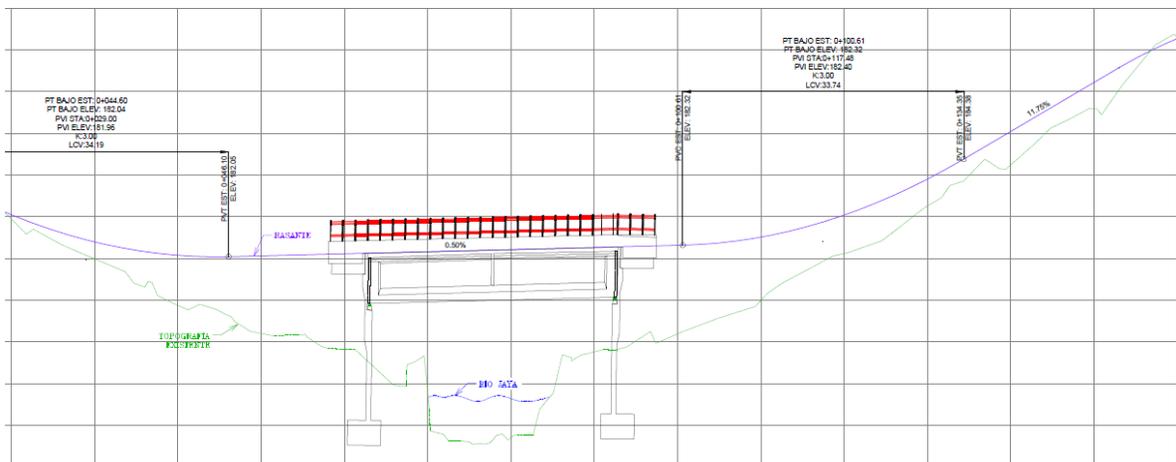


Fuente: IDOM-VNG

SECCIÓN LONGITUDINAL DEL DISEÑO CONCEPTUAL DEL PUENTE.

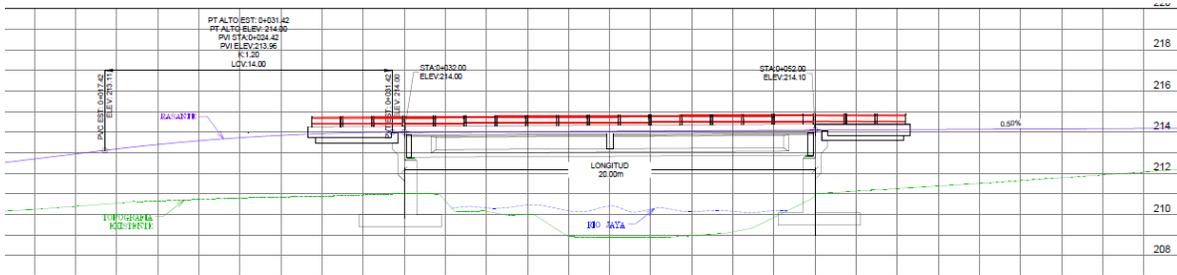
La sección longitudinal del diseño consiste en un puente de hormigón armado, fundado sobre pilote de acero o de hormigón vaciado en situ (drill shaft), apoyado en sus dos estribos, vigas postensadas, tablero, losa de aproches y demás elementos en hormigón armado, conforme a los puentes estándares del MOPC. A continuación se muestran las secciones longitudinales de cada uno de los puentes.

Ilustración 17: Sección longitudinal del nuevo puente No. 1



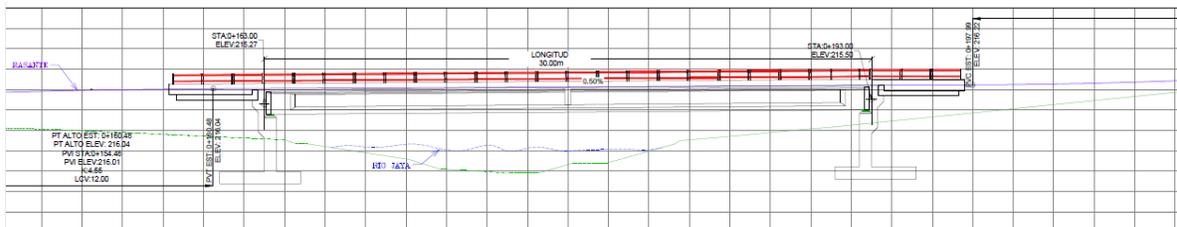
Fuente: IDOM-VNG

Ilustración 18: Sección longitudinal del nuevo puente No. 2



Fuente: IDOM-VNG

Ilustración 19: Sección longitudinal del nuevo puente No. 3

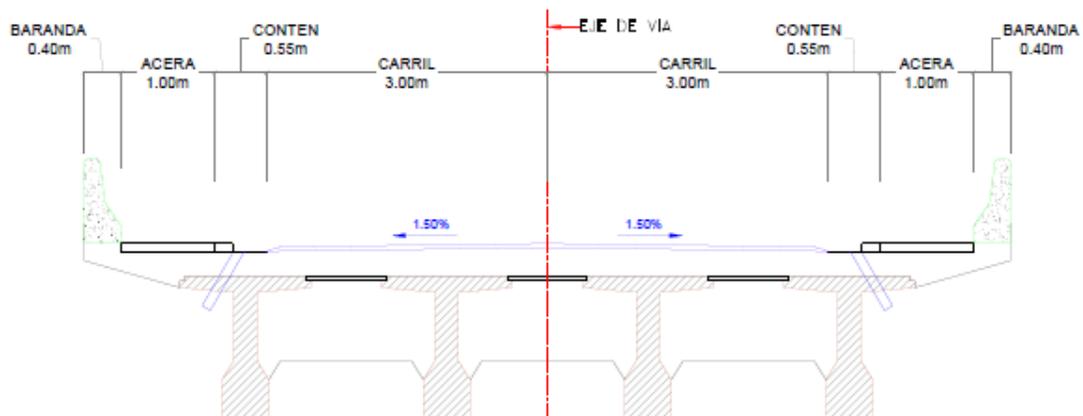


Fuente: IDOM-VNG

SECCIÓN TRANSVERSAL DEL DISEÑO CONCEPTUAL DEL PUENTE.

Se propone realizar el mismo proyecto previsto en el programa, consistente en la sustitución de los tres puentes badenes existente por tres nuevos puentes de hormigón armado, que cumplan con todas los reglamentos del MOPC y demás normas, con con las longitudes indicadas en la tabla No. 2 y cuya sección transversal para los tres puentes es de dos carriles de 3.0 m (ancho total de la calzada de 6.0 mt), aceras peatonales y baranda con un ancho total de 9.90 m, es la siguiente:

Ilustración 20: Detalle Sección típica propuesta para los 3 Puentes en el Camino Naranja Dulce- La Jaguita



Fuente: IDOM-VNG

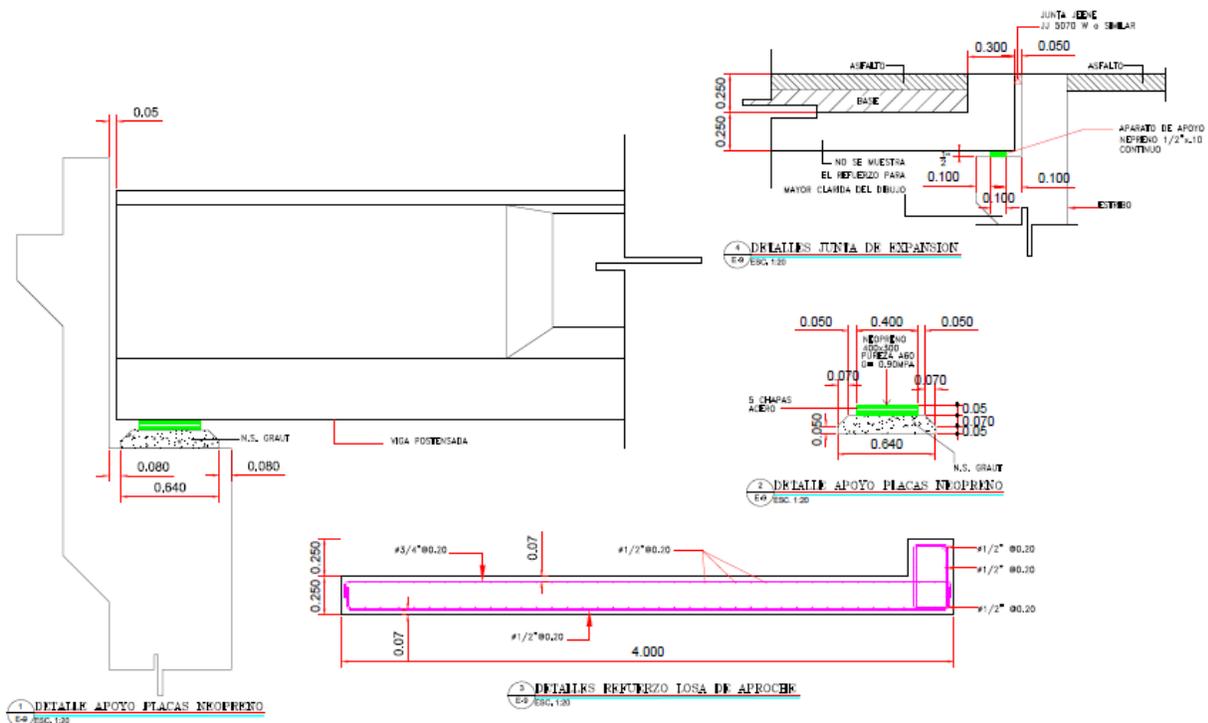
ESTRUCTURA DEL NUEVO PUENTE

Tipo. El nuevo puente será del tipo puente-viga, de hormigón armado, con fundación en pilotes en ambos estribos, vigas postensadas en sitio, losas típicas de 20 @ 30 m de longitud, losas de aproches de 3 a 4 m de longitud, de dos carriles, con bordillo, aceras peatonales y barandas de hormigón.

Pilotes. La profundidad mínima del hinchado de los pilotes, según los perfiles estratigráficos resultante del estudio preliminar geotécnico hecho con sondeos eléctricos verticales, las cartas geológicas de la zona y otros estudios consultados, es de 8@ 10 m de profundidad. Se utiliza la profundidad mínima por experiencia, en el caso en que los estudios geotécnicos muestren un material consolidado a menor profundidad.

Se considera utilizar pilotes de acero, tipo HP 14X73 lb/pl o pilotes vaciados en sitio (drill shaft) de 0.60 m a 0.80 m de diámetro. Para el diseño final, los pilotes y su profundidad de hincado, han de ser calculados a partir de los estudios geotécnicos finales a ser realizados con sondeos SPT, debiendo el estructuralista modelar la solución con los tres tipos de pilotes antes indicados, a fin de generar un diseño final con la mejor relación de costos para el proyecto.

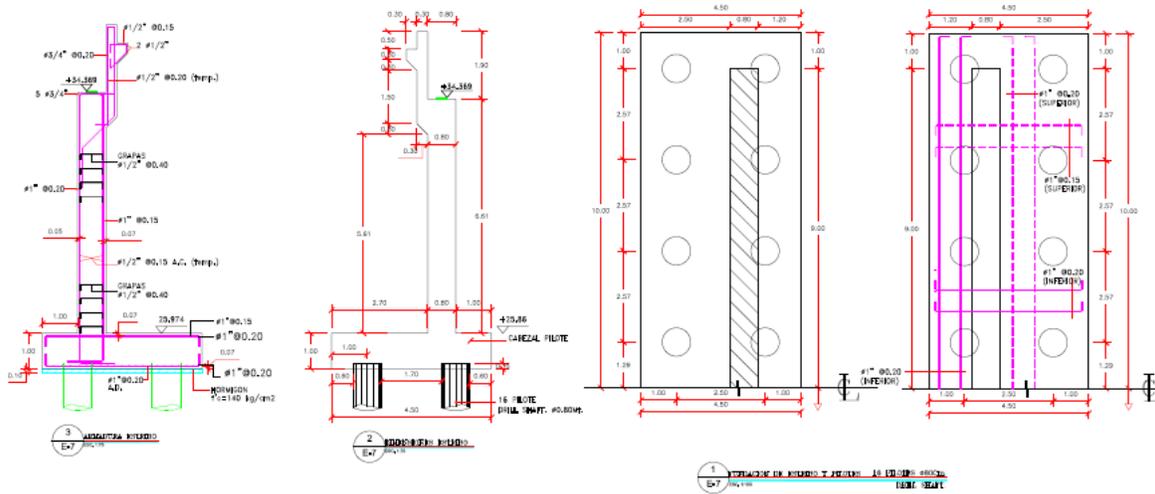
Ilustración 21: Detalles típicos de estructura de puentes de hormigón armado



Fuente: IDOM-VNG

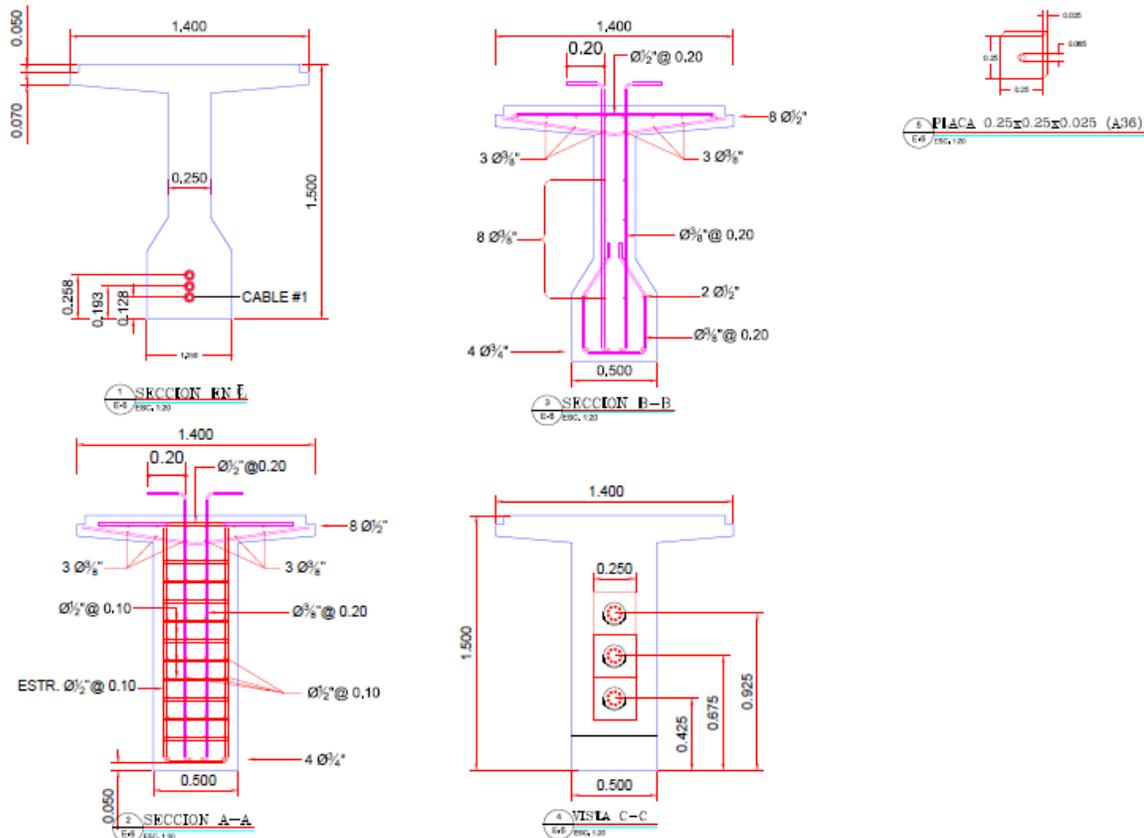
MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

Ilustración 22: Detalles típicos de estructura de puentes de hormigón armado



Fuente: IDOM-VNG.

Ilustración 23: Detalles típicos de estructura de puentes de hormigón armado



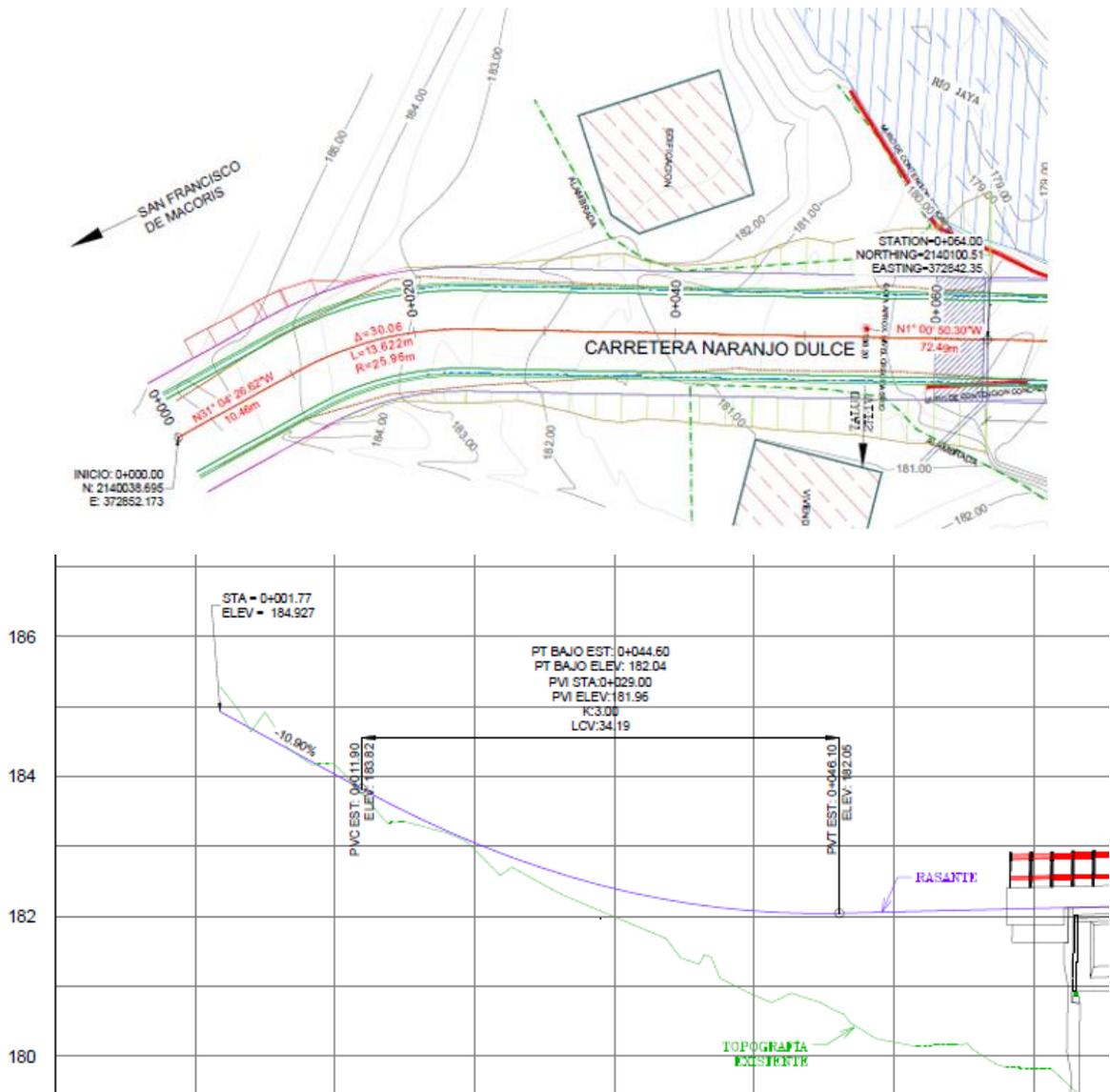
Fuente: IDOM-VNG

ACCESOS

Acceso de entrada y salida a los puentes.

Puente No. 1. Corresponden a tramos diseñados como una rampa con muros laterales de hormigón armado para contener el relleno, para conectar la vía existente con los respectivos puentes. Se muestran a continuación las plantas y elevaciones de cada uno de los accesos de entrada y salida a los 3 puentes.

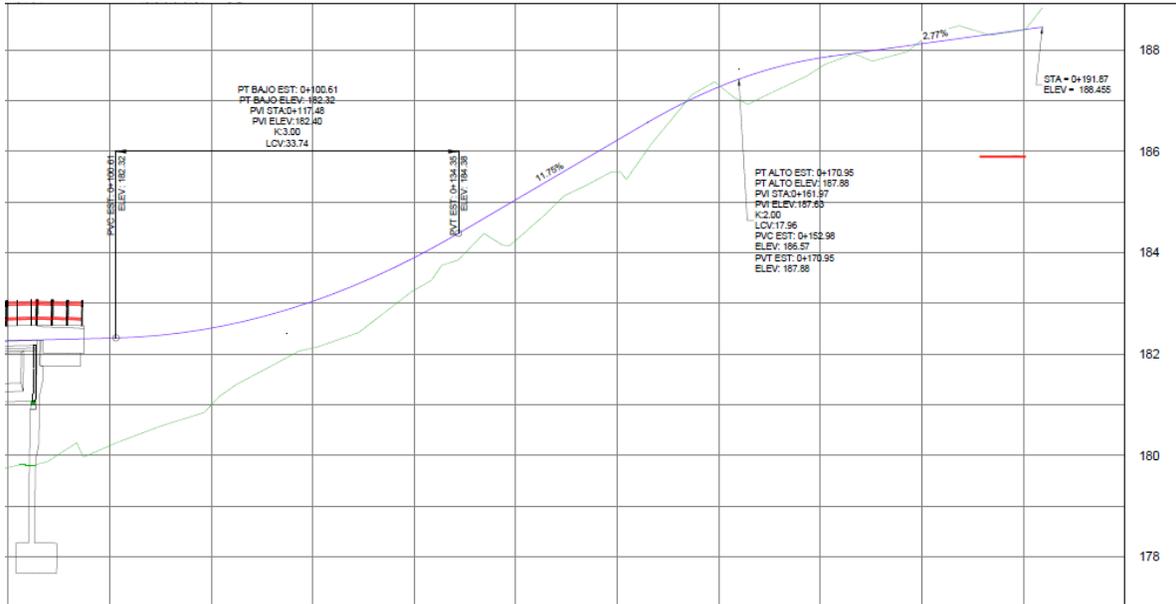
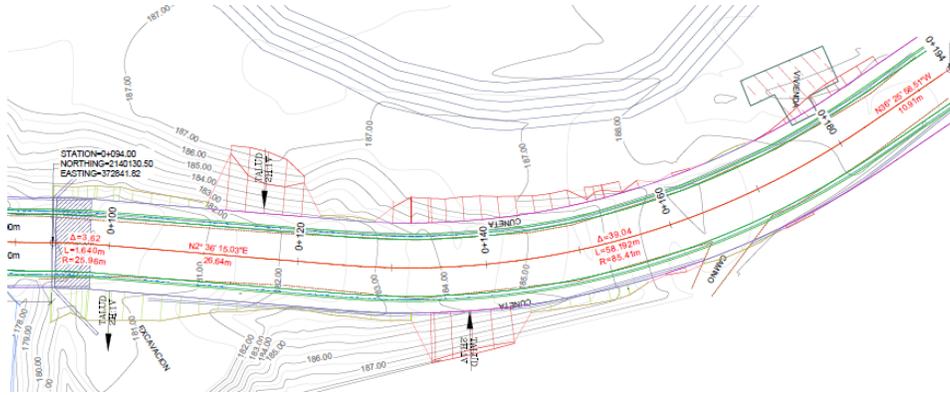
Ilustración 24: Planta y elevación del tramo de acceso al puente No. 1.



Fuente: IDOM-VNG

MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

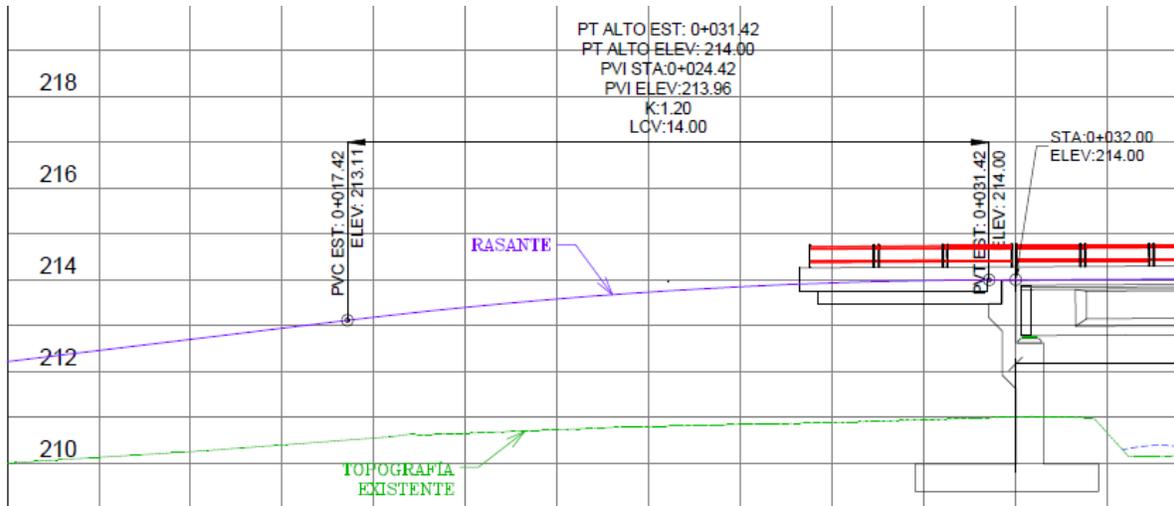
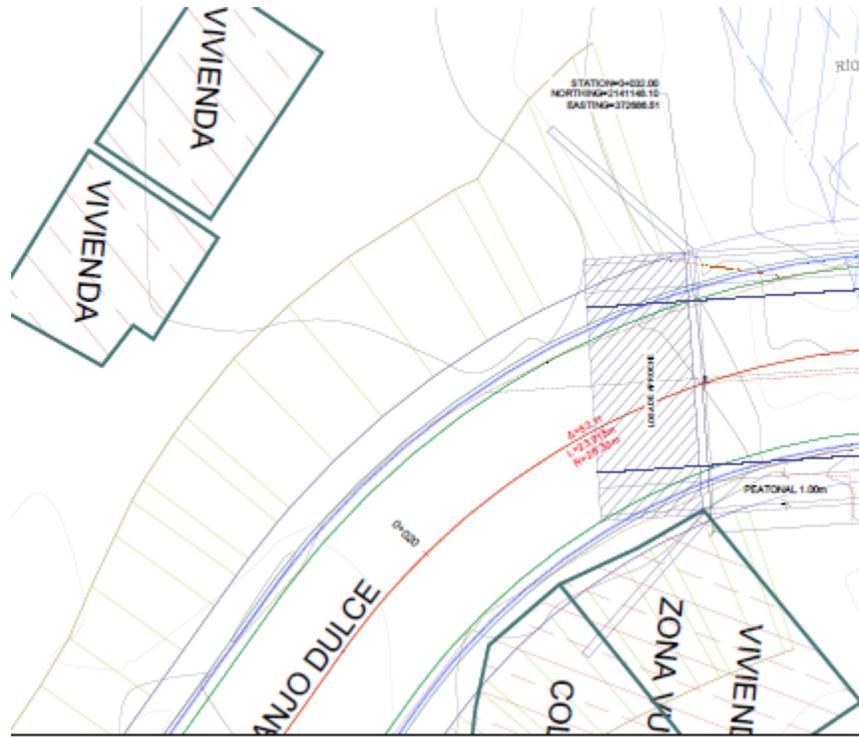
Ilustración 25: Planta y elevación del tramo de salida del puente No. 1.



Fuente: IDOM-VNG

MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

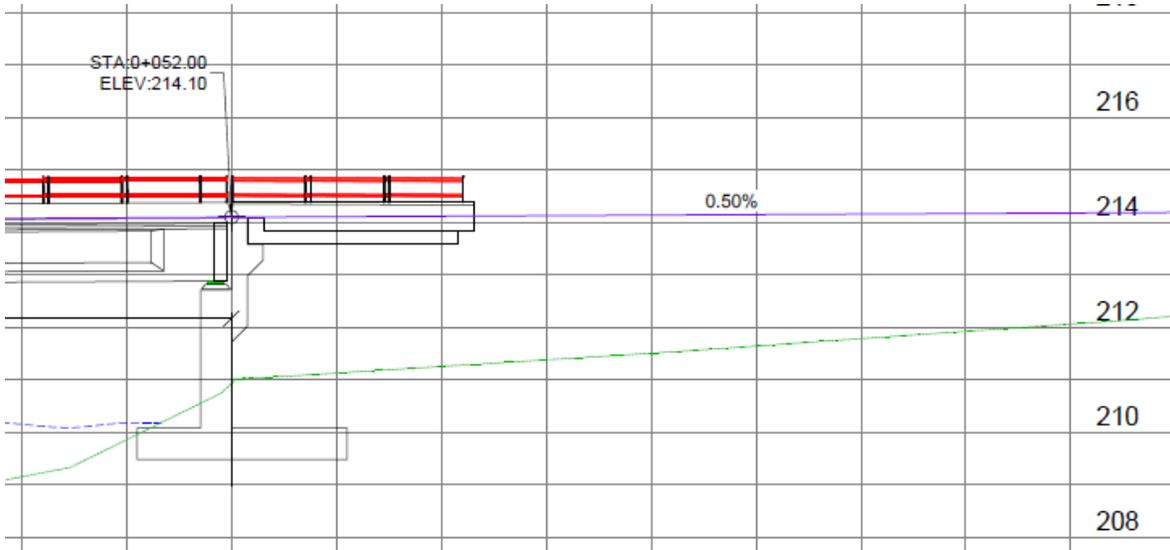
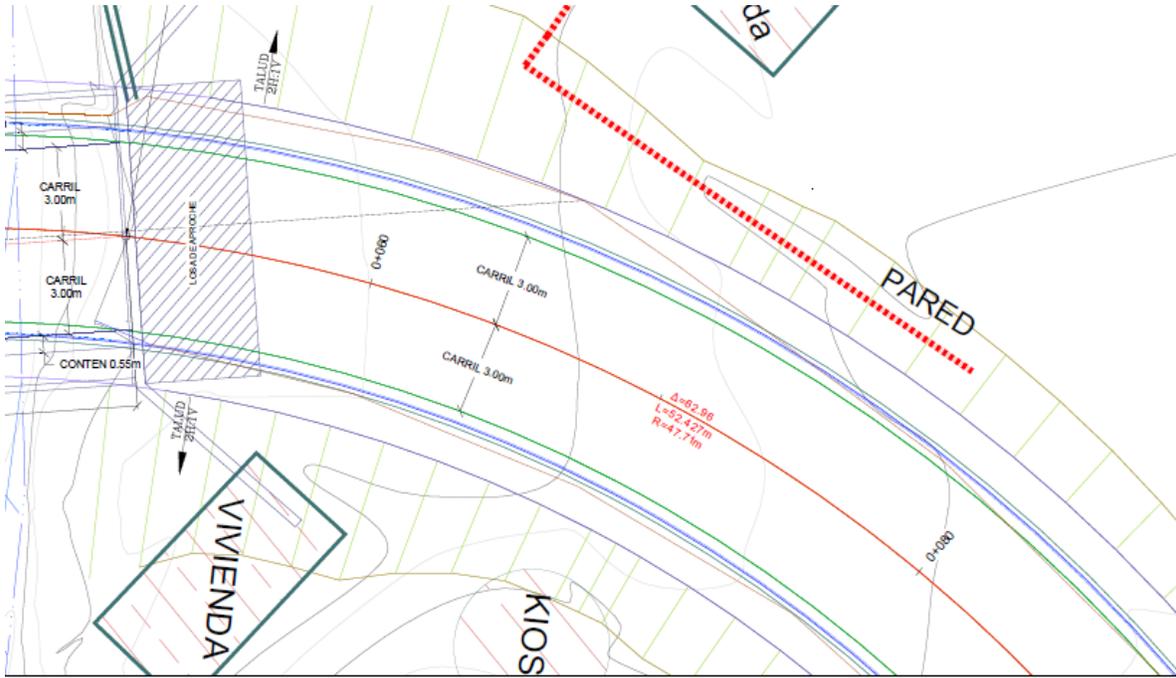
Ilustración 26: Planta y elevación del tramo de acceso al puente No. 2.



Fuente: IDOM-VNG

MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

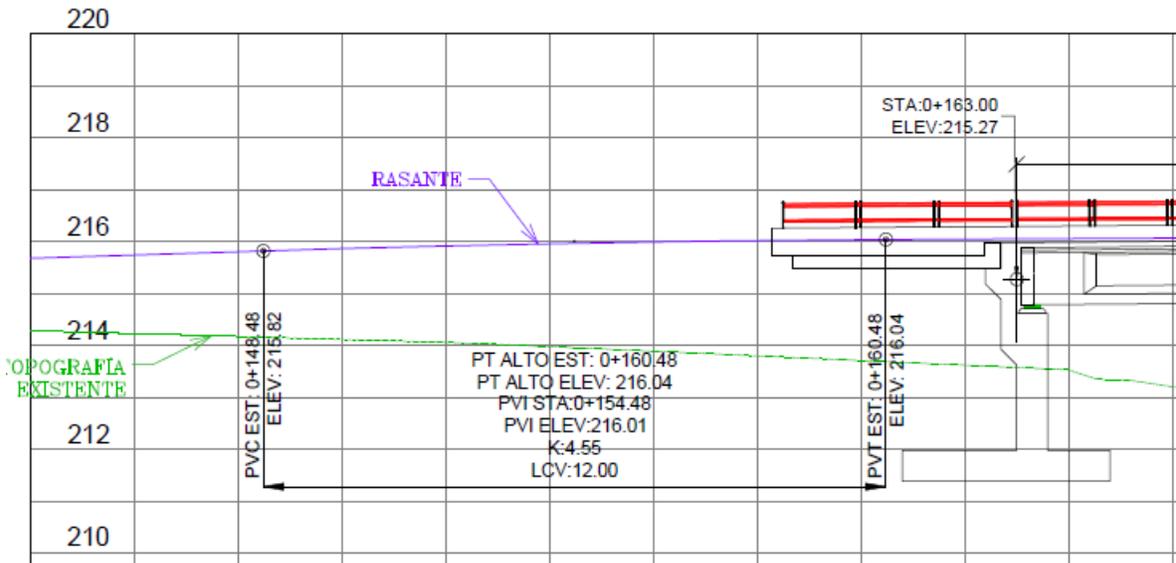
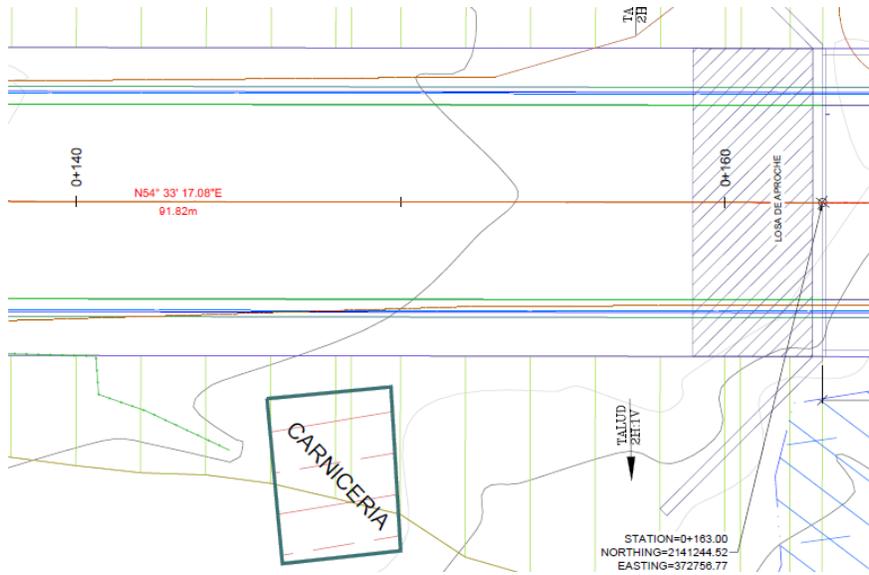
Ilustración 27: Planta y elevación del tramo de salida del puente No. 2.



Fuente: IDOM-VNG

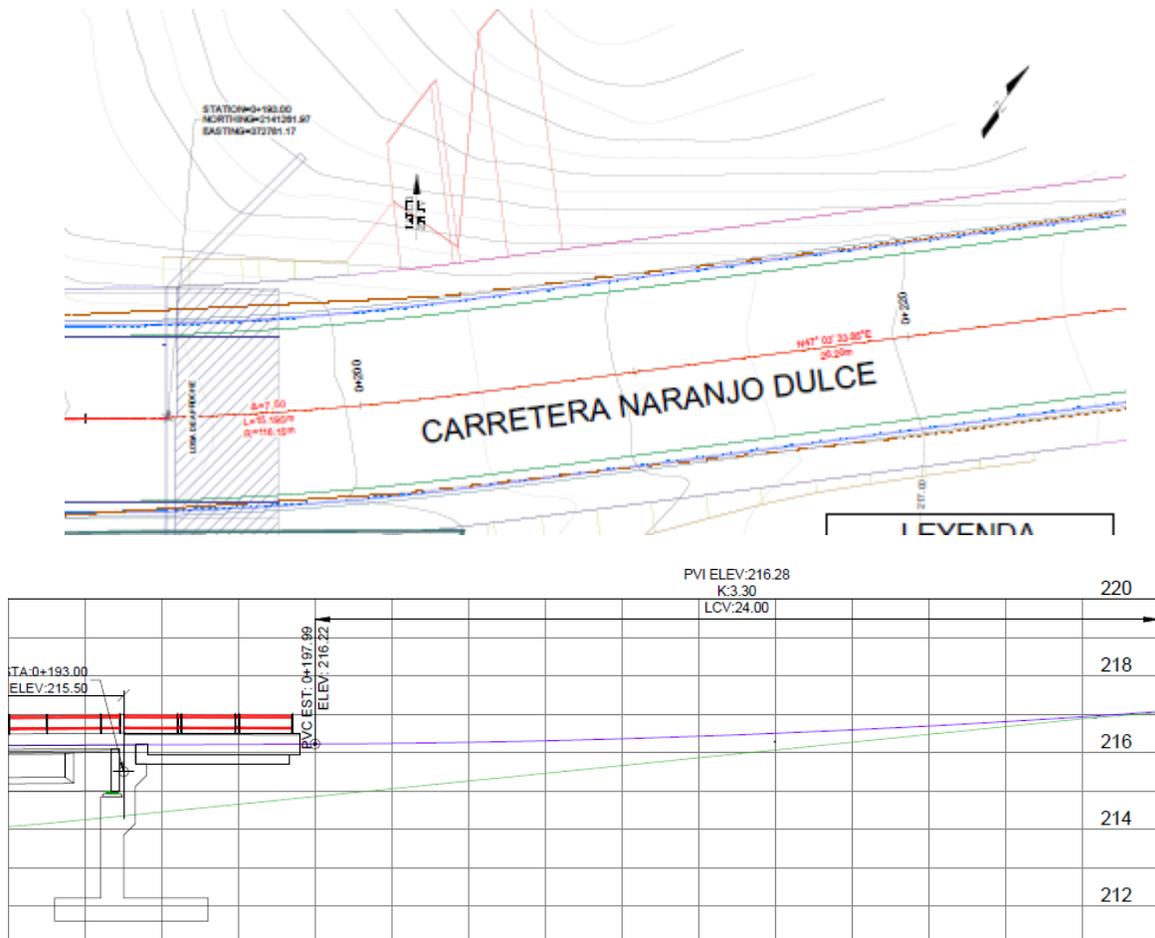
MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

Ilustración 28: Planta y elevación del tramo de acceso al puente No. 3.



Fuente: IDOM-VNG

Ilustración 29: Planta y elevación del tramo de salida del puente No. 3.



Fuente: IDOM-VNG

4.5.3. CONSTRUCCIÓN DE DESVÍOS

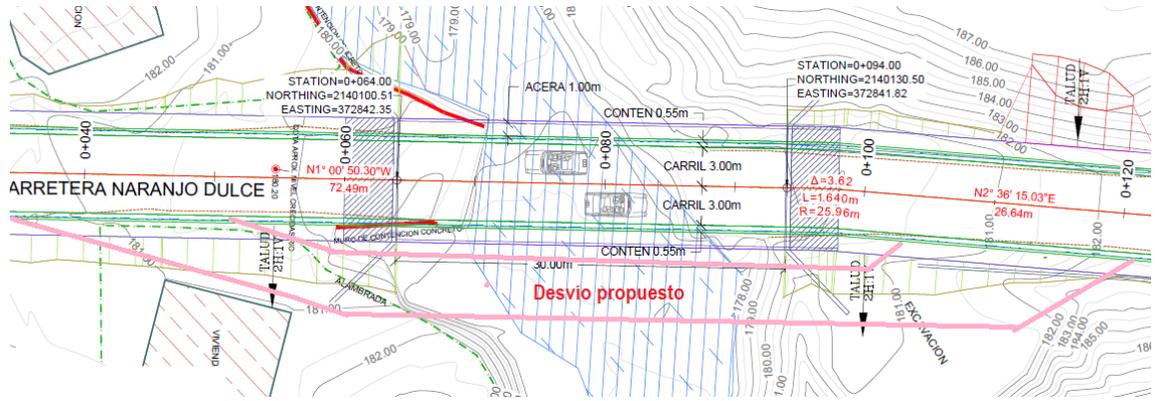
CONSTRUCCIÓN DE DESVÍOS

Se requiere la construcción de desvíos para el tráfico ya que los puentes badén existentes deberán demolerse previo al proceso constructivo. Se proponen desvío de ancho de un carril, en uno de los laterales del camino Naranjo Dulce, lo cual se considera suficiente debido al bajo tráfico vehicular.

Los desvíos deberán ser diseñados y presupuestados durante el diseño final. Los mismos se construirán utilizando badenes tubulares en el lecho del río. Los tubos recuperados del puente badén No. 1, se utilizarán para construir el desvío del puente badén No. 2 y los recuperados de éste, para el puente badén No. 3. Se construirán con material de relleno. Utilizándose parte de los escombros de las demoliciones como muros de contención para proteger los tubos. En el anexo 8.5 se especifica el plan de desvío, control de tránsito y seguridad vial.

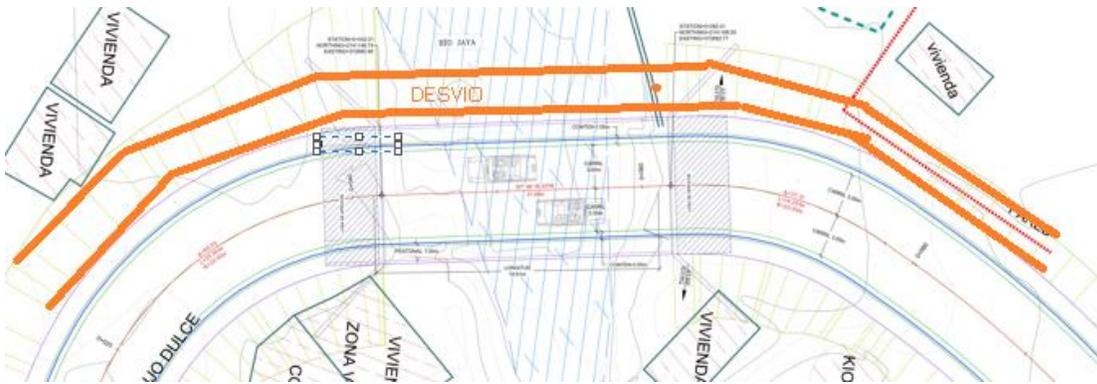
MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

Ilustración 30. Desvío propuesto para el puente No. 1



Fuente: IDOM-VNG

Ilustración 31. Desvío propuesto para el puente No. 2



Fuente: IDOM-VNG

Ilustración 32. Desvío propuesto para el puente No. 3



Fuente: IDOM-VNG

4.6. PLAN DE EJECUCIÓN DE OBRAS

El proceso constructivo del proyecto, a partir de la emisión de este documento, debe pasar por las etapas siguientes:

1. Aprobación consensuada del diseño conceptual
2. Elaboración final de los TDR
3. Licitación del diseño final
4. Elaboración y aprobación del diseño final. Incluida Auditoría de Seguridad Vial en fase II (ASV sobre el proyecto constructivo)
5. Elaboración de TDR de construcción
6. Licitación de construcción
7. Proceso constructivo
8. Supervisión y recepción de obra. Incluida Auditoría de Seguridad Vial en fase III (ASV previa a la puesta en Servicio)

5. METODOLOGÍA GENERAL

5.1. NORMAS APLICABLES

5.1.1. NORMAS Y REGLAMENTOS DOMINICANOS

- **M011** – Criterios Básicos para Estudios Geotécnicos de Carreteras -DGRS-MOPC.
- **M012** – Criterios Básicos para Diseño Geométrico de Carreteras-DGRS-MOPC.
- **M013** – Instrucciones para Presentación de Propuestas de Estudios y Proyectos de Carreteras-DGRS-MOPC.
- **M014** – Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras-DGRS-MOPC.
- **M017** – Recomendaciones provisionales para la Presentación de Proyectos Viales-DGRS-MOPC.
- **M019** – Recomendaciones provisionales para el diseño y construcción de sistemas de drenaje en carreteras Proyectos Viales-DGRS-MOPC.
- **M026** – Reglamento para la Ejecución de Trabajos de Excavación en las Vías Públicas-DGRS-MOPC.
- **Atlas de los Recursos Naturales de la República Dominicana-MMARN.**

5.1.2. NORMAS INTERNACIONALES.

El MOPC permite que en casos donde las Normas Dominicana no contemplen el tema, podrán usarle las listadas a continuación, prevaleciendo las indicaciones y recomendaciones de la actualización más reciente de dichas publicaciones.

- **AASHTO**-American Association of State Highway and Transportation
- **MUTCD** - Manual on Uniform Traffic Control Device.
- Roadside Design Guide AASHTO
- Access Management Manual.
- Manual of Transportation Engineering Studies, ITE
- Highway Hydrology (HDS-2), de FHWA.
- Urban Drainage Design Manual (HEC-22), de FHWA
- Hydraulic Design of Highway Culvert (HDS-5), de FHWA
- Hydraulic Design of Energy Dissipators for Culverts and Channels (HEC-14), de FHWA.
- **ACI** - American Concrete Institute.
- **BDS** - Bridge Design Specifications.
- **LRFD** - Load and Resistance Factor Design.

- **Diseño de Pavimento bajo método mecanístico AASHTO**
- **ASME** - American Society of Mechanical Engineers.
- **ASTM**-American Society Standard Material
- **ANSI** - American National Standards Institute.
- **AISC** - American Institute of Steel Construction.
- **AWS** - American Welding Society.
- **ASBRUS** - Bureau of Reclamation.
- **NBS** - National Bureau of Standards.
- **MUTCD** - Manual on Uniform Traffic Control Device.
- Roadside Design Guide AASHTO
- Access Management Manual.
- Manual of Transportation Engineering Studies, ITE.

5.1.3. NORMAS Y REGLAMENTOS DOMINICANOS REVISADOS POR LA ATI

La ATI realiza como parte del alcance del proyecto, una revisión comparada con recomendaciones de adaptaciones de procedimiento y tecnologías de diseño y construcción, debido a que muchos de los Reglamentos vigentes en el MOPC, tienen más de 30 años.

Los cambios más relevantes de especificaciones recomendadas que son utilizados en los estudios y diseños de este proyecto son los siguientes:

- Periodos de retorno analizados mayores que los sugeridos en el R-19. Se analizan periodos de 100 y 200 años.
- Diseño basado en riesgo
- Diseño con pilotes vaciado en situ de hormigón
- Consideraciones ambientales
- Consideraciones de patrimonio cultural

5.2. RECOPIACIÓN DE DOCUMENTACIÓN EXISTENTE

La primera etapa de los trabajos consistió en recopilar la información existente en torno al proyecto, objeto de este diseño conceptual. Entre ellas están las siguientes.

- Documento base del programa
- Información climática nacional y de la cuenca

- Estándares de diseño de puente a ser requeridos por el MOPC
- Datos elaborados por el MOPC útiles para los estudios y diseño
- Reglamentos de estudios y diseños del MOPC (R-012,R-014,R-011,R-019, R-017, y otros)
- Normas internacionales o nacionales aceptadas como complemento por el MOPC

5.3. TRABAJO DE GABINETE

Todo el proceso de diseño y redacción de documentos ha sido realizado en gabinete por un equipo multidisciplinario de la ATI, conformado por especialista en:

- Diseño basado en riesgo
- Hidrología e hidráulica
- En puente
- En diseño vial
- En diseño geométrico
- Analista de costo
- Ambientalistas
- Sociólogos
- Urbanistas
- Seguridad Vial

El proceso de estudios y diseño ha sido acompañado de la utilización de las más avanzadas técnicas y tecnología de diseño aplicado a cada disciplina

5.4. TRABAJO DE CAMPO

5.4.1. VISITAS DE CAMPO

Para la elaboración del diseño conceptual, fue necesario realizar varias visitas de campo, vinculadas al proceso de levantamiento de información y elaboración de estudios básicos indispensables para concluir el diseño conceptual, entre ellas:

- Levantamiento de información mediante inspección visual
- Entrevistas relativas a datos hidrológicos, tráfico y otros.
- Estudios topográficos
- Conceptualizaciones del proyecto
- Estudio geotécnico
- Evaluación de patrimonio cultural
- Inspección de seguridad vial

- Verificaciones de datos para elaboración de presupuestos y estudios económicos

5.4.2. ENTREVISTAS A COMUNITARIOS

Mucha de las informaciones y datos utilizados para elaborar los estudios básicos y el diseño conceptual fueron obtenidos de entrevistas a comunitarios, quienes aportaron datos relevantes, entre ellos:

- Cota histórica de inundación
- Tráfico y comercio
- Poblaciones afectadas
- Importancia histórica y necesidad de la obra

5.4.3. GEORREFERENCIACIÓN

Se colocaron dos puntos georreferenciados con la red geodésica nacional, cuyas coordenadas son las siguientes:

Tabla 4: Puntos de control georreferenciados

No.	Norte	Este	Elevación	Puente
			Msnm	
1	2141182	372680.5	212.066	PG01 Naranjo Dulce 1
2	2141140	372687.7	210.956	PG02 Naranjo Dulce 1
1	2140206	372828.7	187.975	PG01 Naranjo Dulce 2 y 3
2	2140200	372832.5	187.14	PG01 Naranjo Dulce 2 y 3

Fuente: IDOM-VNG

6. ELABORACIÓN DE INFORMES Y MEMORIAS

En las diferentes secciones de este documento se incluyen parte de las memorias e informes elaborados en los diferentes estudios realizados para el diseño conceptual.

En la sección 8, se incluye información más amplia y complementaria de los respectivos estudios, indicándose generalmente en la sección 7 el resumen o conclusiones de los mismos.

Entre ellos están los siguientes:

- Estudios topográficos
- Planos del diseño geométrico
- Estudios geotécnicos
- Informe de geología
- Estudios hidrológicos e hidráulicos
- Estudios de alternativas y evaluación para diseño basado en riesgo
- Consideraciones ambientales
- Datos de patrimonio cultural
- Estudios económicos
- Estudio de beneficio/costo

7. RESULTADOS

7.1. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN DE DISEÑO ADOPTADA

El diseño conceptual es el documento base para la elaboración del diseño final, el cual debe ser realizado por el consultor que sea contratado mediante licitación.

En este caso se han elaborado los estudios básicos, estudios de alternativas, diseño basado en riesgo con su respectivo diseño geométrico y análisis económico, complementado con los aspectos ambientales, de patrimonio cultural y el análisis financiero requerido por el BEI.

Los términos de referencia para la contratación de los diseños finales serán elaborados a partir del diseño conceptual, los mismos establecerán el alcance del diseño final, siendo complementarios a lo establecido en este documento.

El consultor a ser contratado para el diseño final debe considerar lo siguiente:

- El diseño conceptual está basado en una modelación estándar de puente que requiere una modelación y diseño estructural específica y definitiva de un especialista en diseño de puentes, conforme a los requerimientos del MOPC, a lo especificado en los TDR, sin desviarse del diseño conceptual, salvo en el caso en que haya una optimización demostrada por un análisis o ingeniería de valor.
- El diseño geométrico del puente que aparece en este informe, igualmente necesita validación, como resultado de los estudios geotécnico y el diseño estructural. Cualquier desviación significativa durante el diseño final de la geometría contenida en este documento, necesita ser consultada con el MOPC y la ATI.
- El diseño geométrico de la vialidad deberá ser validado y complementado con los planos y detalles constructivos, especialmente si hay alguna desviación justificada en la geometría del puente con respecto al diseño conceptual, así como tener en cuenta las indicaciones señaladas sobre seguridad vial apuntadas en este IDC
- Para el diseño final se requieren estudios geotécnicos y mecánica de suelo, según lo establecido en el Reglamento M-011 del MOPC y conforme a la práctica. Se requiere por lo menos un sondeo SPT por cada apoyo y los respectivos estudios de laboratorio, con un informe donde se dan las recomendaciones sobre fundaciones y pilotes.
- El consultor del diseño final identificará y validará con ensayos de laboratorio o certificaciones de calidad, los materiales a ser utilizados durante la construcción, incluyendo las fuentes de materiales para relleno, hormigón industrial, artículos ferreteros y suministros de productos terminados

- El consultor utilizará la solución de pilotes que demuestre ser viable, factible y de mejor relación riesgo/costo, por lo cual deberá suplir una descripción del proyecto final incluyendo la metodología del proceso constructivo recomendado.
- El consultor suministrará las especificaciones de construcción del proyecto, debiendo redactar aquellas que corresponden a especificaciones particulares o que no pueden ser referidas a las Especificaciones de Construcción de carreteras (R-014) por falta de la misma o cualquier otra razón pertinente.

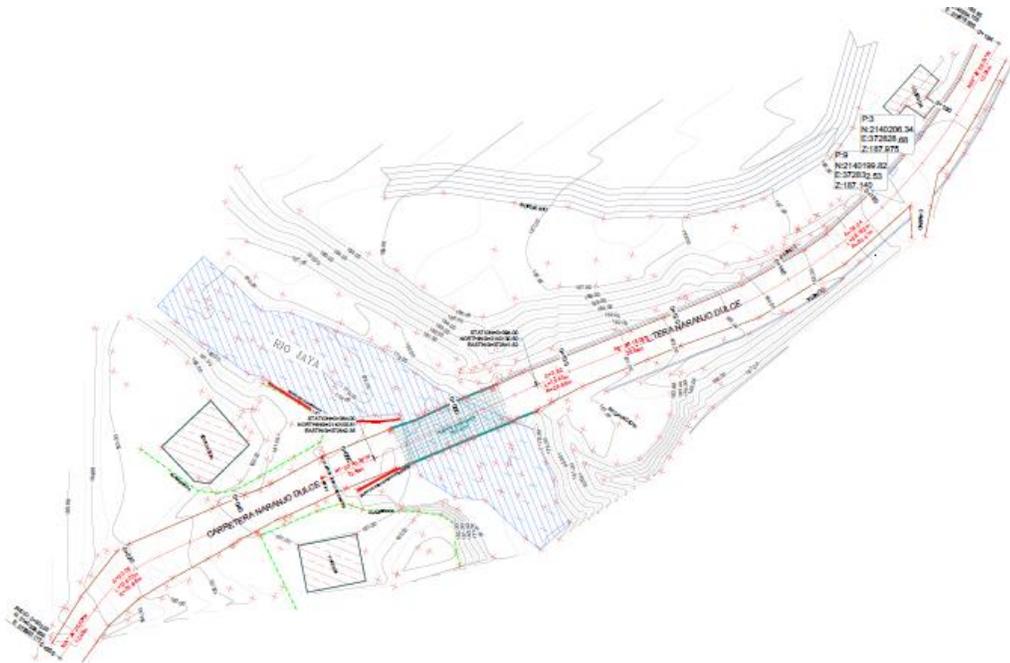
El presupuesto incluido en este documento será para uso en la planificación y separación de fondos, no para el proceso constructivo. El consultor del diseño final deberá elaborar el presupuesto base, a partir del diseño final, incluyendo listado de cantidades y análisis de precios, siendo dicho documento el que va a ser utilizado como referencia en las evaluaciones de la licitación de construcción.

7.2. ESTUDIOS BÁSICOS Y OTROS ESTUDIOS REALIZADOS

7.2.1. TOPOGRAFÍA

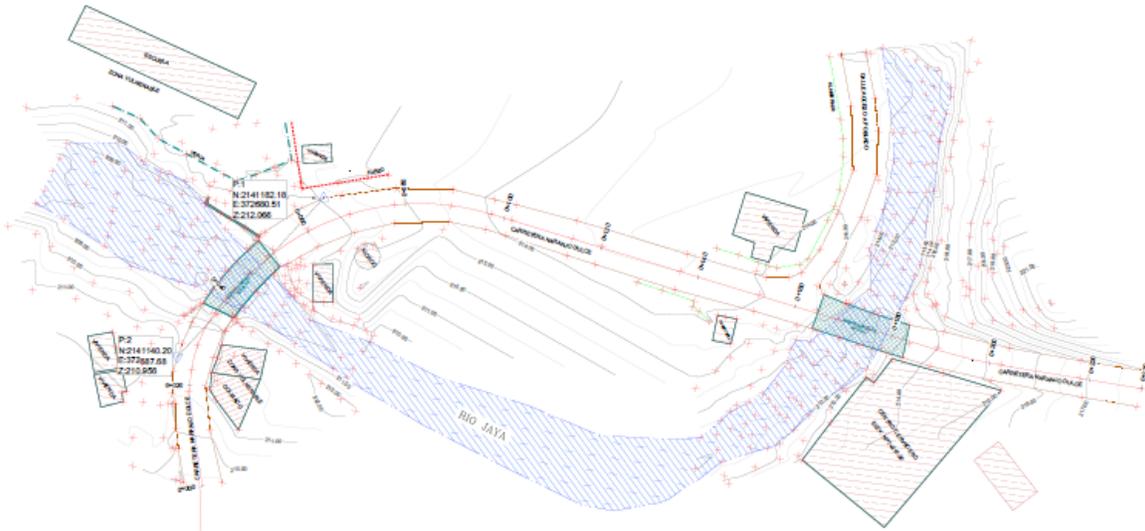
En el anexo de la sección 8 se explican los estudios topográficos realizados. A continuación, se muestra el plano general del mismo, el perfil longitudinal del río y el levantamiento con curva de nivel del mismo y todo el entorno

Ilustración 33: Planta general del levantamiento topográfico incluyendo curvas de nivel puente No. 1



Fuente: IDOM-VNG

Ilustración 34: Planta general del levantamiento topográfico incluyendo curvas de nivel puente No. 2 y 3



Fuente: IDOM-VNG

7.2.2. GEOTÉCNIA

En el anexo de la sección 8 se explica en detalle el estudio geotécnico realizado para el diseño conceptual.

Estratigrafía. Los perfiles estratigráficos mostrados a en la sección 8 corresponden a la litología de emplazamientos de los dos estribos. Se tomará el resultado menos favorable para la profundidad del hincado de pilote, para proyectarlo a los dos estribos y a las pilas, debido a que los SEV no permiten realizar ensayos dentro del agua. Los resultados fueron explicados en el citado anexo y se resumen en el cuadro siguiente.

Tabla 5: Resultados de los sondeos obtenidos partir de (SEV) puente Naranja Dulce..

Sondeo No.	Lado	Sitio	Cotas		
			Superficie	Cota	Profundidad
S-25	Oeste	Naranja Dulce	181	180	1
S-26	Oeste	Naranja Dulce	182	175	7
S-27	Este	Naranja Dulce	183	176	7
S-28	Este	Naranja Dulce	185	182	3
S-29	Este	Naranja Dulce	187	183.5	3.5

Fuente: IDOM-VNG

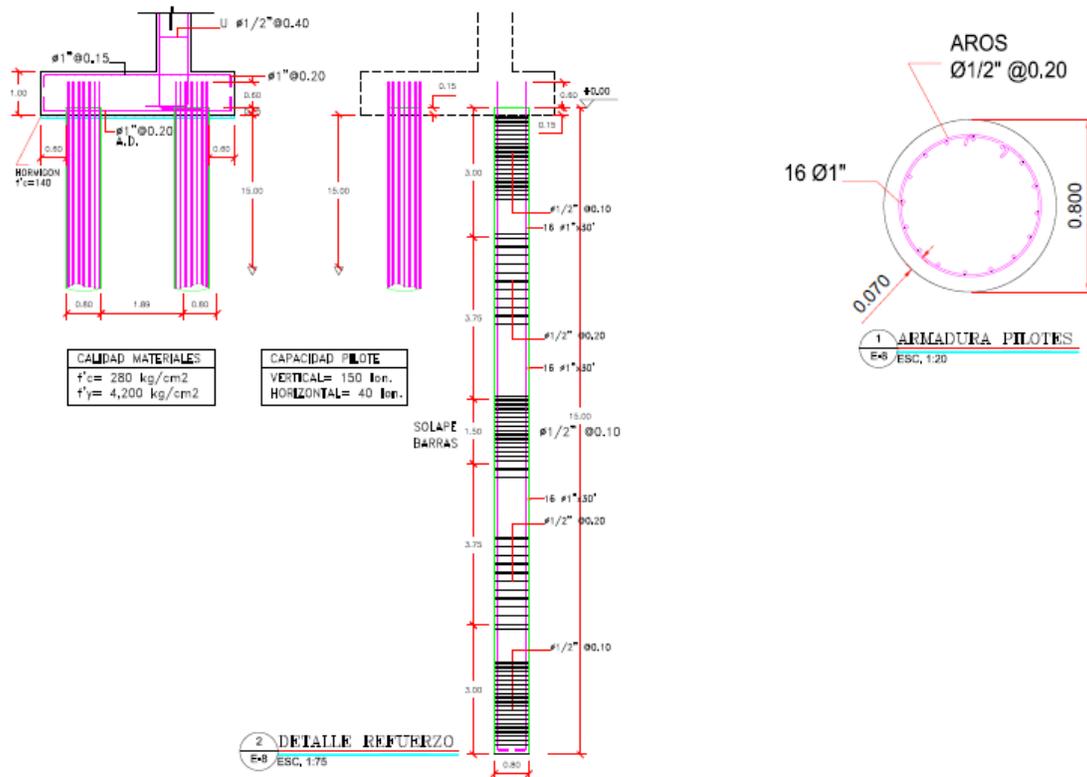
Criterios para puentes. Para el diseño conceptual, mediante los SEV se elaboraron los perfiles estratigráficos, con datos tomados en el área cercana a los estribos (perfil en el estribo derecho y perfil

en el estribo izquierdo). Para el diseño conceptual se ha tomado el valor más desfavorable de todos los perfiles obtenidos y ha sido aplicado a todas las fundaciones. En la etapa de diseño final, la estratigrafía será obtenida mediante sondeos SPT a ser realizados en cada apoyo, conforme a las normativas del R-011.

Fundaciones y pilotes. Las normas del MOPC establecen que los puentes en el país deben estar fundados en pilotes, eliminándose el método antiguo de fundación directa, que aunque más económico, era la causa principal de colapso de los puentes por socavación.

Resultados. El perfil estratigráfico fue utilizado para calcular la longitud y la profundidad o cota del hincado de los pilotes, siendo adoptada de manera conservadora en el diseño conceptual la profundidad de 10 m para todos los casos.

Ilustración 35: Detalle tipo de fundación con pilotes de hormigón



Fuente: IDOM-VNG

7.2.3. MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

En la etapa de diseño conceptual no se realizan estudios de suelos y materiales, los cuales son parte del alcance del diseño final, que incluye los respectivos ensayos y resultados de laboratorio.

Los agregados para producción de hormigón se encuentran en los centros ferreteros en la ciudad de San Francisco de Macorís a unos 7 km del puente No. 1. Material de relleno hay en varios puntos del camino.

7.2.4. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA

SALIDAS DE MODELOS HIDROLÓGICOS

Se muestran a continuación los principales resultados obtenidos para el modelo de la cuenca del río Jaya para los períodos de retorno (T_r) de 2, 10, 50, 100, 200 años.

Tabla 6: Salidas del modelo hidrológico de la cuenca del río Jaya para el período de retorno de 2 años.

Elemento	Área de drenaje (km ²)	Caudal punta (m ³ /s)	Tiempo al pico	Volumen (mm)
Yabacoa	4.413	30.7	01:30	30.28
Junction-1 (Puente Aguas Arriba)	4.413	30.7	01:30	30.28
Reach 1-2	4.413	31.1	01:30	30.28
Jaya Arriba	1.714	13.5	01:30	34.66
Junction-2 (Puente Medio)	6.127	44.6	01:30	31.53
Reach 2-S	6.127	45.6	01:30	31.53
Jaya Abajo	2.554	16.3	01:15	23.38
Salida (Puente Aguas Abajo)	8.681	58.6	01:30	29.13

Fuente: IDOM-VNG

Tabla 7: Salidas del modelo hidrológico de la cuenca del río Jaya para el período de retorno de 10 años.

Elemento	Área de drenaje (km ²)	Caudal punta (m ³ /s)	Tiempo al pico	Volumen (mm)
Yabacoa	4.413	59.9	01:15	58.24
Junction-1 (Puente Aguas Arriba)	4.413	59.9	01:15	58.24
Reach 1-2	4.413	59.0	01:30	58.24
Jaya Arriba	1.714	25.7	01:15	64.00
Junction-2 (Puente Medio)	6.127	84.6	01:15	59.89
Reach 2-S	6.127	87.6	01:30	59.89
Jaya Abajo	2.554	34.0	01:15	48.65
Salida (Puente Aguas Abajo)	8.681	112.6	01:30	56.58

Fuente: IDOM-VNG

**MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)**

Tabla 8: Salidas del modelo hidrológico de la cuenca del río Jaya para el período de retorno de 50 años.

Elemento	Área de drenaje (km²)	Caudal punta (m³/s)	Tiempo al pico	Volumen (mm)
Yabacoa	4.413	88.8	01:15	84.82
Junction-1 (Puente Aguas Arriba)	4.413	88.8	01:15	84.82
Reach 1-2	4.413	87.5	01:15	84.82
Jaya Arriba	1.714	37.1	01:15	91.40
Junction-2 (Puente Medio)	6.127	124.6	01:15	86.71
Reach 2-S	6.127	126.6	01:30	86.71
Jaya Abajo	2.554	50.8	01:15	73.51
Salida (Puente Aguas Abajo)	8.681	162.8	01:30	82.83

Fuente: IDOM-VNG

Tabla 9: Salidas del modelo hidrológico de la cuenca del río Jaya para el período de retorno de 100 años.

Elemento	Área de drenaje (km²)	Caudal punta (m³/s)	Tiempo al pico	Volumen (mm)
Yabacoa	4.413	102.0	01:15	96.99
Junction-1 (Puente Aguas Arriba)	4.413	102.0	01:15	96.99
Reach 1-2	4.413	100.6	01:15	96.99
Jaya Arriba	1.714	42.3	01:15	103.86
Junction-2 (Puente Medio)	6.127	142.9	01:15	98.97
Reach 2-S	6.127	144.2	01:30	98.97
Jaya Abajo	2.554	58.5	01:15	85.06
Salida (Puente Aguas Abajo)	8.681	185.5	01:30	94.88

Fuente: IDOM-VNG

Tabla 10: Salidas del modelo hidrológico de la cuenca del río Jaya para el período de retorno de 200 años.

Elemento	Área de drenaje (km²)	Caudal punta (m³/s)	Tiempo al pico	Volumen (mm)
Yabacoa	4.413	117.0	01:15	110.86
Junction-1 (Puente Aguas Arriba)	4.413	117.0	01:15	110.86
Reach 1-2	4.413	115.5	01:15	110.86
Jaya Arriba	1.714	48.1	01:15	118.02
Junction-2 (Puente Medio)	6.127	163.6	01:15	112.94
Reach 2-S	6.127	164.2	01:30	112.94

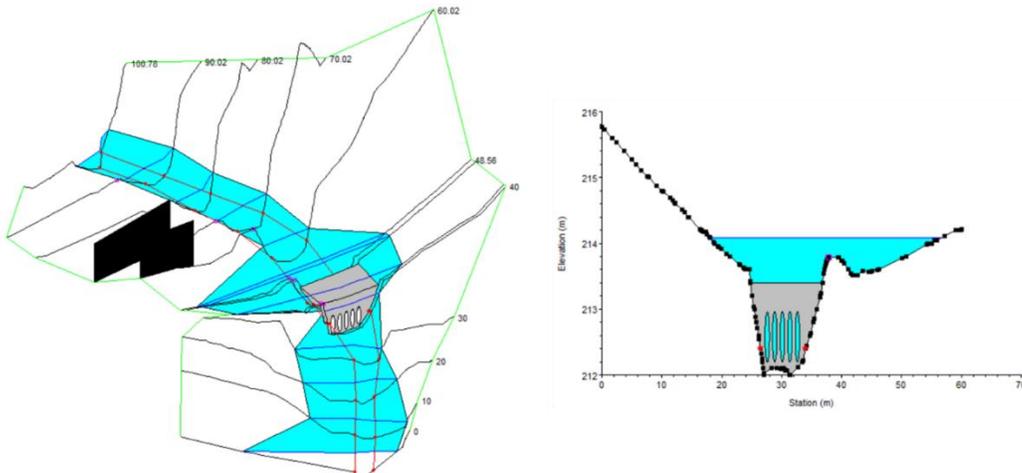
Elemento	Área de drenaje (km ²)	Caudal punta (m ³ /s)	Tiempo al pico	Volumen (mm)
Jaya Abajo	2.554	68.0	01:00	98.32
Salida (Puente Aguas Abajo)	8.681	211.1	01:30	108.64

Fuente: IDOM-VNG

SALIDAS DE MODELOS HIDRÁULICOS

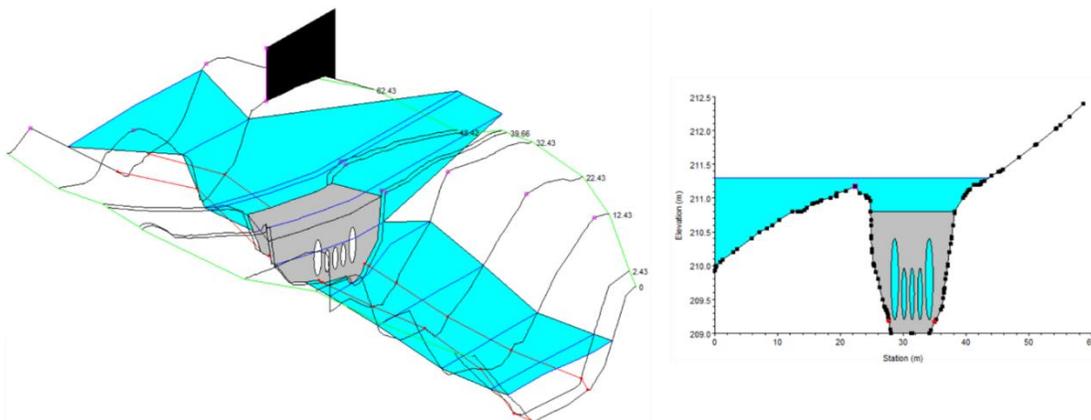
A continuación, se muestran los resultados para los 3 distintos puntos de estudio, tanto en escenario actual (con badenes) como en original (sin badenes) bajo las modelaciones de 2, 10, 50, 100 y 200 años de período de retorno para el modelo hidráulico desarrollado para el río Jaya.

Ilustración 36 Calado máximo del río Jaya – Puente Aguas Arriba - Actual. Período de retorno 2 años



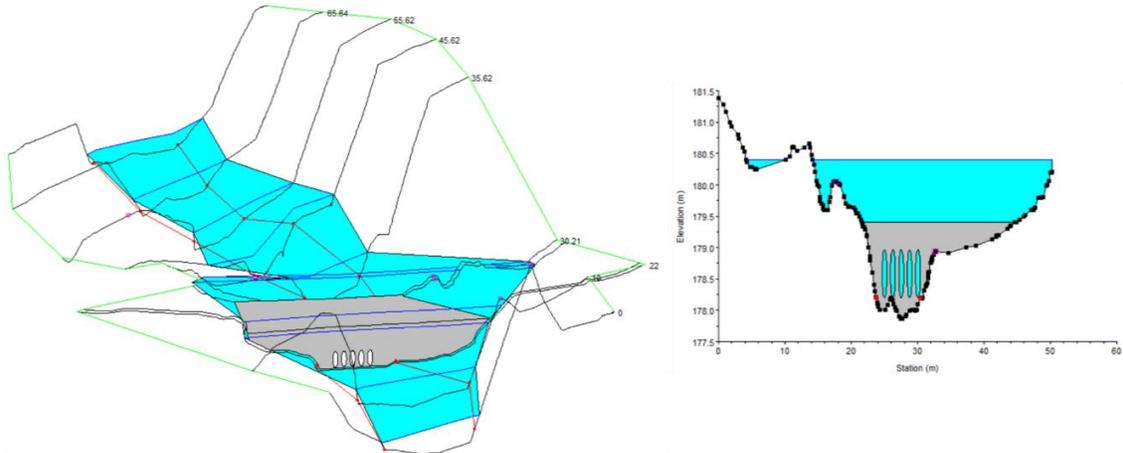
Fuente: IDOM-VNG

Ilustración 37 Calado máximo del río Jaya – Puente Medio - Actual. Período de retorno 2 años



Fuente: IDOM-VNG

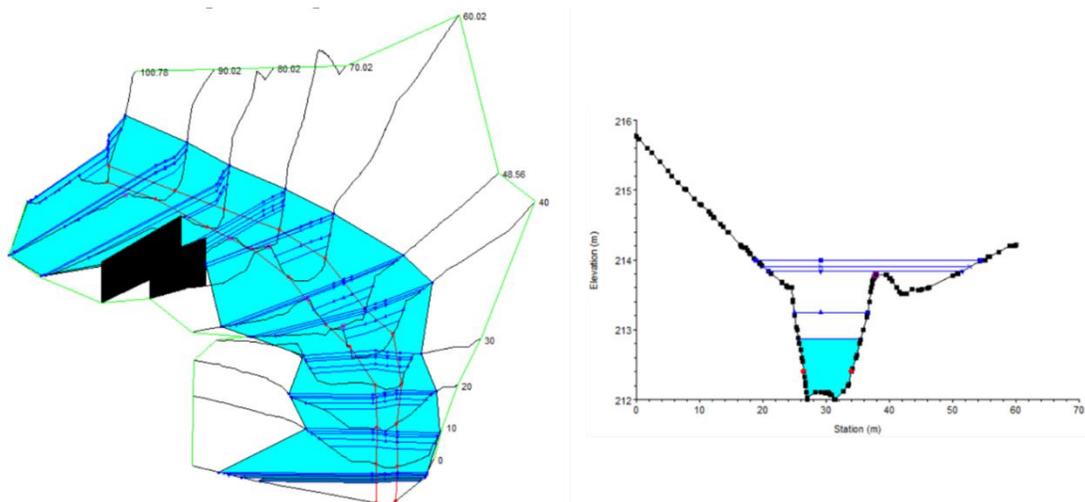
Ilustración 38 Calado máximo del río Jaya – Puente Aguas Abajo - Actual. Período de retorno 2 años



Fuente: IDOM-VNG

Como se puede apreciar en las imágenes anteriores, se comprueba que ninguno de los puentes tipo badén existentes son capaces de soportar caudales asociados a un período de retorno de 2 años, lo cual, a nivel normativo vigente en República Dominicana, sería inaceptable ya que este tipo de infraestructuras deberían ser diseñadas para soportar lluvias, al menos, de Tr10.

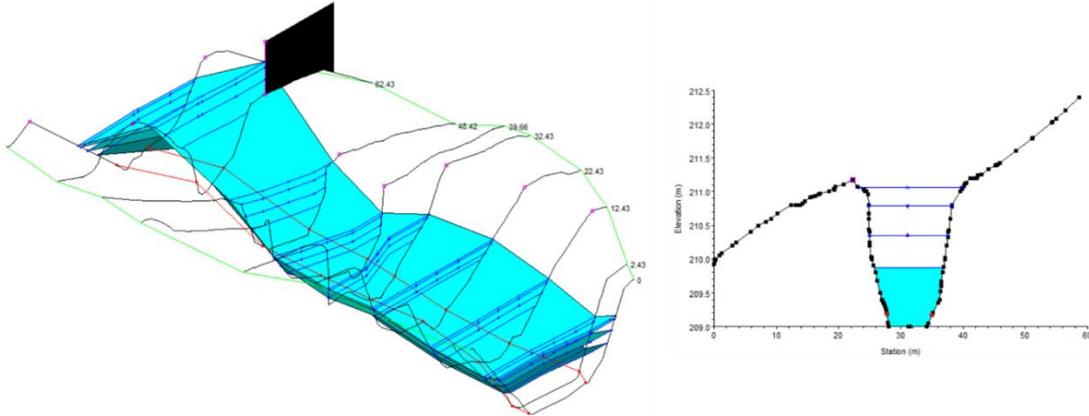
Ilustración 39 Calados máximos del río Jaya – Puente Aguas Arriba – Original. Períodos de retorno 2, 10, 50, 100 y 200 años



Fuente: IDOM-VNG

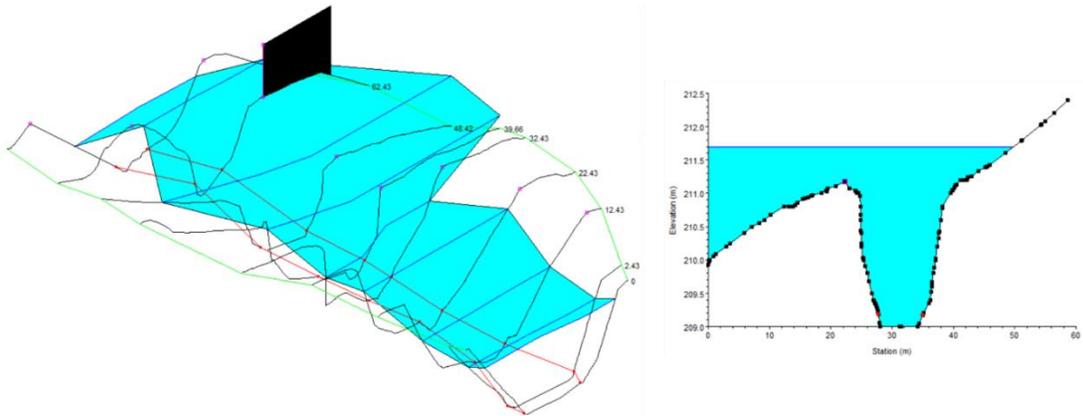
MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

Ilustración 40 Calados máximos del río Jaya – Puente Medio - Original. Periodos de retorno 2, 10, 50 y 100 años



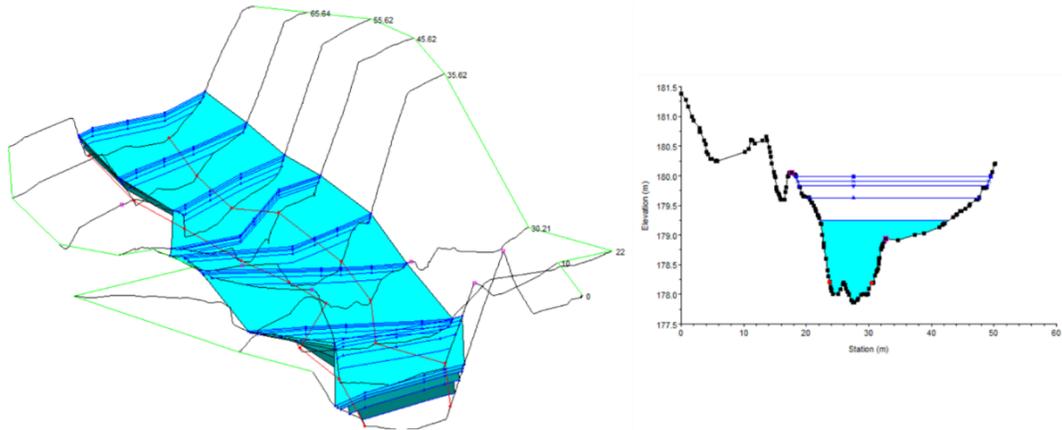
Fuente: IDOM-VNG

Ilustración 41 Calados máximos del río Jaya – Puente Medio - Actual. Período de retorno 200 años



Fuente: IDOM-VNG

Ilustración 42 Calados máximos del río Jaya – Puente Aguas Abajo – Original. Periodos de retorno 2, 10, 50, 100 y 200 años



Fuente: IDOM-VNG

Las imágenes anteriores muestran que, en una situación sin interferencias dentro de los cauces (dónde no existen puentes tipo badén), el cauce posee capacidad suficiente para soportar lluvias de hasta 100 años de período de retorno sin producir desbordamientos; y sólo en el punto del puente medio es donde se produce un desborde para 200 años de período de retorno. Esto último se representa en la Ilustración 78 y se percibe que la ribera de la margen izquierda presenta una depresión producto de la propia vialidad que, dado su diseño, requirió un corte del terreno original de la zona.

Las cotas máximas alcanzadas por el río en los puntos de sustitución de puentes son las siguientes:

Tabla 11: Cotas máximas del agua en cada sitio de estudio para distintos períodos de retorno

Tr (años)	Lámina agua (msmn)		
	Puente Aguas Arriba	Puente Medio	Puente Aguas Abajo
50	213.18	210.84	179.92
100	213.86	211.07	180.01
200	213.96	212	180.09

Fuente: IDOM-VNG

Se percibe que, para el puente más aguas arriba, existe un salto de 68 cm entre las cotas de agua para lluvias de Tr50 y las de Tr100, mientras que la diferencia posterior para un Tr200 es de sólo 10 cm. En el puente medio, se tiene un salto de 23 cm entre le Tr50 y el Tr100 y otro de 93 cm para el Tr200. Por último, en el puente de aguas abajo se observa que la diferencia entre el Tr50 y el Tr200 es de sólo 17 cm.

7.2.5. AMBIENTALES

Proceso de aprobaciones ambientales dentro del diseño conceptual. El diseño conceptual genera parte de la información requerida por el Ministerio de Medio Ambiente, en su Formulario de Registro para Autorización Ambiental de Proyecto, Obra o Actividad, con el que se inicia la solicitud de las autorizaciones ambientales que tienen que ser emitidas previo a la construcción del proyecto.

En el anexo 8 se expone todo el tema ambiental. A la fecha de emisión de este documento, el proyecto no ha sido gestionado con el Ministerio de Medio Ambiente, por lo que no hay resultados

7.2.6. CENTROS DE PRODUCCIÓN

La ciudad de San Francisco de Macorís ubicada a 7 km del puente No. 1, es el centro de producción de agregados, hormigón así como de suministro de materiales.

7.2.7. EXPROPIACIONES

Expropiaciones Ninguno de los tres puentes utiliza terrenos o afecta propiedades privadas por lo que no se requiere hacer expropiaciones...

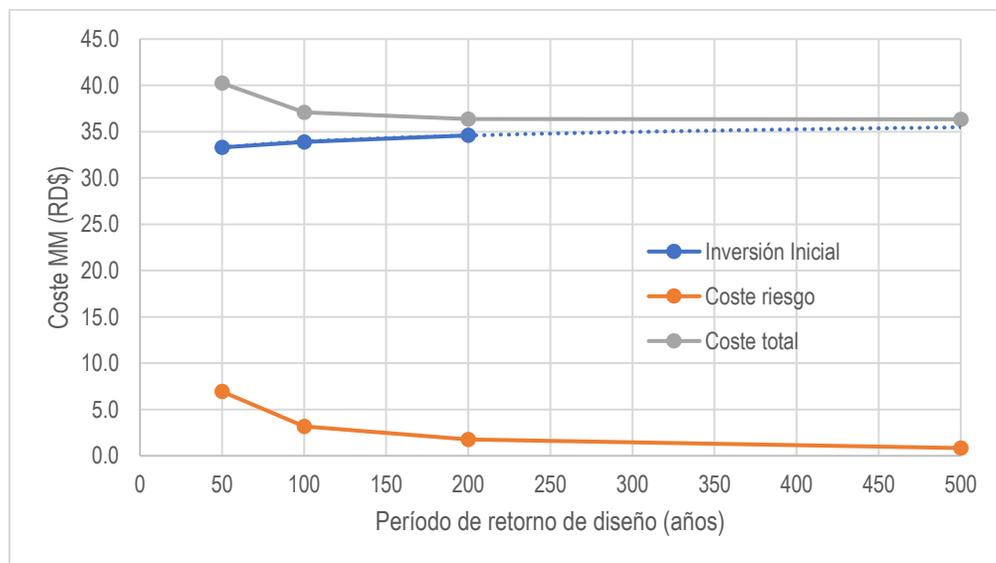
7.3. DISEÑO BASADO EN RIESGO Y CAMBIO CLIMÁTICO

El diseño basado en riesgo trata de optimizar el diseño de la infraestructura contabilizando el coste inicial necesario para construirla y el coste del riesgo durante toda la vida útil de ésta. La idea del diseño basado en riesgo es que a mayor inversión menos daños tendrá la infraestructura durante su vida útil y también menor riesgo de colapso, sin embargo una infraestructura sobredimensionada podría no compensar el incremento de inversión con la reducción del coste del riesgo, por tanto es necesario analizar las dos componentes que definen el coste de la infraestructura: Coste de inversión (Ci) y Coste del riesgo (Cr) para poder determinar la solución de diseño óptima.

En el **Anexo 8.1.8** del presente documento se detallan los análisis llevados a cabo para determinar la vulnerabilidad de la estructura, la Pérdida Anual Esperada y el Coste del Riesgo durante la vida útil de la infraestructura, fijada en 75 años. Se muestran también los costes de construcción de cada una de las alternativas de diseño obteniéndose los siguientes gráficos, donde se relacionan el coste de construcción de cada periodo de retorno de diseño, el coste del riesgo y el coste total como suma de ambas componentes.

Gráfico 1. Curva de excedencia de daños y Pérdida Anual Esperada obtenido para cada alternativa de diseño.

Puente Aguas Arriba

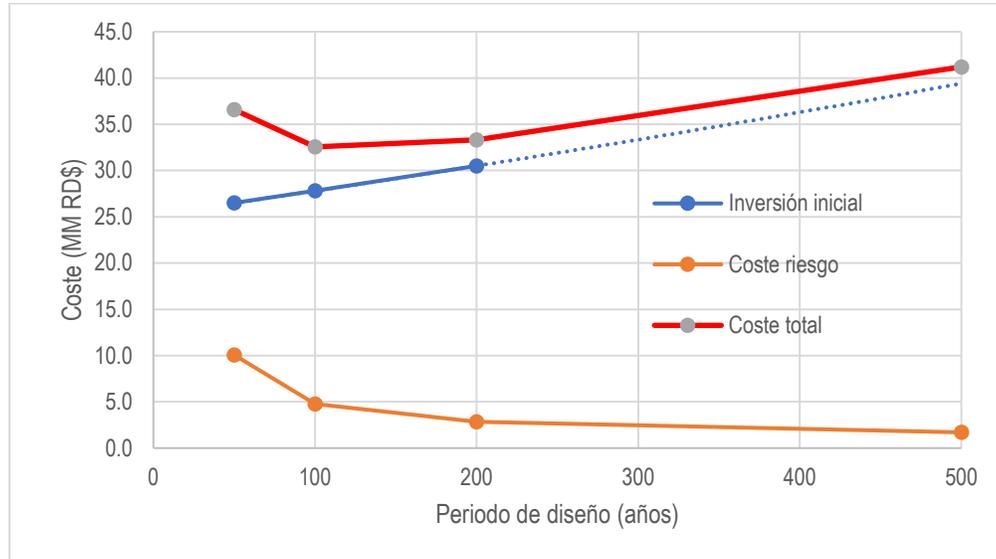


Fuente: IDOM-VNG

MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

Gráfico 2. Curva de excedencia de daños y Pérdida Anual Esperada obtenido para cada alternativa de diseño.

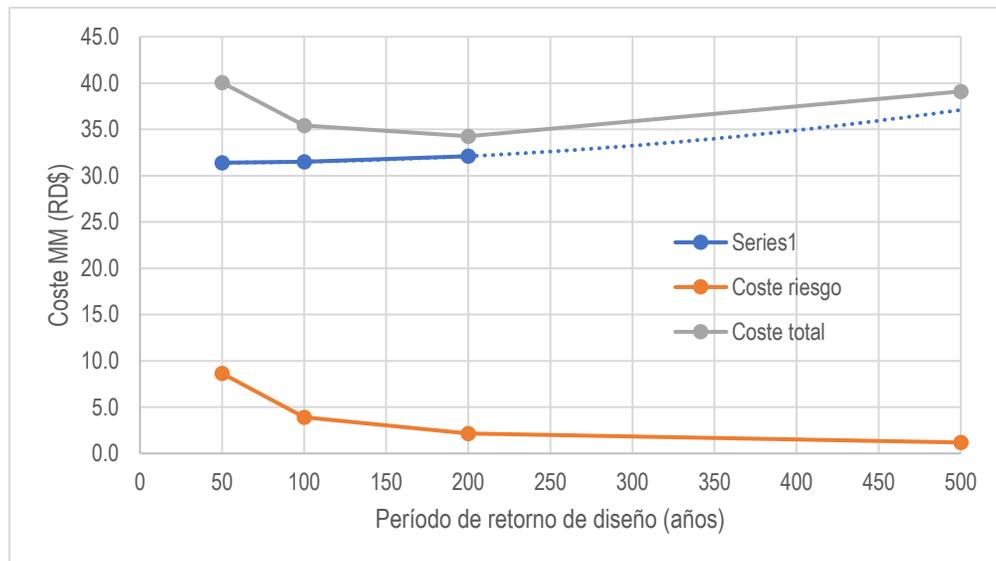
Puente Medio



Fuente: IDOM-VNG

Gráfico 3. Curva de excedencia de daños y Pérdida Anual Esperada obtenido para cada alternativa de diseño.

Puente Aguas Abajo



Fuente: IDOM-VNG

Con esto, se concluye la suma de la inversión necesaria para construir la infraestructura y los costes del riesgo esperados durante su vida útil, fijada en 75 años, y se obtiene que, para el diseño del **Puente Aguas Arriba y Aguas Abajo**, las alternativas con menor coste total asociado es la diseñada para una avenida de **200 años** de periodo de retorno; mientras que para el diseño del **Puente Medio**, la

alternativa con menor coste total asociado es la diseñada para una avenida de **100 años** de periodo de retorno.

7.4. ESTUDIO COSTO/BENEFICIO

El Anexo A del Contrato de financiación entre la República Dominicana y el Banco Europeo de Inversiones en el que se enmarca este subproyecto, establece que la rentabilidad debe ser superior al 10% considerando los flujos de tráfico reales y previstos, excepto en carreteras y puentes que sean la única vía de conexión, como es el caso de esta infraestructura. Por lo que no se ha llevado a cabo dicho análisis al no ser un elemento decisor, aun siendo previsiblemente rentable.

7.5. ESTUDIOS ECONÓMICOS

Como se indicó anteriormente, se realizaron estudios económicos de las diferentes alternativas evaluadas, el resumen de los costos asociados a la opción seleccionada y mostrada en este informe, se muestra a continuación.

Tabla 12: Resumen de presupuestos de los 3 puentes

CONFIDENCIAL

Fuente: IDOM-VNG

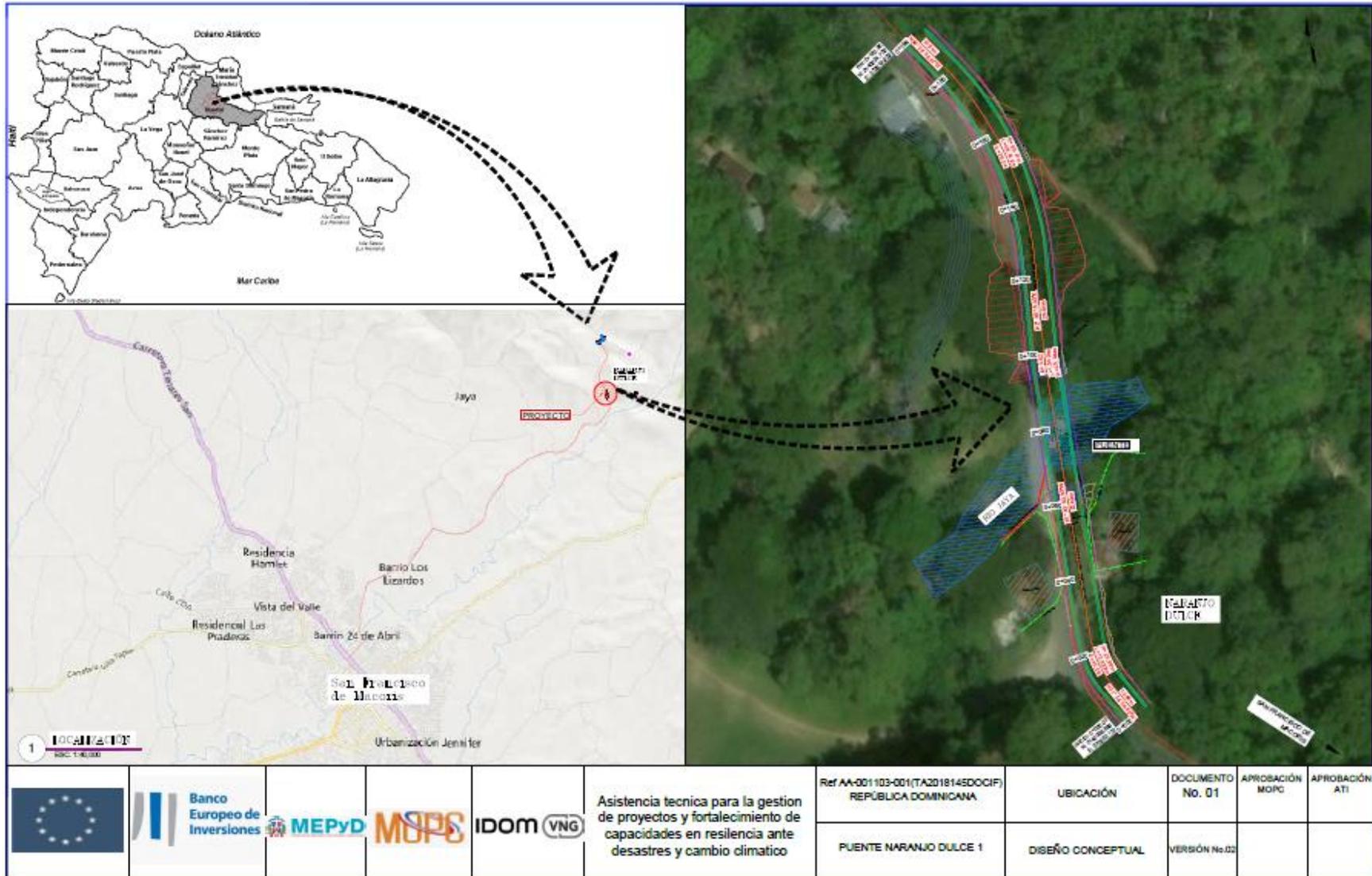
7.6. PLANOS DE DISEÑO CONCEPTUAL

Los planos elaborados para el diseño conceptual, se muestran con la siguiente nomenclatura:

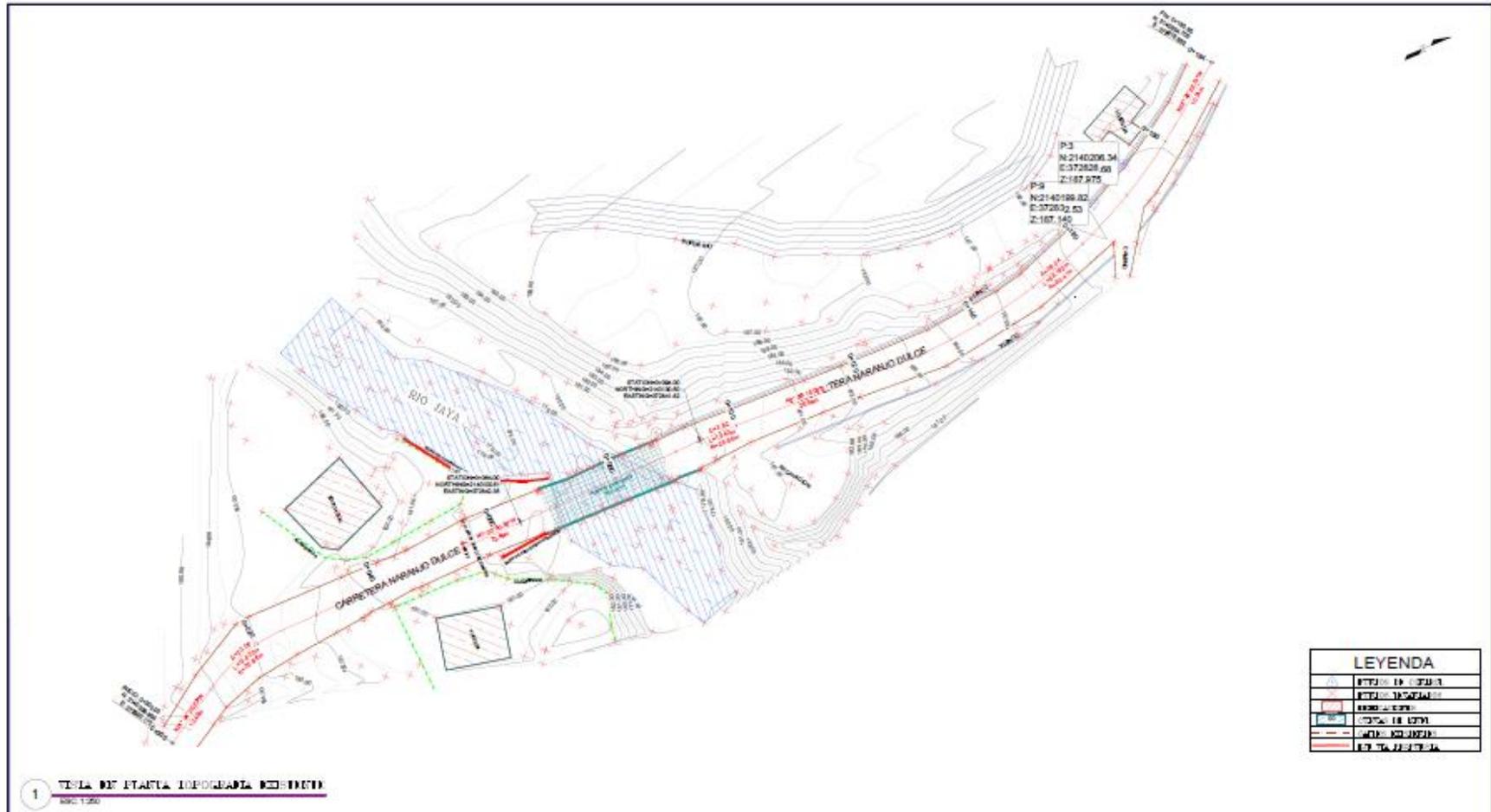
Planos de Naranja Dulce 1, del puente No. 1

Planos de Naranja Dulce 2, o sea de los puentes 2 y 3

MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

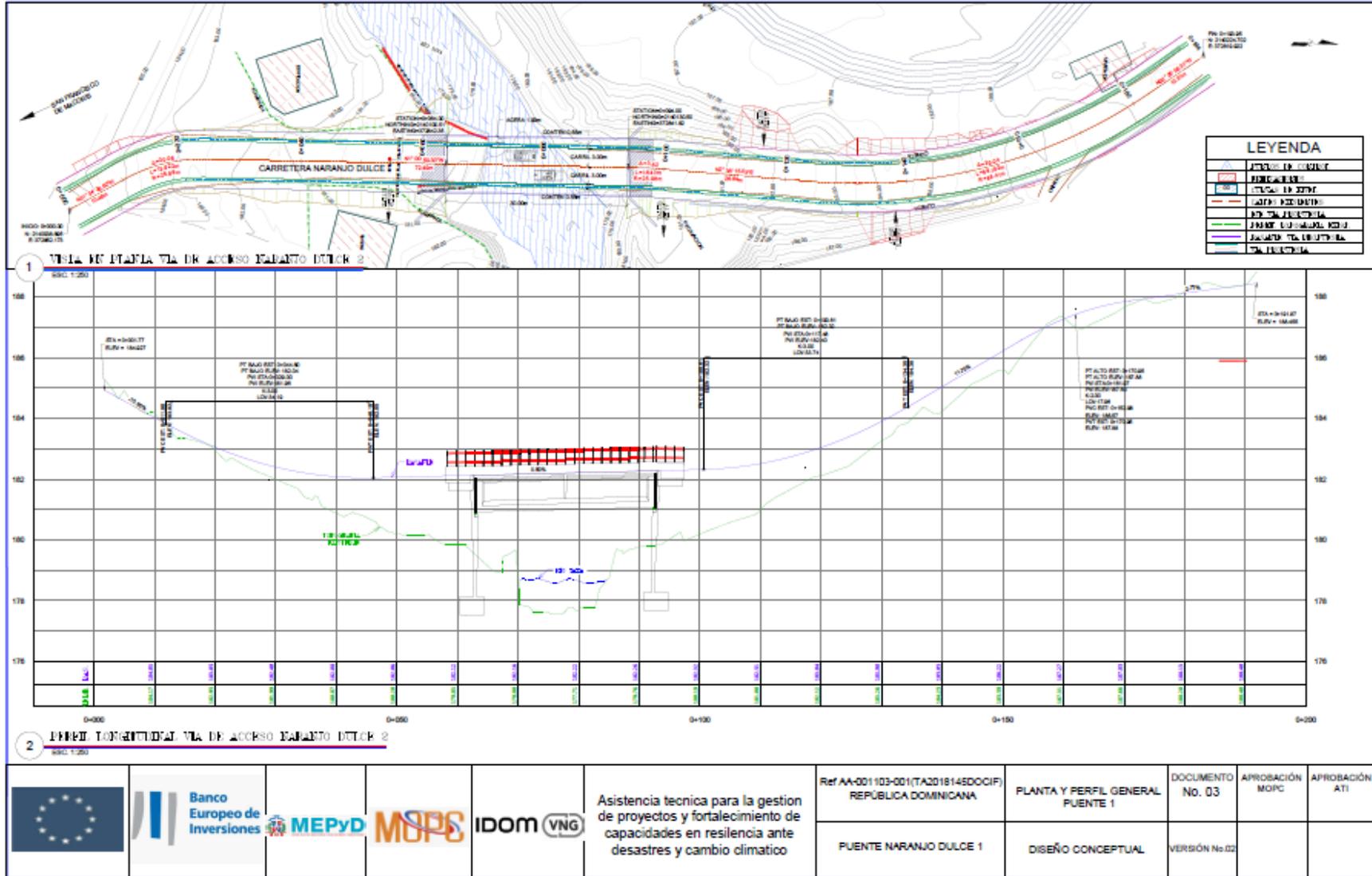


MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

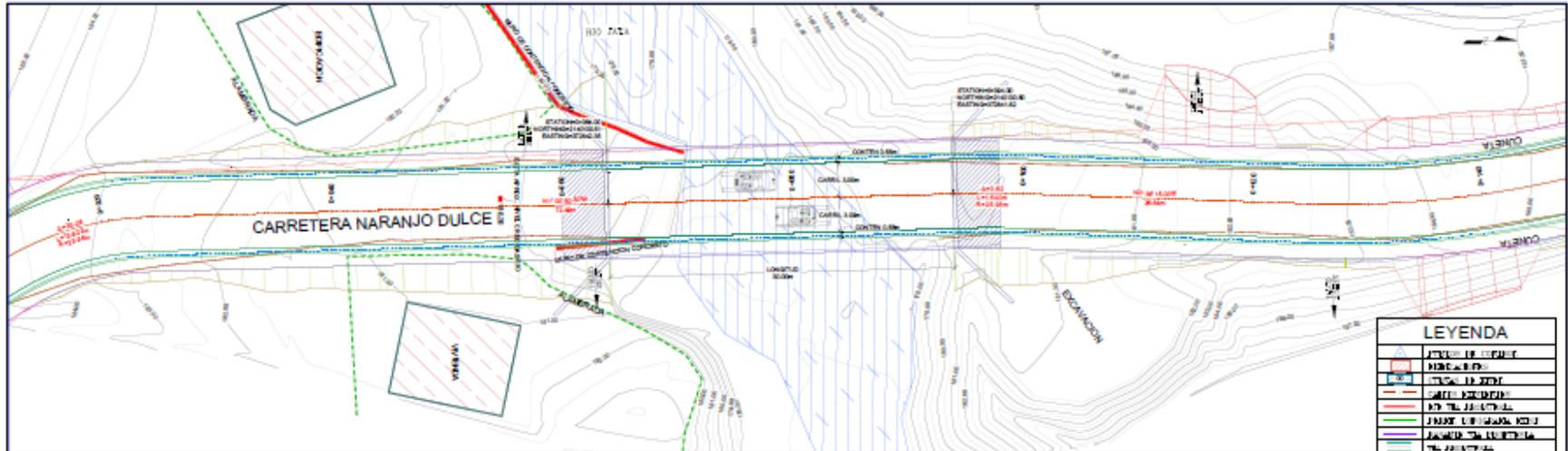


				Asistencia técnica para la gestión de proyectos y fortalecimiento de capacidades en resiliencia ante desastres y cambio climático	Ref AA-001 103-001(TA201814SDOCIF) REPÚBLICA DOMINICANA	TOPOGRAFIA EXISTENTE	DOCUMENTO No. 02	APROBACIÓN MOPC	APROBACIÓN ATI
					PUENTE NARANJO DULCE 1	DISEÑO CONCEPTUAL	VERSIÓN No.01		

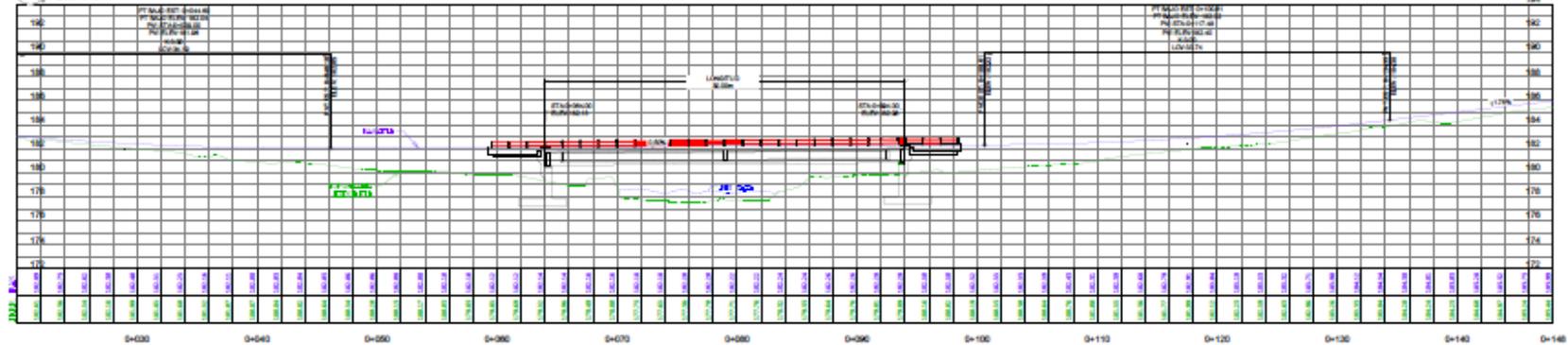
MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)



MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

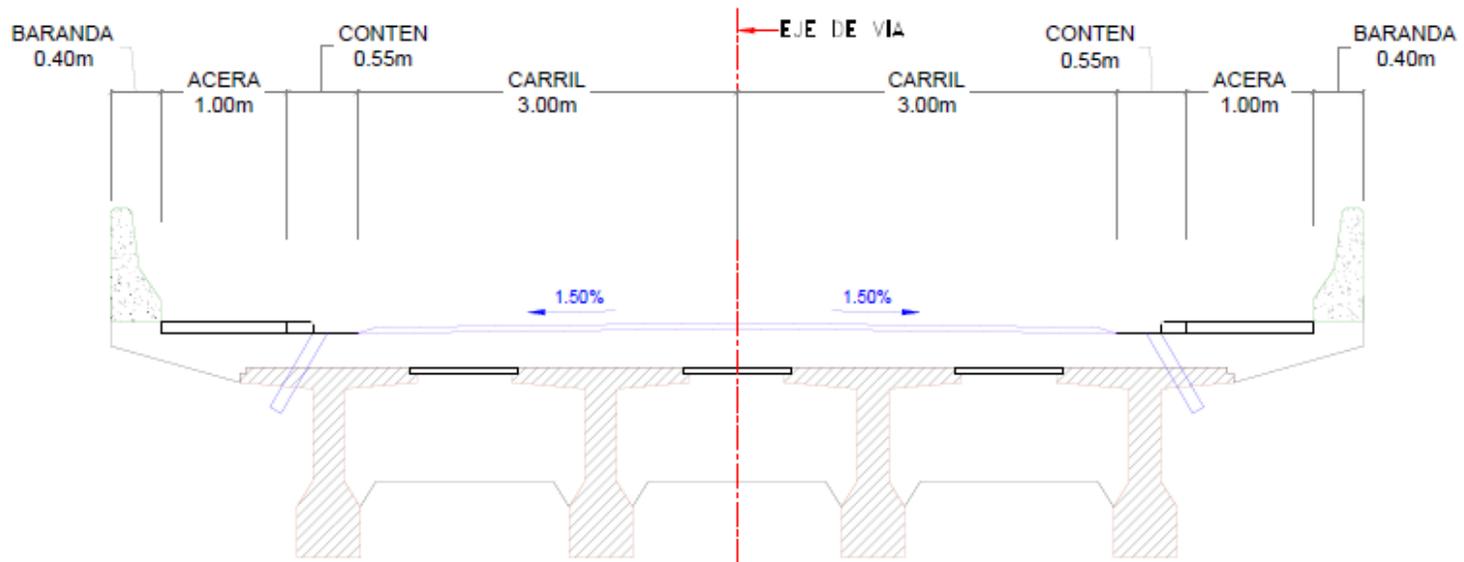


1 PLANTA DEL PUENTE ESTACION 1 A ESTACION 2



2 PERFIL LONGITUDINAL ESTACION 1 A ESTACION 2

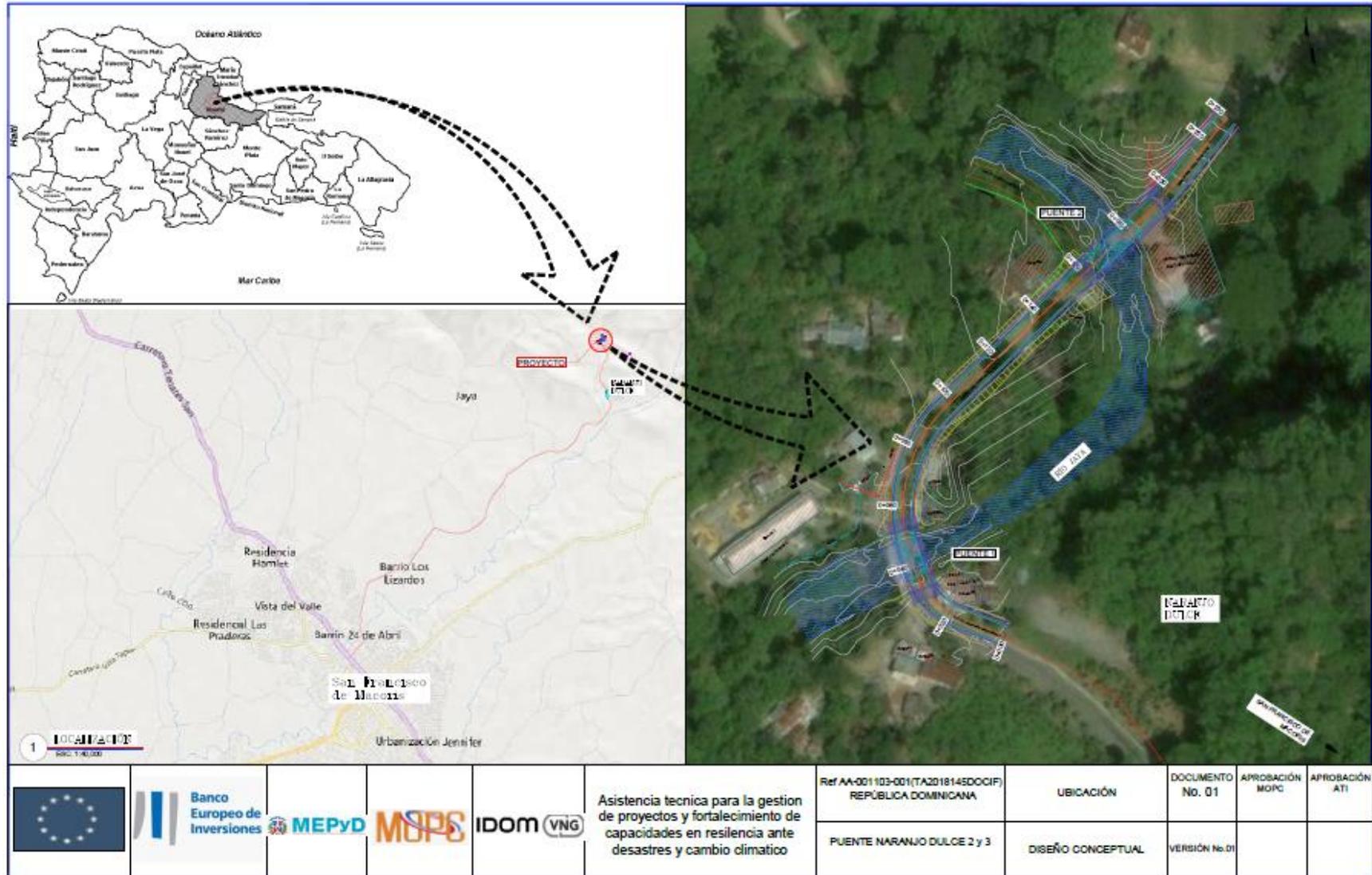
				Asistencia técnica para la gestión de proyectos y fortalecimiento de capacidades en resiliencia ante desastres y cambio climático	Ref AA-001 103-001(TA2018145DOOIF) REPUBLICA DOMINICANA	PLANTA Y PERFIL PUENTE 1	DOCUMENTO No. 04	APROBACIÓN MOPC	APROBACIÓN ATI
					PUENTE NARANJO DULCE 1	DISEÑO CONCEPTUAL	VERSIÓN No.01		



1 SECCION TRANSVERSAL PROPUESTA PUEBTE
ESC. 1:10

				Asistencia técnica para la gestión de proyectos y fortalecimiento de capacidades en resiliencia ante desastres y cambio climático	Ref AA-001 103-001(TAZ018145DC01F) REPUBLICA DOMINICANA	SECCIÓN TRANSVERSAL	DOCUMENTO No. 05	APROBACIÓN MOPC	APROBACIÓN ATI
					PUEBTES NARANJO DULCE	DISÑO CONCEPTUAL	VERSIÓN No.01		

MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

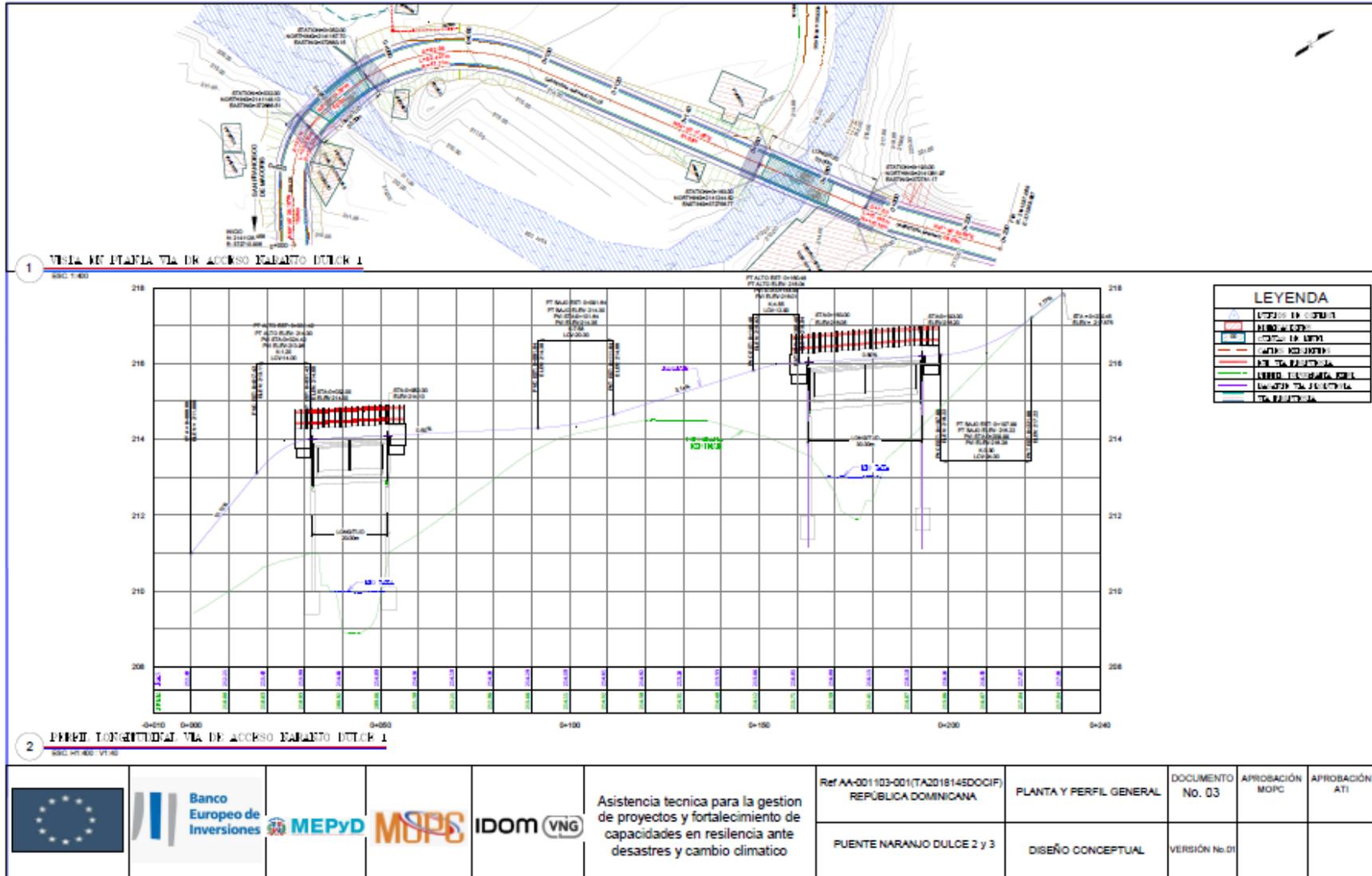


MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)



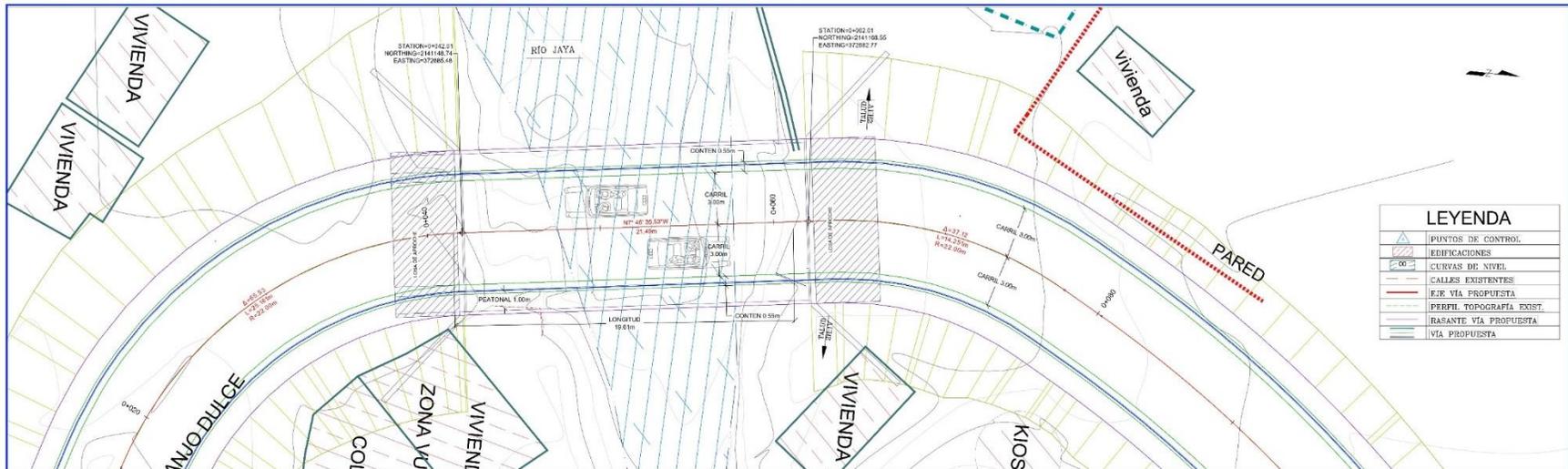
	Asistencia técnica para la gestión de proyectos y fortalecimiento de capacidades en resiliencia ante desastres y cambio climático	Ref AA-001103-001(TA2018145DOCIF)	TOPOGRAFÍA EXISTENTE	DOCUMENTO No. 02	APROBACIÓN MOPC	APROBACIÓN ATI
		REPÚBLICA DOMINICANA	PUENTE NARANJO DULCE 2 y 3	VERSIÓN No.02		

MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

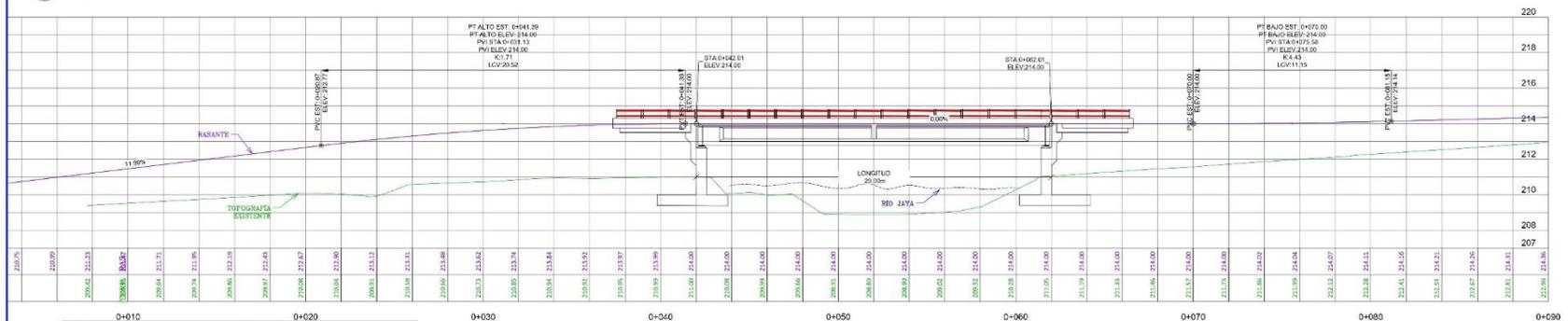


				Asistencia técnica para la gestión de proyectos y fortalecimiento de capacidades en resiliencia ante desastres y cambio climático	Ref AA-001 103-001(TA2018145DOCIF) REPUBLICA DOMINICANA	PLANTA Y PERFIL GENERAL	DOCUMENTO No. 03	APROBACIÓN MOPC	APROBACIÓN ATI
					PUENTE NARANJO DULCE 2 y 3	DISEÑO CONCEPTUAL	VERSIÓN No.01		

MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)



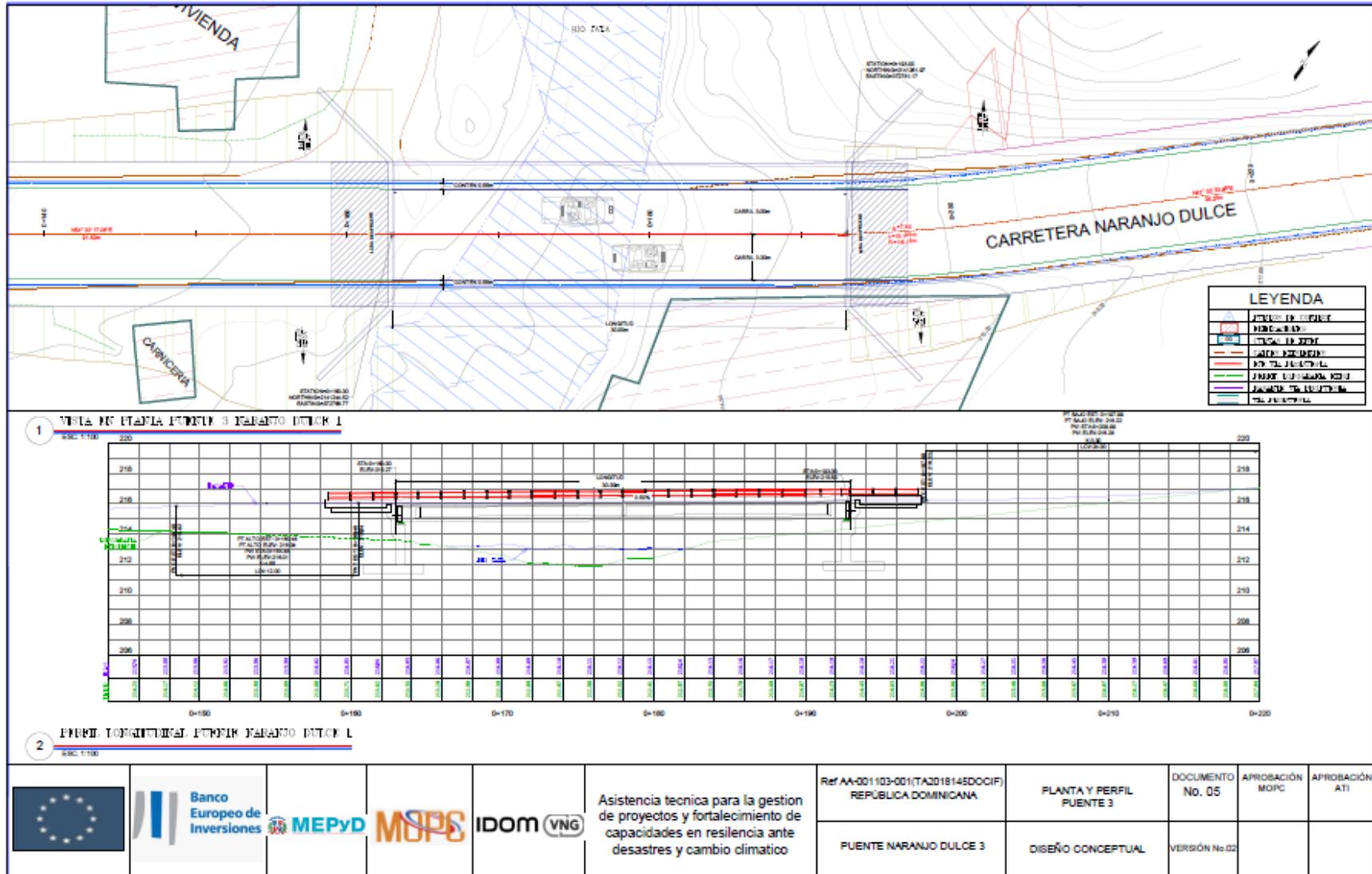
1 VISTA EN PLANTA PUENTE 2 NARANJO DULCE 1
ESC 1:100

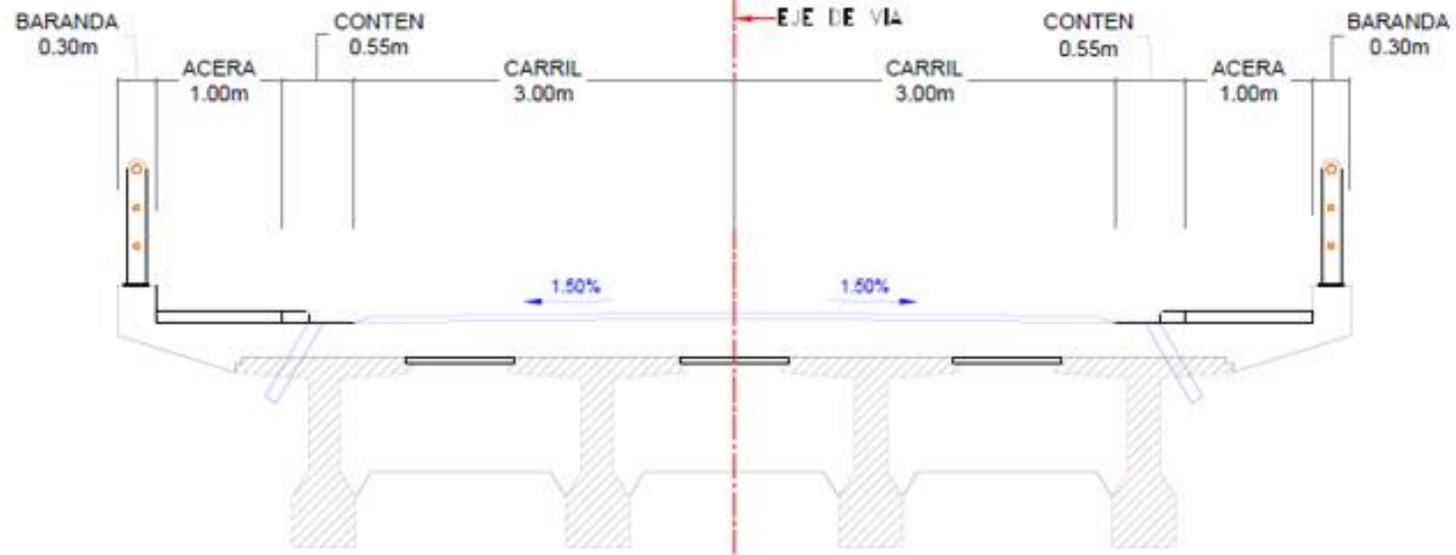


2 PERFIL LONGITUDINAL PUENTE NARANJO DULCE 1
ESC 1:100

				Asistencia técnica para la gestión de proyectos y fortalecimiento de capacidades en resiliencia ante desastres y cambio climático	Ref AA-0011103-001(TA2018145DOCIF) REPÚBLICA DOMINICANA	PLANTA Y PERFIL PUENTE 2	DOCUMENTO No. 04	APROBACIÓN MOPC	APROBACIÓN ATI
					PUENTE NARANJO DULCE 1	DISEÑO CONCEPTUAL	VERSIÓN No.03		

MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)





1 SECCION TRANSVERSAL PROPUESTA PUEBTE
ESC. 1:10

	Asistencia técnica para la gestión de proyectos y fortalecimiento de capacidades en resiliencia ante desastres y cambio climático	Ref AA-001103-001(TA201814500C1F) REPÚBLICA DOMINICANA	SECCIÓN TRANSVERSAL	DOCUMENTO No. 05	APROBACIÓN MOPC	APROBACIÓN ATI
		PUENTE NARANJO DULCE 2 y 3	DISEÑO CONCEPTUAL	VERSIÓN No.02		

7.7. PLAN DE EJECUCIÓN DE OBRAS

El proceso constructivo del proyecto, a partir de la emisión de este documento, debe pasar por las etapas siguientes:

1. Aprobación consensuada del diseño conceptual
2. Elaboración final de los TDR
3. Licitación del diseño final
4. Elaboración y aprobación del diseño final. Incluida Auditoría de Seguridad Vial en fase II (ASV sobre el proyecto constructivo)
5. Elaboración de TDR de construcción
6. Licitación de construcción
7. Proceso constructivo
8. Supervisión y recepción de obra. Incluida Auditoría de Seguridad Vial en fase III (ASV previa a la puesta en servicio)

8. ANEXOS

8.1. ESTUDIOS BÁSICOS Y OTROS ESTUDIOS REALIZADOS

8.1.1. TOPOGRAFÍA

Se realizaron levantamientos topográficos basados en los requerimientos estándares del MOPC, para todas las obras incluidas en el diseño conceptual de este proyecto.

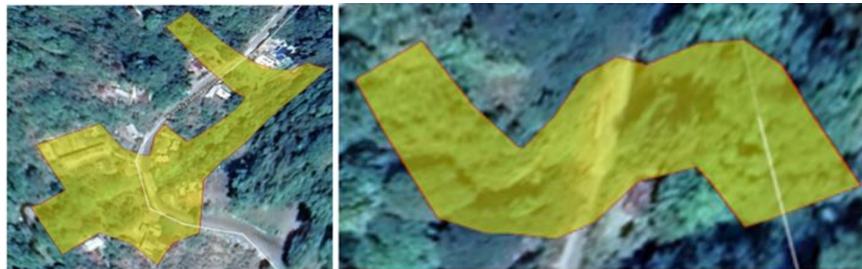
Requerimientos del MOPC: Se implantó una red plani-altimétrica a través de rastreo satelital con GPS de doble frecuencia (L1 y L2), tipo R8S Trimble o similar, colector Trimble TSC3, constituida de un par de puntos materializados en el terreno espaciados y enlazados en la cercanía de la obra a construir. Los pares de puntos están ubicados en sitios seguros y con visibilidad garantizada para definir el levantamiento de la obra.

Se levantaron puntos que cubren suficientemente el área del diseño conceptual y sus alternativas, generándose curvas de nivel con el software Civil 3D, tomando como referencia el eje de diseño, y la condición del terreno y de las obras a ser diseñadas, utilizando equipamiento RTK y estación total South 352L, con precisión nominal de 2mm+2ppm.

Entregables del estudio. Anterior a este informe, como resultado del estudio topográfico fueron suministrados para fines del diseño conceptual, Imagen asociada, puntos de control. Referencias geodésicas. Levantamiento Planimétrico, altimétrico, curvas de nivel, levantamientos de variantes, soluciones de estructuras. Archivos de datos csv. Se generaron los planos correspondientes al levantamiento a partir de Civil 3D los cuales forman parte de los anexos. Este estudio es válido para todas las fases del diseño.

Áreas cubiertas. El estudio topográfico cubrirá las áreas o longitudes suficientes para realizar los diseños para las alternativas y obras previstas o necesarias, siendo para el presente análisis de 17,574 m² tal y como se aprecia en la siguiente figura

Ilustración 43: área aproximada a cubrir por la topografía



Fuente: IDOM-VNG

Anexos del estudio topográfico. Los siguientes documentos y archivos forman parte de los anexos del estudio topográfico, los cuales forman parte de este informe, siendo entregados en un archivo comprimido para los fines del diseño final.

Puntos de control con referencias geodésicas. Plano general del levantamiento Planimétrico y altimétrico mostrando los puntos tomados y las curvas de nivel. Archivos de datos csv. Se generaron los planos correspondientes al levantamiento a partir de Civil 3D y Autocad, los cuales aparecen en diferentes secciones del informe.

8.1.2. GEOTÉCNIA

GEOTECNIA FASE DISEÑO CONCEPTUAL.

Método. Para la realización de los estudios geotécnicos en la etapa de diseño conceptual, se han seleccionado las técnicas geofísicas eléctricas o electromagnéticas que miden la resistividad de los materiales y que permiten obtener un perfil estratigráfico del sitio, suficiente para estudios conceptuales, sin necesidad de hacer estudios más complejos como los sondeos SPT, que ameritan una movilización de equipo y personal, con una ejecución lenta y complicada.

Ilustración 44: Tabla periódica de Resistividad de metales puros

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
9.55	3.76											Ar	Si	P	S	Cl	Ar
Na	Mg											2.733					
4.93	4.51																
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
7.47	3.45	56.2	39	20.2	12.7	14.4	9.98	5.6	7.2	1.725	6.06	13.6					
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
13.3	13.5	59.6	43.3	15.2	5.52	14.9	7.1	4.3	10.8	1.629	6.8	8	11.5	39			
Cs	Ba	*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
21	34.3		34	13.5	5.44	17.2	8.1	4.7	10.8	2.271	96.1	15	21.3	107	40		
Fr	Ra	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og
*	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu		
	4.7		70	64.3	75	94	90	131	115	92.6	81.4	86	67.6	25	58.2		
**	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr		
		14.7	17.7	28													

Fuente: David R. Lide (2009). CRC Press Inc, ed. CRC Handbook of Chemistry and Physics (en inglés)(90 edición). p. 2804. ISBN 978-1-420-09084-0...

Con las técnicas Sondeos Eléctricos Verticales (SEV), se ha trabajado el proyecto para el diseño conceptual, teniendo en cuenta de que se siguen usando en el país, por su sencillez, rapidez y la relativa economía del equipo utilizado.

Siguiendo la norma ASTM-D6431 para el uso del método de corriente continua, se realizaron Sondeos Eléctricos Verticales en arreglo Schlumberger, cuyas mediciones de resistividad se hicieron al nivel del terreno como se establece en la Norma NRF 011 CFE 2004, o similares.

Procedimiento. Este método permite realizar una serie de medidas en la superficie de los terrenos, con las cuales se obtienen los valores de resistividades aparentes, en función de la línea de emisión de corriente. Las parejas de valores se representan gráficamente, generando una curva que permite determinar el perfil estratigráfico.

Previo a la realización de esta actividad se realizó un levantamiento de la información geológica y la topografía del área preseleccionada para los estribos y sus alrededores; Tomando en consideración los resultados obtenidos en el levantamiento citado, se procedió a seleccionar los lugares para la realización de los sondeos y la metodología a aplicar para realizar los mismos.

Equipo de trabajo. El equipo de trabajos utilizado para la realización de los sondeos corresponde a un terrametro marca ABEM 300 SAS, de fabricación sueca; auxiliado por cables para electrodos de corriente y por cables para electrodos de potencial.

Dispositivo. El dispositivo utilizado para la realización de los SEV fue el cuadripolo de Schlumberger, el cual se trata de una composición simétrica de los electrodos AMNB dispuestos en línea recta, donde la distancia de los electrodos detectores MN (potencial) es mucho menor que la de los electrodos inyectores AB (corriente).

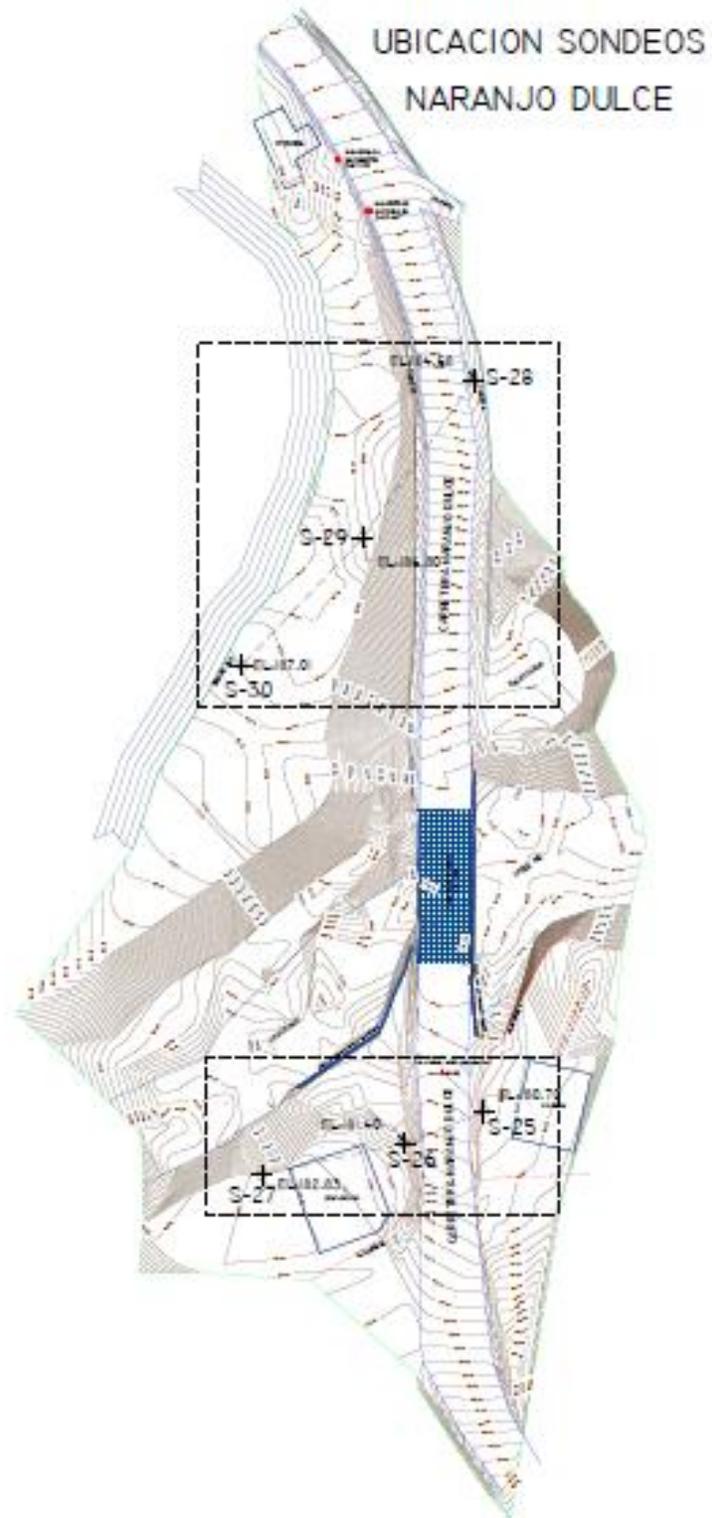
Sondeos. Considerando lo establecido anteriormente, respecto a los levantamientos citados, se procedió a la realización de dos sondeos eléctricos verticales, distribuidos en el perfil de la zona preseleccionada para la construcción los estribos.

La línea de emisión de corriente (AB/2) establecida para todos los sondeos fue para una profundidad de investigación de aproximadamente 25 metros y el modelo de interpretación utilizado fue el ABEM

El modelo de interpretación en el sondeo identificó dos capas (ver perfiles estratigráficos debajo). La primera capa (y segunda capa en algunos sondeos) presenta valores de resistividad relacionados con un material disgregado, asociado a los materiales de la capa vegetal o material poco consolidado de los terrenos.

La segunda y última capa del sondeo, (la tercera capa en algunos sondeos), presenta valores de resistividad relacionados con un material consolidado, presumiblemente compuesto por las areniscas, provenientes de los depósitos aluviales del periodo cuaternario. Dicho estrato aparece después de la capa de material disgregado

Ilustración 45: Localización de los sondeos (SEV) realizados.



Fuente: IDOM-VNG

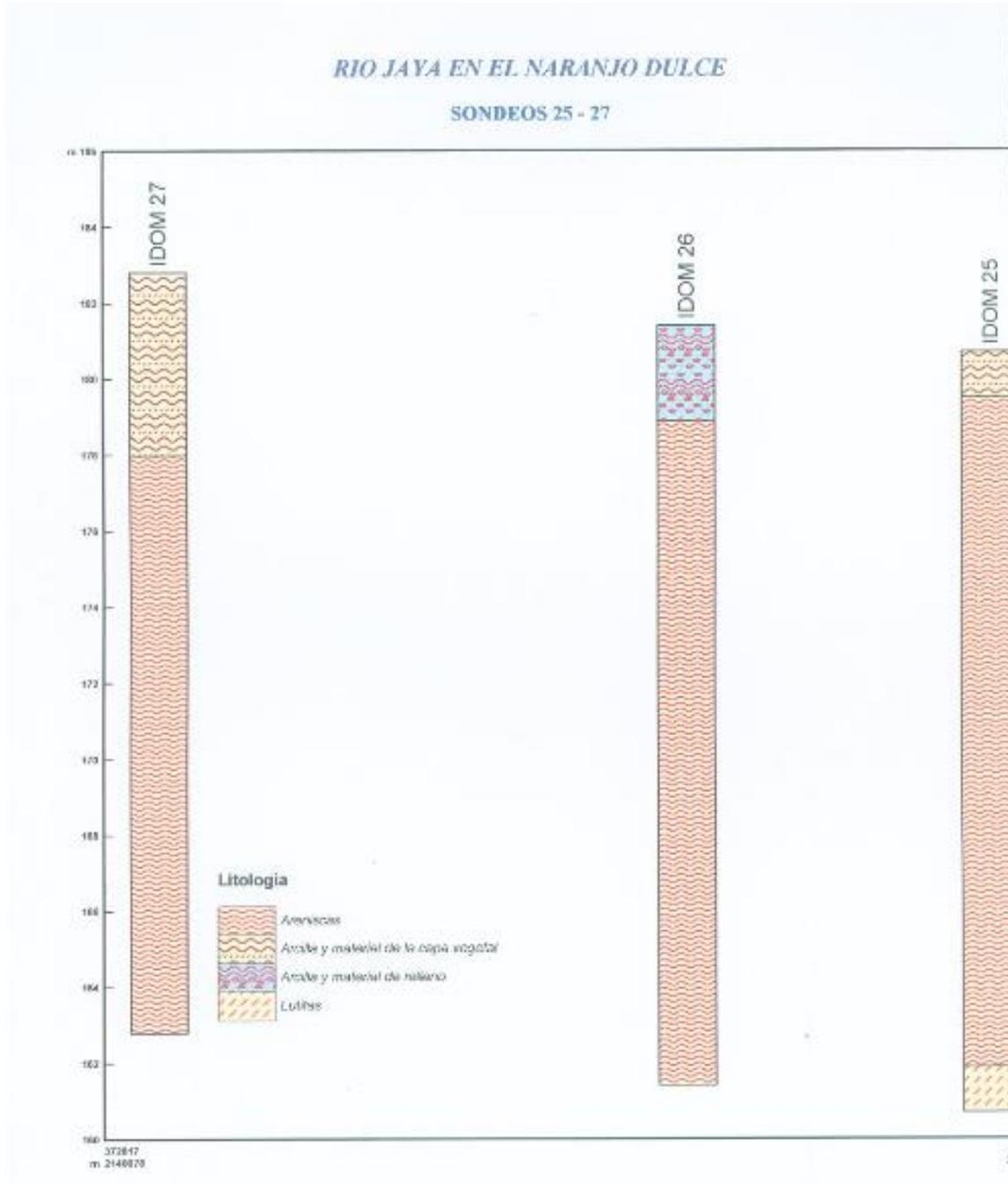
Estratigrafía. Los perfiles estratigráficos mostrados a continuación corresponden a la litología de emplazamientos de los dos estribos. Se tomará el resultado menos favorable para la profundidad del hincado de pilote o la profundidad mínima basada en la experiencia, aun cuando el estrato permita una profundidad menor, para proyectarlo a los dos estribos, debido a que los SEV no permiten realizar ensayos dentro del agua. Los resultados fueron explicados anteriormente y se resumen en el cuadro siguiente.

Tabla 13: Resultados de los sondeos obtenidos partir de (SEV) Naranjo Dulce.

Sondeo No.	Lado	Sitio	Estrato consolidado		
			Cotas	Cota	Profundidad
			Superficie		
S-25	Oeste	Naranjo Dulce	181	180	1
S-26	Oeste	Naranjo Dulce	182	175	7
S-27	Este	Naranjo Dulce	183	176	7
S-28	Este	Naranjo Dulce	185	182	3
S-29	Este	Naranjo Dulce	187	183.5	3.5

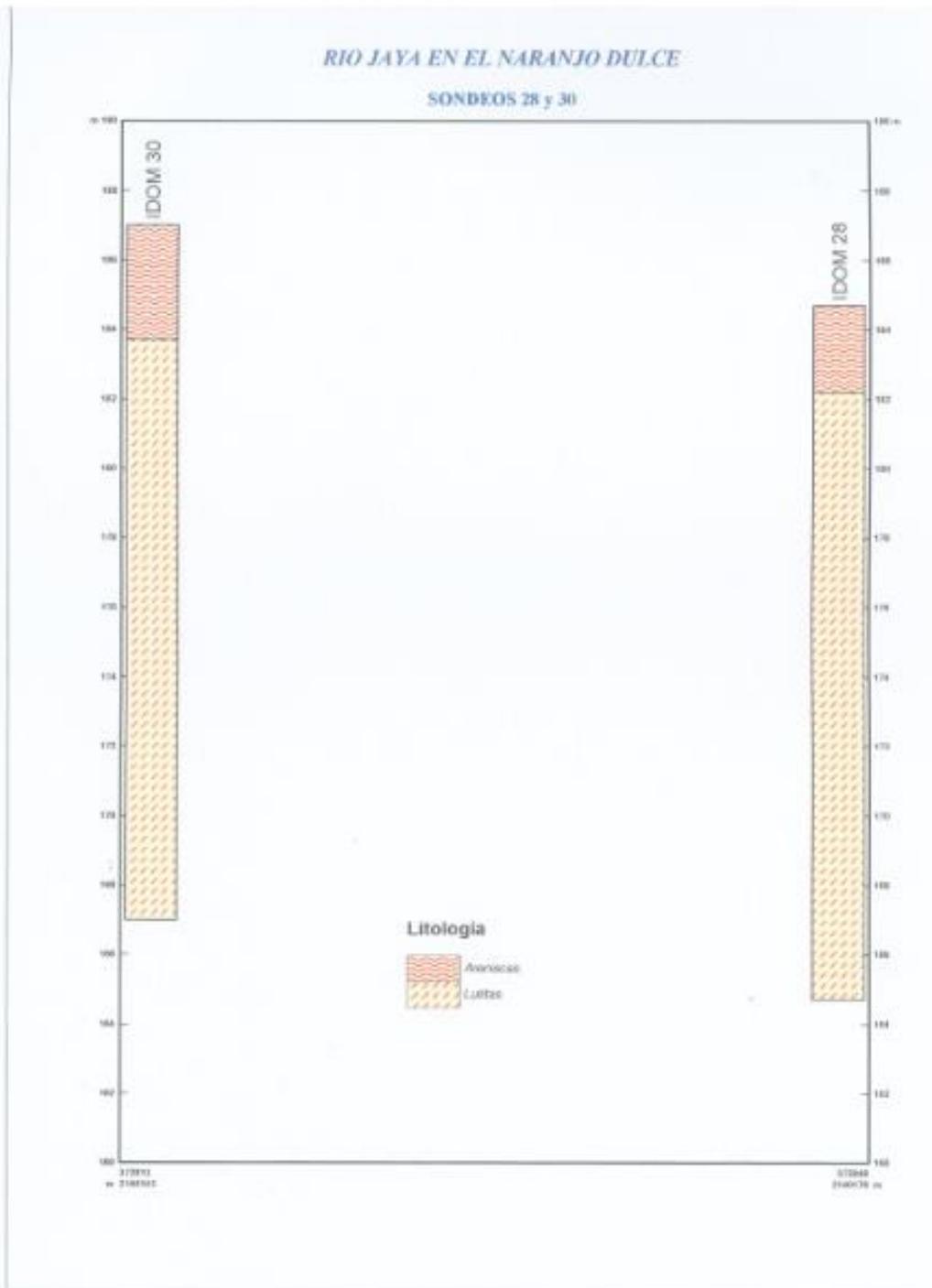
Fuente: IDOM-VNG

Ilustración 46: Estratigrafía a partir de (SEV) lado Este



Fuente: IDOM-VNG

Ilustración 47: Estratigrafía a partir de (SEV) lado Este



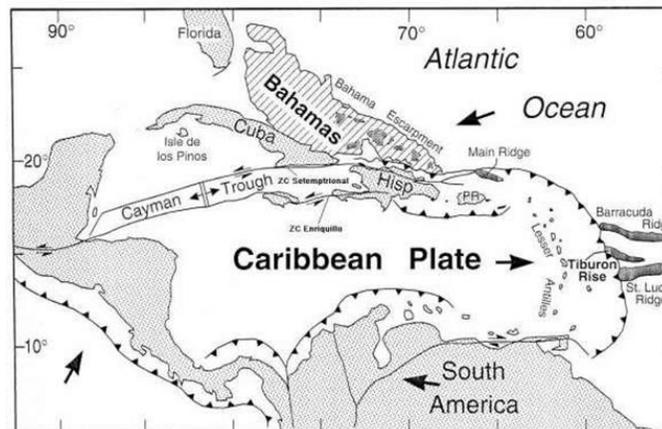
Fuente: IDOM-VNG

8.1.3. GEOLOGÍA

Geología nacional. Esta información general, es tomada de las directivas dadas por el MOPC sobre el tema, para proyectos similares y que se incluye en este documento básicamente, como referencia para el diseño final de la obra.

Estudio Geológico. La Isla Hispaniola se encuentra en la parte norte de la placa tectónica del Caribe, que desde el eoceno medio se desplaza al este en relación a las placas americanas (Ilustración 10). Este límite representa una compleja zona de deformación de aproximadamente 250Km., donde se manifiestan desplazamientos siniéstrales y colisionales. La Isla Hispaniola está conformada por una aglomeración de terrenos, separados por importantes zonas de fallas, consolidada entre el cretáceo (65 x 106 años) y mioceno (6 x 106 años) inferiores. Muchos de los límites que separaron los terrenos fueron reactivados formando provincias morfotectónicas de cordilleras y cuencas sedimentarias alargadas, limitadas por fallas (Dolan et al. 1998, DeMets et al. 2000, Mann et al. 2002).

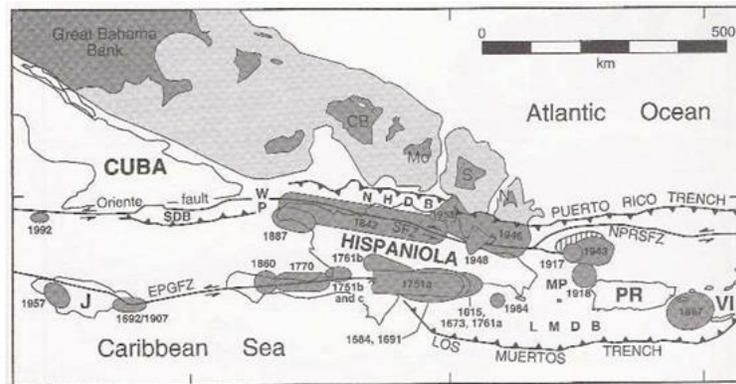
Ilustración 48: Sismicidad histórica ubicada en mapa tectónico de la Placa Caribe (Dolan et al., 1998).



Fuente: SGN

Peligro Sísmico. La sismicidad en la Isla Hispaniola continúa activa con registros sísmicos de gran magnitud, tal como se puede ver en la Ilustración, donde se indican la sismicidad histórica y las estructuras tectónicas relacionadas estos eventos. Estudios geológicos y sismológicos realizados en los últimos años revelan que la falla Septentrional asociada a la Placa del Caribe son las estructuras más importantes del punto de vista sismológico, debido a que la falla Septentrional se está acomodando cerca de 8 mm/año, mientras que la Placa del Caribe se está desplazando de 20 a 25 mm/año respecto a Norteamérica.

Ilustración 49: Sismicidad histórica ubicada en mapa tectónico de la Placa Caribe (Dollan et al., 1998).



Fuente: SGN

Estudios respecto a sismicidad en la Isla Hispaniola (ECHO, ONESVIE, SODOSISMICA, PERIE, M. L, 2004) revelan sismos con aceleración entre 0,14 y 0,16g.

Para el cálculo de las estructuras donde interviene sismo, el MOPC recomienda considerar sismos con aceleración de 0,2g. Asimismo, se aplicarán las indicaciones establecidas en las “Recomendaciones provisionales para el análisis sísmico de estructuras” M -001, publicadas por la Dirección General de Reglamentos y Sistemas del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones – MOPC. De esta manera, los sismos se evaluarán utilizando la bidireccionalidad de sus efectos y se considerará un grado de sismicidad tipo I ($Z=1$).

Geología Local. San Francisco de Macorís. (Información del Servicio Geológico Nacional). Información tomada de la hoja correspondiente a Río San Juan

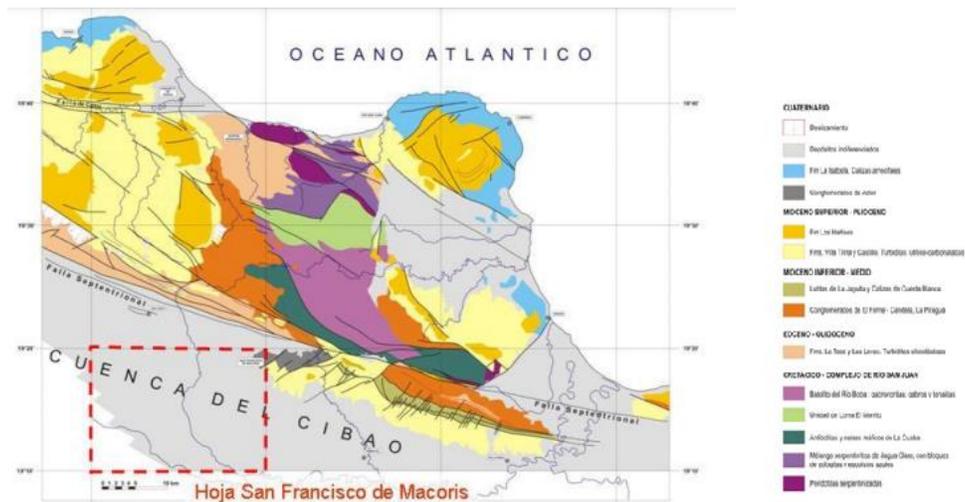
“La hoja se ubica entre los dominios de la Cordillera Septentrional al Norte y de la Cuenca del Cibao al Sur de la Cordillera oriental al Sur y la Cordillera Central al Suroeste. La estructura de Push Up de la Elevación de San Francisco relacionada a la transpresión en la zona de la Falla Septentrional se termina en el sector Noreste de la Hoja.

La Elevación de San Francisco ocupa la región más suroriental de la Cordillera Septentrional, y corresponde básicamente a una elevación dentro de la Cuenca del Cibao y al Sur de la Falla Septentrional. Esta elevación ha producido la exhumación de materiales que muestran una estratigrafía diferente al resto de la Cordillera Septentrional. Clásicamente se ha denominado indistintamente San Francisco Push-up o Elevación de San Francisco, desde los primeros trabajos en la región (Blesch, 1966; Rodríguez-Torres et al., 1985). Los estudios tectónicos y estratigráficos más importantes corresponden a los realizados por Guglielmo (1986), Guglielmo y Winslow (1988), Nadai (1987), Nadai y Winslow (1988) y Winslow et al. (1991).

Desde el punto de vista de la estratigrafía de este dominio, se han ido proponiendo diferentes esquemas litoestratigráficos, algunos de los cuales, los propios autores han ido modificando,

siendo actualmente difícil la obtención de un esquema u organización concreta que realmente funcione para toda la Elevación de San Francisco. Desde el punto de vista tectónico, la Elevación de San Francisco se interpreta como un medio pop-up (flor tectónica) formado en un contexto de transpresión en relación con la Falla Septentrional. Este es afectado por un doble sistema de fallas: fallas de desgarre con dirección paralela a la Falla Septentrional, y fallas normales de dirección sub-perpendicular que cortan las estructuras y que le confieren una morfología característica en “pan francés”. Las observaciones de los trabajos de Winslow et al. (1991) han sido tenidos en cuenta en la realización de la hoja de síntesis a escala de 1/150 000 publicada por “The Geological Society of America” en el marco del “Special Paper 262” (Lebrón M.C. y Mann P.,1991”).

Ilustración 50: Geología de la zona del proyecto. Sabaneta de Yásica



Fuente : Hoja Río San Juan. SGN

8.1.4. MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

En el diseño final, las fuentes de materiales identificados deberán ser validadas por el consultor o ampliadas con otras fuentes, debiendo realizar ensayos de laboratorio y trabajos de campo para esos fines. En la ciudad de San Francisco de Macorís a una distancia relativamente corta para este tipo de proyecto, de 7 km, se localizan todos los materiales necesarios para la obra.

CENTROS DE PRODUCCIÓN

En San Francisco de Macorís pueden suministrar todo el hormigón del proyecto, acero y madera para el proyecto. Los materiales ferreteros y productos terminados pueden ser adquiridos en el sector comercial de dicha ciudad.

8.1.5. CAMBIO CLIMÁTICO, HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA

Con el fin de considerar el riesgo dentro del diseño conceptual de los “3 puentes en el camino a Naranja Dulce” es necesario realizar el análisis de la cuenca del río Jaya desde su punto más alto hasta la zona de implementación del puente más aguas abajo; así como el comportamiento del cauce en cada punto de implementación de los puentes.

Para ello será necesario conocer las características hidrológicas del terreno constituyente de la cuenca de captación, de cada uno de los ríos, arroyos y afluentes principales que serán analizados simultáneamente. A partir de estos puntos, se toman los datos de registro de lluvias con los que posteriormente, a través del análisis de un modelo de pérdidas de transformación de la lluvia-escorrentía y de propagación de los caudales obtenidos, obtendremos los datos de los caudales máximos de avenida para cada uno de los períodos de retorno en estudio en los puntos críticos de análisis.

Estos caudales máximos de avenida serán necesarios para poder elaborar posteriormente un estudio hidráulico del cauce en estudio, del cual podremos obtener una relación de calados, velocidades y posibles áreas inundables adecuadas a la realidad.

CAMBIO CLIMÁTICO E HIDROLOGÍA

Pluviometría

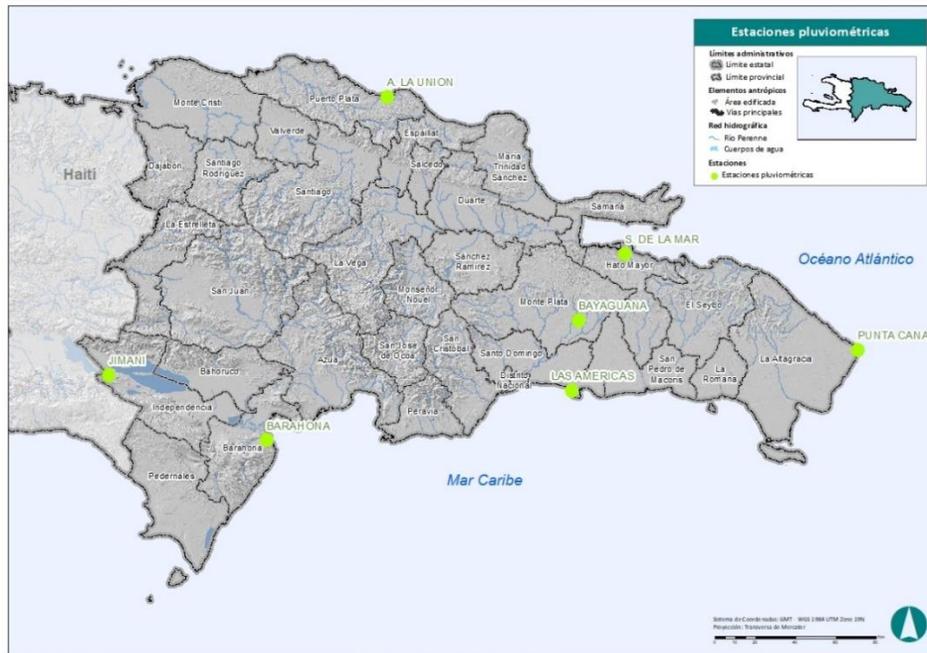
Para el estudio de pluviometría, se hace necesario conocer las características hidrológicas de la zona de estudio. Para ello, se toman los datos de registro de lluvias, las cuales se utilizarán posteriormente para realizar una modelización sus efectos en las cuencas determinadas.

Un gran número de estaciones pluviométricas, pese a encontrarse en una zona cercana al área de estudio, no tienen la solvencia suficiente para poder realizar los análisis pertinentes, puesto que sus datos no cuentan con más de 10 años continuados, algo que está por debajo de las necesidades de series entre 20-30 años y, por lo tanto, incumplen la mínima extensión del registro recomendado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), para obtener estadísticas confiables.

A pesar de ello, existen una serie de estaciones dispuestas por toda la República Dominicana, como se puede observar en la Ilustración 51, donde sí se tienen series de precipitación lo suficientemente solventes como para realizar análisis de precipitaciones (del 1994 al 2019) según la mínima extensión del registro recomendado por la OMM.

Ilustración 51: Localización de las estaciones pluviométricas.

MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)



Fuente: IDOM-VNG.

Tabla 14: Características de las estaciones pluviométricas.

Nombre	Longitud	Latitud	Elevacion
JIMANI	-71.85	18.4834	31
BARAHONA	-71.1	18.2	10
A. LA UNIÓN	-70.5499	19.75	5
LAS AMÉRICAS	-69.6666	18.4333	17
BAYAGUANA	-69.6333	18.75	61
S. DE LA MAR	-69.4166	19.0501	3
PUNTA CANA	-68.3167	18.6167	7

Fuente: IDOM-VNG.

De estas estaciones, se calcula el período de retorno para los diferentes años previamente establecido. En estos datos de período de retorno Tabla 15, se puede apreciar que, en el período de retorno de 2 años, Jimani cuenta con el mínimo valor con 77,35 mm/día mientras que el máximo se encuentra en Barahona con 132,93 mm/día. En cuanto al período de retorno de 100 años, las precipitaciones mínimas se encuentran en Bayaguana, con 171, 57 mm/día y las máximas de nuevo en Barahona con 530,37 mm/día.

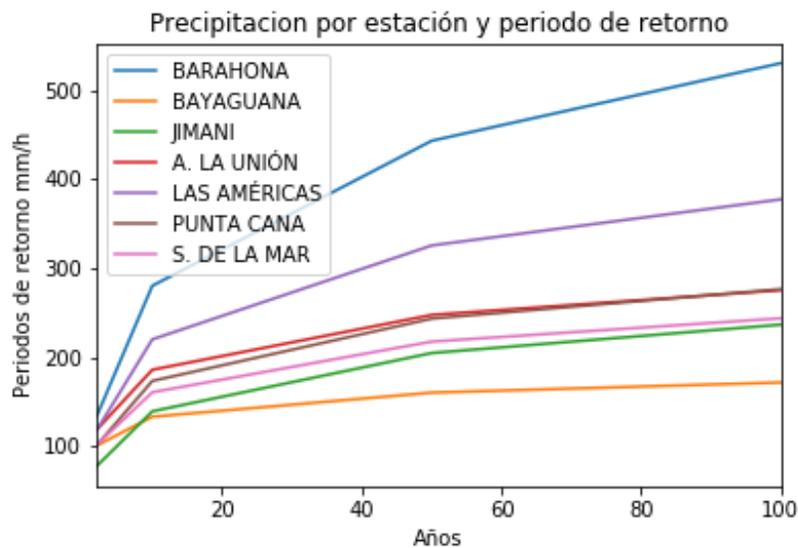
Tabla 15: Precipitación (mm/día) por estación y período de retorno

MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

Tr (años)	Barahona	Bayaguana	Jimani	A. La Unión	Las Américas	Punta Cana	S. de La Mar
2	132.932	100.4319	77.34654	118.2425	117.4229	100.4556	101.1869
10	280.2094	133.1074	139.175	185.8463	219.9996	173.3245	160.5738
50	443.1682	160.1519	204.6388	247.4568	325.5304	243.329	217.4926
100	530.3695	171.5736	236.5889	275.3162	377.3345	276.4675	243.671

Fuente: IDOM-VNG.

Ilustración 52: Precipitación (mm/día) por estación y período de retorno.



Fuente: IDOM-VNG.

Como se menciona anteriormente, las estaciones con las que se cuenta no cubren la zona de estudio de forma eficiente. Por ello, se ha utilizado la *Tropical Rainfall Measurement Mission* (TRMM) para complementar la información de precipitaciones. Se trata de un proyecto conjunto de la *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) por parte de EEUU y *Japan Aerospace Exploration Agency* (JAXA) por parte de Japón, cuyo objetivo era proveer de una base de datos de precipitaciones a nivel global, a través de diferentes herramientas descritas en la siguiente Tabla 16.

Tabla 16: Instrumentos utilizados en la TRMM.

Precipitation Radar (PR)
TRMM Microwave Imager (TMI)
Visible and Infrared Scanner (VIRS)
Clouds and the Earth's Radiant Energy Sensor (CERES)
Lightning Imaging Sensor (LIS)

Fuente: NASA.

El producto final de la TRMM es una malla a nivel global con una resolución espacial aproximada de 25 km X 25 km (0.25° X 0.25°) y una resolución espacial de 3 horas, en la cual se encuentran diferentes bandas con datos relacionados con la precipitación (Tabla 17).

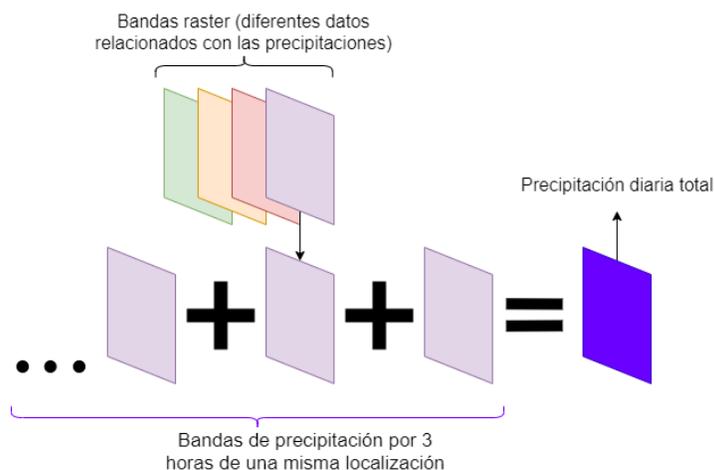
Tabla 17: Bandas de la TRMM.

Banda	Descripción
Precipitación	Estimación de precipitación por la combinación de IR y microondas.
Error relativo	Estimación del error relativo a los valores de precipitación por la combinación de IR y microondas.
HQ precipitación	Estimación de precipitación por microondas.
IR precipitación	Estimación de precipitación por IR.

Fuente: IDOM-VNG.

Utilizando la banda “Precipitación”, los datos de precipitación cada 3 horas se combinan para obtener una nueva malla con resolución espacial diaria (Tabla 17).

Ilustración 53: Extracción de la banda de precipitación principal y creación un nuevo dataset con datos de precipitación diarios.



Fuente: IDOM-VNG.

Tras el proyecto TRMM, el *Global Precipitation Measurement* (GPM) tomó su lugar, para seguir dotando de datos de precipitación en todo el mundo. GPM es, al igual que TRMM, un proyecto conjunto entre la NASA y la JAXA lanzado en 2014. En este caso la resolución espacial es de aproximadamente 11 km X 11 km (0.1° X 0.1°) y la resolución temporal es de 30 minutos.

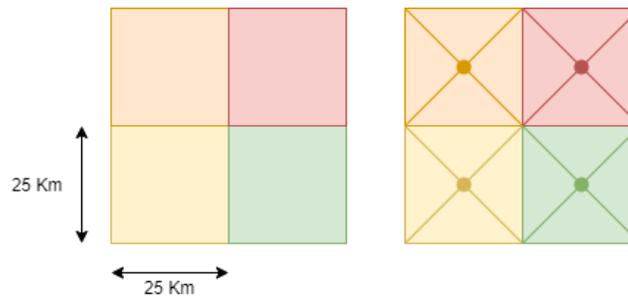
Tabla 18: Instrumentos utilizados en la GPM

GPM Microwave Imager (GMI)
Dual-Frequency Precipitation Radar (DPR)

Fuente: NASA.

Para poder combinar la información del TRMM con la del GPM, se ha procedido a equiparar el GPM a la resolución espacial del TRMM y reduciendo estadísticamente la resolución temporal para obtener datos diarios de precipitación. Finalmente se cuenta con una malla de precipitación diaria para el período 1998-2019, con una resolución espacial de $\approx 25 \text{ km} \times \approx 25 \text{ km}$. De esta malla se han extraído los centroides, para poder realizar los análisis de forma más eficiente, conteniendo estos el valor relativo a los 25 km cuadrados de extensión (Ilustración 54).

Ilustración 54: Extracción de centroides.



Fuente: IDOM-VNG.

Figure 1: Localización de los centroides de TRMM.



Fuente: IDOM-VNG.

La aplicación de un algoritmo que calibre la totalidad de los registros de precipitación obtenidos supondría un aplanamiento de los datos en los máximos y mínimos, con lo que los eventos extremos (*outliers*) tenderían a reducirse, siendo ello contraproducente para el desarrollo del estudio. Por consiguiente, tras descartar la posibilidad de calibrar la totalidad de los datos, se ha decidido utilizar los períodos de retorno de las estaciones y los datos satelitales de precipitación, ya que estos se nutren básicamente de eventos extremos.

El Período de Retorno (T_r) de cualquier evento extremo (lluvias máximas, temperaturas extremas, huracanes, entre otros), se define como el lapso o número de años que, en promedio, se cree que

será igualado o excedido, es decir, es la frecuencia con la que se presenta un evento (Mélize y Reason, 2007). El grado de magnitud de un fenómeno extremo está relacionado de forma inversa con su frecuencia de ocurrencia, las precipitaciones muy intensas ocurren con una frecuencia menor que las moderadas o débiles.

Por tanto, la calibración se realizará atendiendo a los períodos de retorno de cada uno de los centroides de TRMM, en comparación con los períodos de retorno de las estaciones. Los períodos de retorno utilizados son 2, 5, 10, 25, 100, 200 y 500 años, con las siguientes distribuciones (Tabla 19).

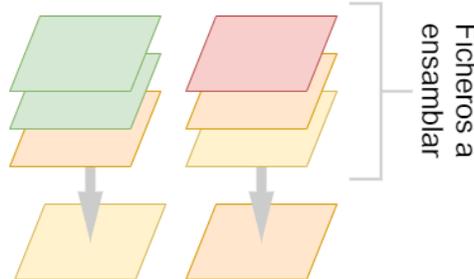
Tabla 19: Lista de distribuciones utilizadas.

Normal	LogNormal de 2 parámetros
Log Pearson tipo 3	LogNormal de 3 parámetros
Gumbel	Gamma de 2 parámetros
log Gumbel	Gamma de 3 parámetros

Fuente: IDOM-VNG.

Para ello, se seleccionan los máximos diarios anuales de toda la serie, en este caso los máximos de 1998 y 2019, tanto para los centroides como con las estaciones. Además, para realizar el cálculo de los períodos de retorno, se han utilizado nuevamente un ensamble de diferentes distribuciones (Ilustración 55), siempre cuando tengan una significancia estadística igual o mayor al 95%, con lo que el conjunto de precipitaciones puede ser explicada con la distribución.

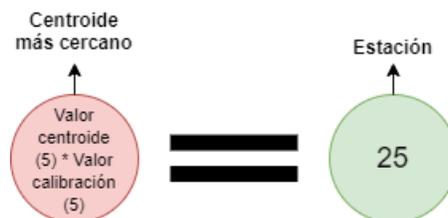
Ilustración 55: Ensamble de datasets.



Fuente: IDOM-VNG.

Para cada período de retorno, los centroides más cercanos a las estaciones son asignados a estas (Ilustración 56), para poder calcular la diferencia de valores, y asignar estos valores a los centroides correspondientes.

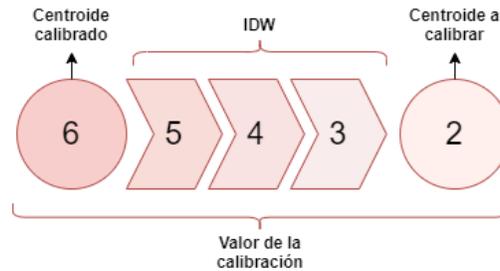
Ilustración 56: Calibración de centroides asignados a estaciones.



Fuente: IDOM-VNG.

A partir de estos valores, se calcula una interpolación inversa a la distancia, con la cual el valor va disminuyendo en cuanto más se aleja al punto que contiene el valor.

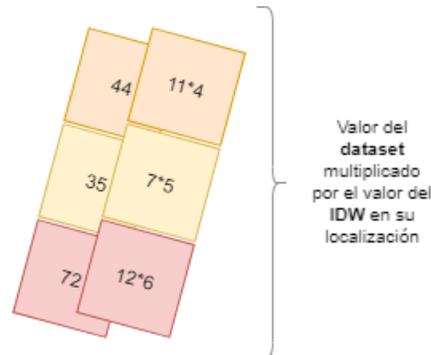
Ilustración 57: IDW con el valor de la calibración



Fuente: IDOM-VNG.

Los centroides extraen el valor de cada interpolación (existen 4, una por cada período de retorno utilizado), y dicho valor se multiplica por el valor de precipitaciones del período de retorno correspondiente en cada centroide, teniendo como resultado una malla de 25 X 25 km de valores de precipitaciones por cada período de retorno (Ilustración 58).

Ilustración 58: Dataset de precipitaciones calibrado.

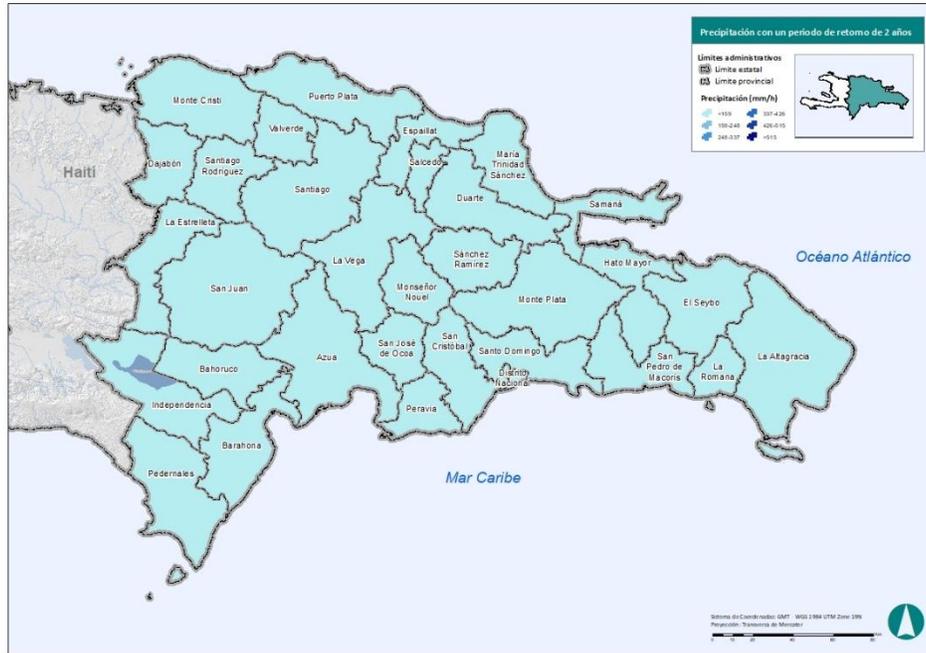


Fuente: IDOM-VNG.

El resultado de estas calibraciones es el de un dataset con una resolución aproximada de 25x25 km, que contiene datos de precipitación para toda la República Dominicana, procedentes de TRMM y GPM y calibrados con las estaciones pluviométricas. A partir de este nuevo dataset, se pueden calcular los períodos de retorno para todo el país, a continuación, se muestran los resultados para 2 años, 10 años, 50 años y 100 años de período de retorno.

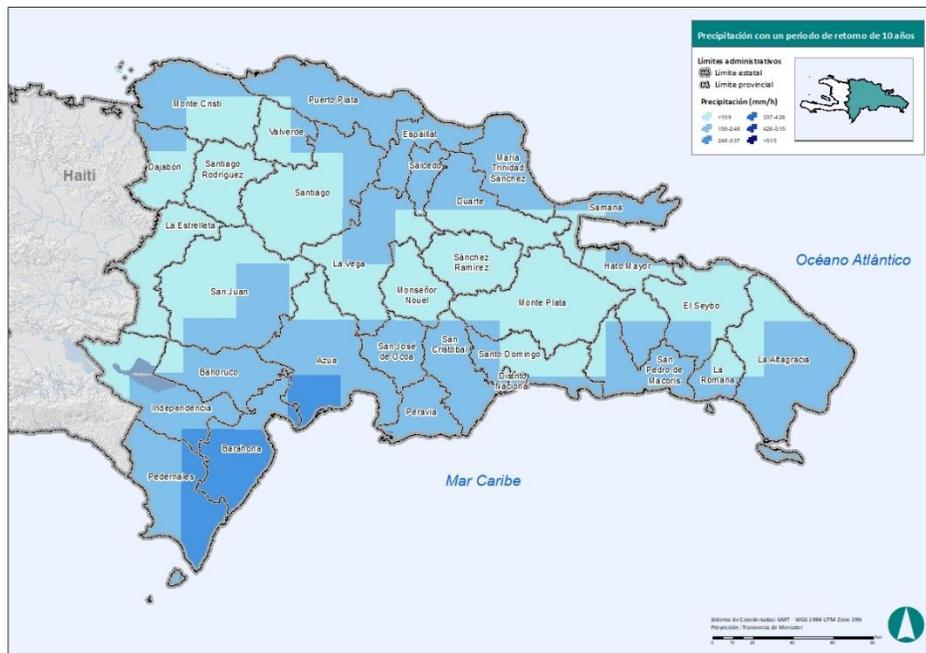
MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

Mapa 1 Precipitación para un período de retorno de 2 años.



Fuente: IDOM-VNG.

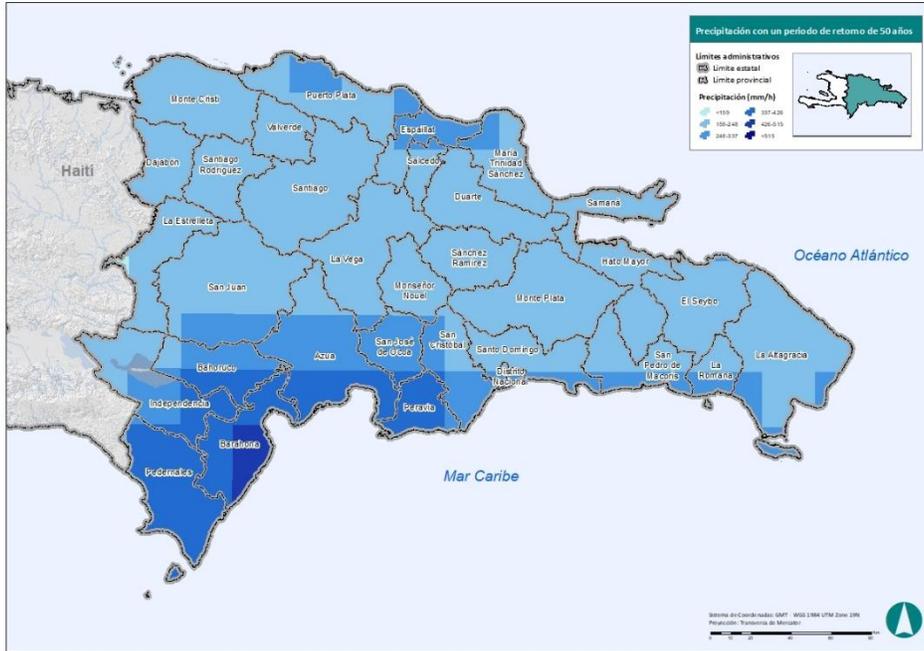
Mapa 2 Precipitación para un período de retorno de 10 años.



Fuente: IDOM-VNG.

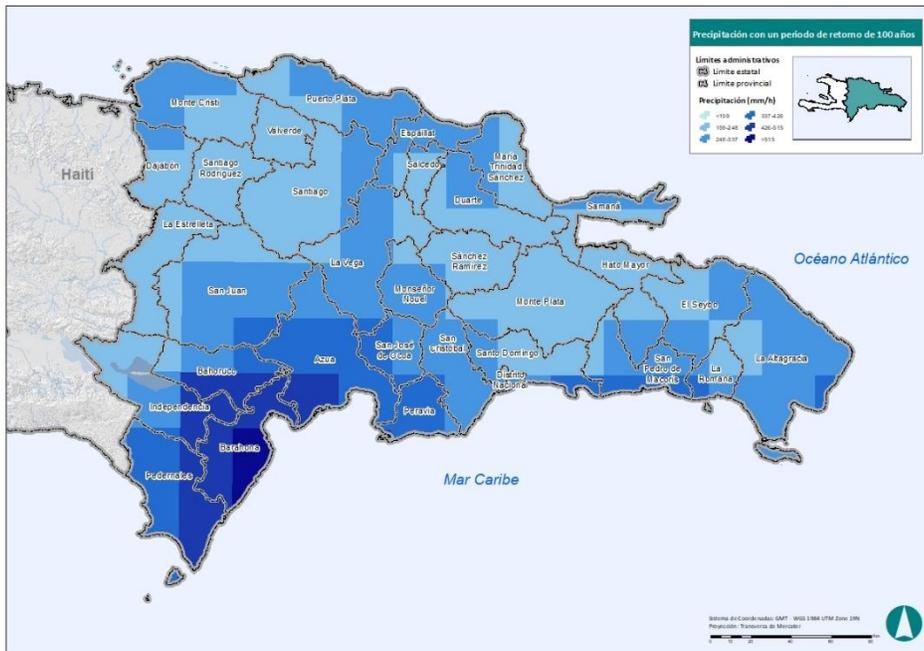
MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

Mapa 3 Precipitación para un período de retorno de 50 años.



Fuente: IDOM-VNG.

Mapa 4 Precipitación para un período de retorno de 100 años.



Fuente: IDOM-VNG.

Clima Futuro – Efectos del Cambio Climático

Para el estudio *Global Climate Models* (GCM), correspondientes al *Coupled Model Intercomparison Project Phase 5*, (CMIP5) (Thrasher, B., 2012), en base al quinto informe del *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), los cuales contienen información sobre la temperatura mínima y máxima cerca de la superficie (en grados Kelvin) y la precipitación en superficie, incluyendo tanto las fases líquidas y sólidas de todo tipo de nubes (en $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$) (NASA Center for climate simulation, <https://www.nccs.nasa.gov/services/data-collections/land-based-products/nex-gddp>).

La información de los diferentes modelos del CMIP5, para la precipitación procede de la base de datos NASA Earth Exchange *Global Daily Downscaled Projections*, (NEX-GDDP) (Thrasher, B., 2012). Esta contiene 150 años simulados, desde 1950 a 2005 como datos proyectados de forma retrospectiva y del 2006 a 2100, proyectados a futuro, con una resolución espacial aproximada de 25 km X 25 km ($0.25^\circ \times 0.25^\circ$) y un total de 21 GCMs.

Tabla 20: NEX/GDDP GCMs

ACCESS1-0
BNU-ESM
CCSM4
CESM1-BGC
CNRM-CM5
CSIRO-Mk3-6-0
CanESM2
GFDL-CM3
GFDL-ESM2G
GFDL-ESM2M
IPSL-CM5A-LR
IPSL-CM5A-MR
MIROC-ESM
MIROC-ESM-CHEM
MIROC5
MPI-ESM-LR
MPI-ESM-MR
MRI-CGCM3
NorESM1-M
bcc-csm1-1
inmcm4

Fuente: IDOM-VNG.

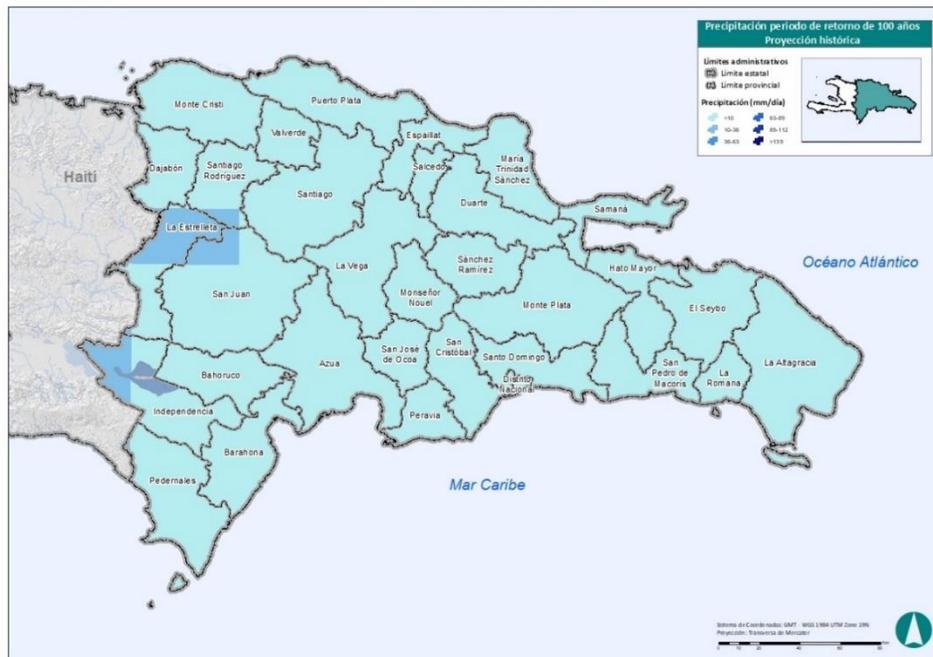
Sobre los *Representative Concentration Pathways* (RCPs), de los escenarios 4.5 (estabilización de la fuerza radioactiva) y 8.5 (altos niveles en emisiones de gases de efecto invernadero) y sobre los datasets de proyección histórica (hasta el año 2005), se aplica un análisis multimodal (Ilustración 55: Ensamble de datasets.) a los 21 GCMs, obteniendo como resultado una reducción de la incertidumbre en los resultados (Gleckler et al. 2008) [Gleckler, P. J., Taylor, K. E., & Doutriaux, C. (2008).

Performance metrics for climate models. *Journal of Geophysical Research*, 113(D6). doi:10.1029/2007jd008972].

Para poder establecer el porcentaje de cambio que se da en la zona de estudio con los distintos escenarios climáticos, se utilizan los datos históricos proyectados retrospectivamente, puesto que este cambio será más confiable al tratarse de la misma fuente de datos que los escenarios futuros.

A partir de los datasets ensamblados, se extraen los años 1970-2005 para el dataset histórico, y 2046-2070 para los RCP's 4.5 y 8.5. Posteriormente, se calcula el período de retorno de 100 años para los diferentes dataset, los cuales muestra unos porcentajes de cambio enormes en algunos casos como con el RCP 8.5, donde llega a superar el 120% con el histórico (Mapa 5 a Mapa 7).

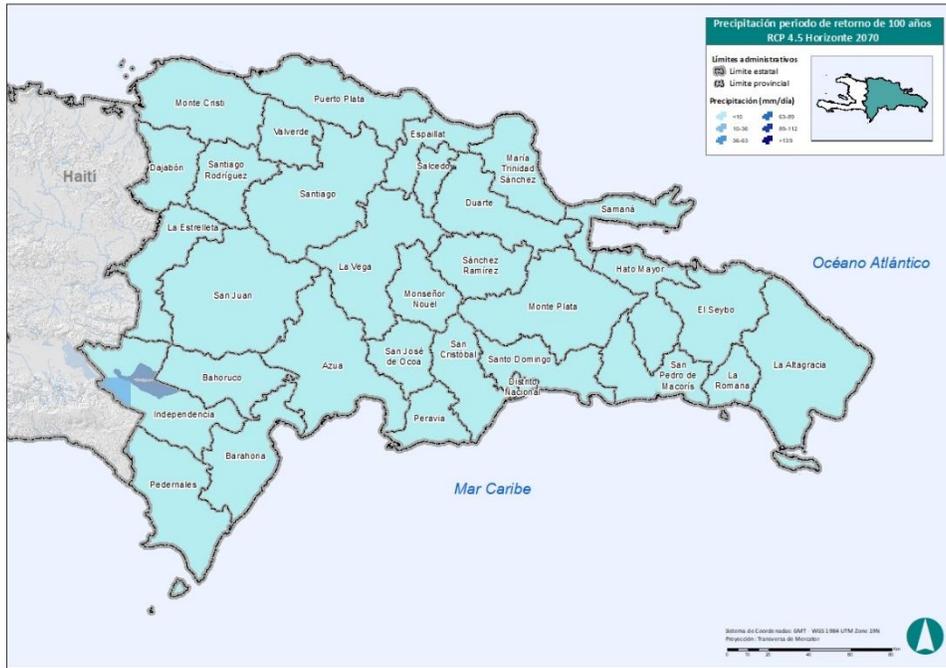
Mapa 5 Proyección histórica con un período de retorno de 100 años.



Fuente: IDOM-VNG.

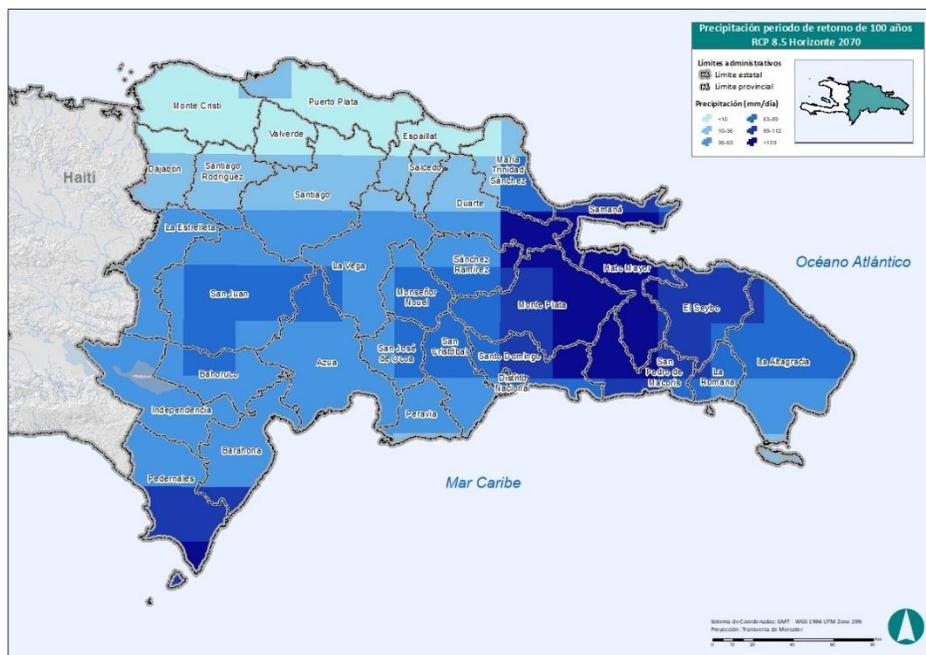
Mapa 6 RCP 4.5 para el período 2046- 2070, con un período de retorno de 100 años.

MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)



Fuente: IDOM-VNG.

Mapa 7 RCP 8.5 para el período 2046- 2070, con un período de retorno de 100 años.



Fuente: IDOM-VNG.

Los datasets relacionados con el cambio climático (diferentes modelos de RCP4.5 y RCP 8.5) han de ser descartados para el estudio, puesto que no se halla una significancia estadística en sus tendencias (Ilustración 59 a Ilustración 62).

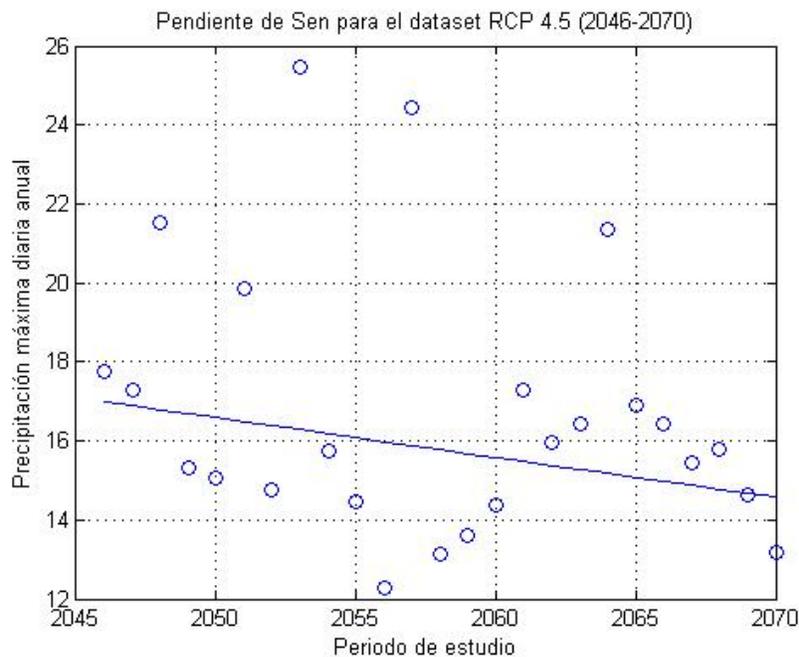
Los datos, tanto para el escenario actual como el de cambio climático, no muestran una tendencia significativa para método no paramétrico de Mann-Kendall y por lo tanto tampoco para la pendiente de Sen, así como tampoco lo hacen el dataset de estaciones pluviométricas y los datos combinados TRMM/GPM.

Tabla 21: Método no paramétrico de Mann Kendall y pendiente de Sen por dataset.

Dataset	P-valor	Pendiente
Estaciones (1998-2019)	0.14	2,13
TRMM/GPM (1998-2019)	0.57	-0.22
Historico (1970-2005)	0.13	0.06
RCP 45 (2046-2070)	0.18	-0.1
RCP 85 (2046-2070)	0.52	-0.05

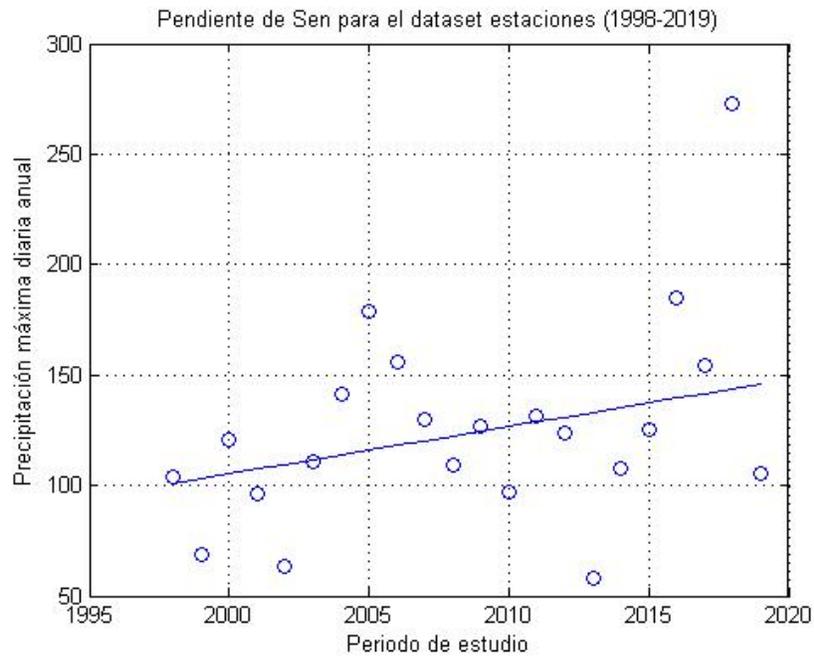
Fuente: IDOM-VNG.

Ilustración 59: Pendiente de Sen para el dataset RCP 4.5 (2046-2070).



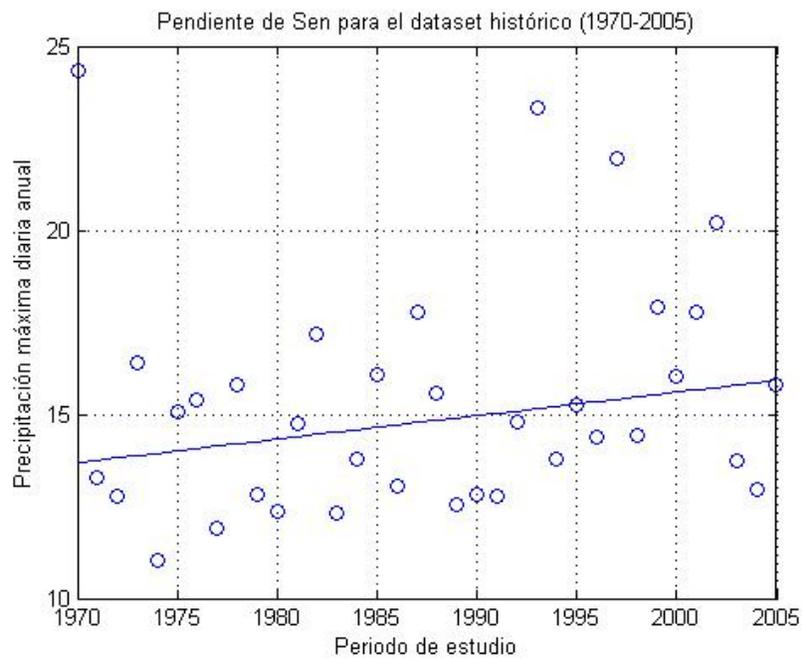
Fuente: IDOM-VNG.

Ilustración 60: Pendiente de Sen para el dataset estaciones (1998-2019).



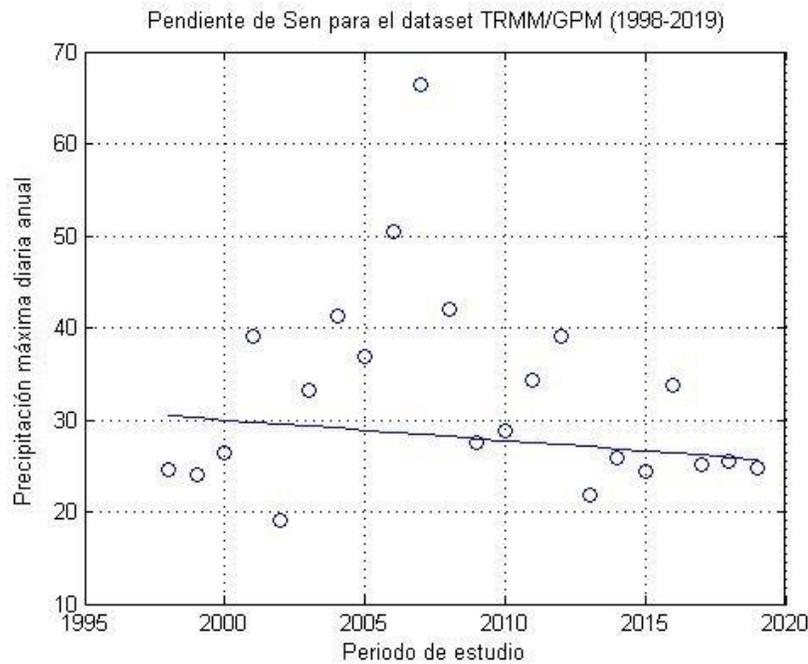
Fuente: IDOM-VNG.

Ilustración 61: Pendiente de Sen para el dataset histórico (1970-2005).



Fuente: IDOM-VNG.

Ilustración 62: Pendiente de Sen para el dataset TRMM/GPM (1998-2019).



Fuente: IDOM-VNG.

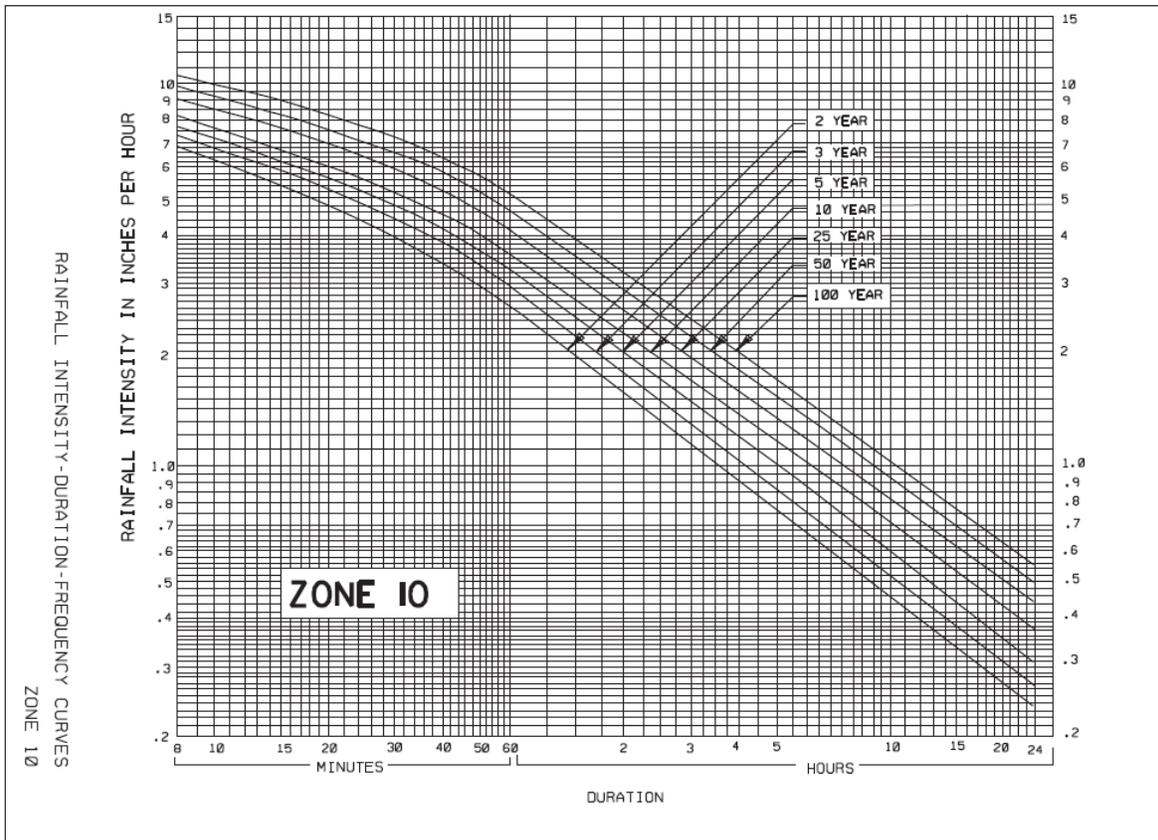
Distribución temporal de la lluvia

Para una distribución adecuada de la lluvia es necesaria la relación intensidad-duración del aguacero. No todas las estaciones recogen la distribución temporal del aguacero, ya que tienen un único dato de precipitación acumulada diaria, con lo que en esas estaciones se puede obtener el dato de lluvia máxima en 1 día para un período de retorno o frecuencia dado, pero, a priori, no se puede conocer la relación volumétrica entre un aguacero de 1 día y otro de menor duración. Sin embargo, esta relación de volúmenes de lluvia recogidos entre aguaceros de distinta duración es similar en distintas partes del mundo, por lo que dado que no se han encontrado curvas de intensidad-duración-frecuencia para República Dominicana, se ha procedido a adoptar como representativa la curva IDF de la ciudad de Miami (Estado de Florida, USA) puesto que desde el punto de vista climatológico se puede asimilar a la zona de estudio.

Así, se ha tomado como base la información proporcionada por el departamento de Transportes del Estado de Florida, en cuyo Manual de Diseño de Drenaje se proporcionan las curvas IDF para distintas zonas del Estado de Florida.

La zona 10 es la que corresponde a la ciudad de Miami, siendo la correspondiente curva IDF la que se muestra a continuación en la Ilustración 63.

Ilustración 63 Curva Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) Zona 10 Miami (Estado de Florida, USA).



Fuente: Manual de Diseño de Drenaje, Departamento de Transportes del Estado de Florida (USA).

Método de abstracciones

Esta metodología pretende obtener la lluvia eficaz o neta, es decir, la parte de la precipitación total del aguacero que realmente contribuye a la generación de caudales mediante escorrentías, contemplándose los siguientes fenómenos:

Intercepción, que es la parte de la precipitación que es “atrapada” por la vegetación antes de que alcance el suelo, quedando retenida y volviendo posteriormente a la atmósfera como evaporación.

Retención, que es la parte de la precipitación que se deposita en pequeñas depresiones del terreno en forma de charcos, que no contribuyen a la escorrentía superficial hasta que no se llenan por completo y rebosan.

Infiltración, por la cual parte de la lluvia pasa a las capas de suelo superficiales en las que queda almacenada hasta que se supera la capacidad de retención de agua de las partículas, momento en que se produce un drenaje vertical hacia los acuíferos profundos, y horizontal, que devuelve el agua a los cauces a través del terreno, constituyendo el “interflujo”, que tiene un considerable retraso sobre los caudales principales.

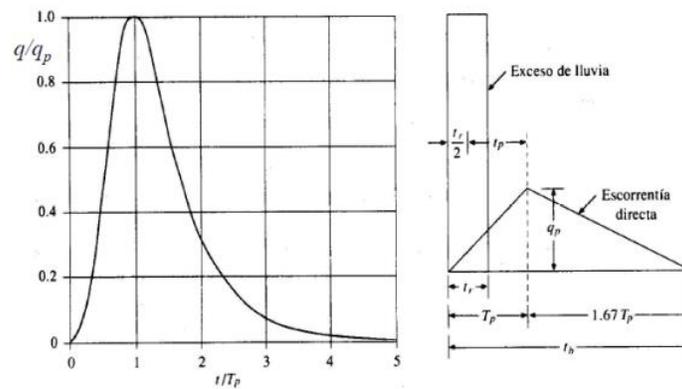
Esto quiere decir que el aporte de las aguas subterráneas generadas por un episodio de lluvia que provoca una inundación no va a tener influencia en los caudales punta que se generan, puesto que el proceso hasta que esa agua es devuelta a la red de drenaje es mucho más lento.

Los fenómenos de intercepción y retención tienen una incidencia fundamental al comienzo de la tormenta, constituyendo la denominada “abstracción o pérdida inicial”, mientras que el de la infiltración tiene una importancia decreciente con el tiempo, pero influye durante todo el desarrollo temporal de la lluvia.

Hidrograma unitario SCS (Soil Conservation Service), transformación lluvia-escorrentía

El diagrama adimensional del SCS, es un hidrograma unitario sintético en el cual se expresan los caudales en función del caudal pico, q_p y los tiempos en función del tiempo al pico, T_p .

Ilustración 64. Hidrograma unitario del SCS



Fuente: Hidrología Aplicada. Ven T. Chow

De lo que se puede deducir mediante fórmulas empíricas que:

$$T_p = \frac{t_r}{2} - t_p \quad \text{y} \quad t_p = 0.6T_c$$

Donde (t_r) es la duración de la lluvia efectiva y (T_c) es el tiempo de concentración de la cuenca.

El tiempo de concentración (T_c), que se define como el tiempo mínimo necesario para que todos los puntos de una cuenca estén aportando agua de escorrentía de forma simultánea al punto de salida o de desagüe de la cuenca, se ha calculado teniendo en cuenta diferentes metodologías y adoptando como resultado la media ponderada de los resultados calculados.

Para calcular la abstracción de la lluvia existen diferentes métodos; uno de los más utilizados es el método del número de curva (CN) del Soil Conservation Service (SCS). En este método se establece que, para un evento de precipitación, la profundidad de exceso de precipitación o escorrentía directa (P_e) es siempre menor o igual a la profundidad de precipitación (P); de manera similar, después de

que la escorrentía se inicia, la profundidad adicional del agua retenida en la cuenca (F_a) es menor o igual a alguna retención potencial máxima (S). Existe una cierta cantidad de precipitación (la - abstracción inicial antes del encharcamiento) para la cual no ocurrirá escorrentía, luego la escorrentía potencial es $P - I_a$.

La hipótesis del método del número de curva consiste en que las relaciones de las dos cantidades reales y las dos cantidades potenciales son iguales, es decir (Chow et al, 1994):

$$\frac{F_a}{S} = \frac{P_e}{P - I_a}$$

- *Número de Curva, CN:*

El SCS elaboró curvas con la relación entre escorrentía directa P_e y precipitación P . Para superficies impermeables, el número de curva (CN), es igual a 100. Para otras superficies, CN es menor que 100 (Chow et al, 1994).

Se han elaborado tablas para obtener el CN según los siguientes aspectos:

- A) Condiciones de humedad antecedente, con base en la lluvia anterior de 5 a 30 días.
 - Condición AMC(I): Suelo seco. No aplicable a crecida de proyecto. Caudales bajos.
 - Condición AMC(II): Suelo medio. Asociado a crecidas anuales o promedios.
 - Condición AMC(III): Suelo húmedo. Crecidas máximas. Caudales altos.
- B) Tipo de terreno: se refiere al uso del suelo, la cubierta vegetal y las prácticas de cultivo.
 - Poca densidad de vegetación: Condición que conduce a mayores valores de CN y mayores valores de escorrentía.
 - Alta densidad de vegetación: Condición que conduce a menores valores de CN y menores valores de escorrentía.
- C) Condiciones hidrológicas de los suelos.

Ven Te Chow (1994) propone una clasificación en función de uso de la tierra y de la clasificación del suelo frente al drenaje. Como se comentaba al principio del apartado, el CN refleja el grado de impermeabilización del suelo, donde 100 es completamente impermeable (como los cuerpos de agua), siendo más bajo este valor cuanto mayor es la capacidad del terreno para infiltrar, retener o evapotranspirar el agua de lluvia.

Tabla 22. Número de curva para condición antecedente de humedad II según el uso del suelo y su grupo hidrológico.

MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

Descripción del uso de la tierra		Grupo hidrológico del suelo			
		A	B	C	D
<i>Tierra cultivada</i>					
Sin tratamientos de conservación		72	81	88	91
Con tratamientos de conservación		62	71	78	81
<i>Pastizales</i>					
Condiciones pobres		68	79	86	89
Condiciones óptimas		39	61	74	80
Vegas de ríos: condiciones óptimas		30	58	71	78
<i>Bosques</i>					
Cubierta pobre, sin hierbas		45	66	77	83
Cubierta buena		25	55	70	77
<i>Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios</i>					
Condiciones óptimas: 75% de pasto o más		39	61	74	80
Condiciones aceptables: 50-75% de pasto		49	69	79	84
Distritos industriales (72% impermeables)		81	88	91	93
<i>Residencial</i>					
<i>Tamaño</i>	<i>% impermeable</i>				
1/8 acre	65	77	85	90	92
1/4 acre	38	61	75	83	87
1/3 acre	30	57	72	81	86
1/2 acre	25	54	70	80	85
1 acre	20	51	68	79	84
Parqueaderos pavimentados, techos		98	98	98	98
Áreas comerciales (85% impermeables)		89	92	94	95
<i>Calles y carreteras:</i>					
Pavimentos con cuneta y alcantarillado		98	98	98	98
Grava		76	85	89	91
Tierra		72	82	87	89

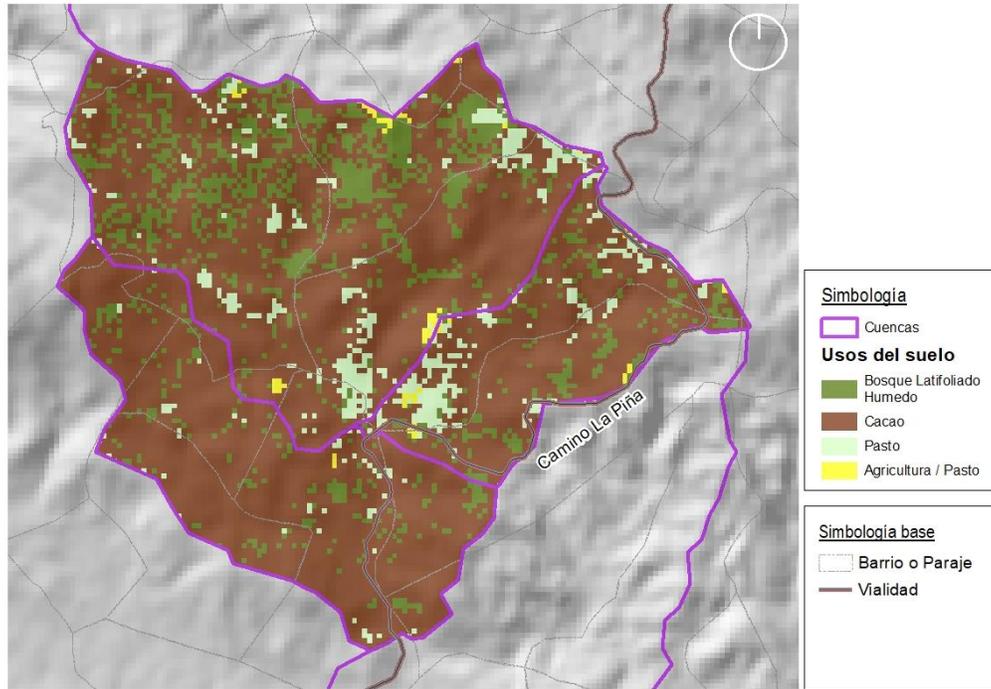
Fuente: Hidrología Aplicada; Ven Te Chow

El Programa de Observación de la Tierra de la Unión Europea (Copernicus), mediante su servicio de monitoreo del suelo ha desarrollado una extensión de los números de curva para aquellos tipos de suelo que Ven Te Chow agrupaba dentro de un mismo género, dando como resultado el inventario CORINE Land Cover (CLC), el cual ha sido utilizado también para asignar los CN de las cuencas estudiadas.

En las siguientes ilustraciones, se muestra los usos del suelo, la clasificación geológica, la clasificación frente al drenaje del *Soil Conservation Service* obtenida a partir de la geología mostrada y, finalmente, los números de curva de la cuenca del río Jaya.

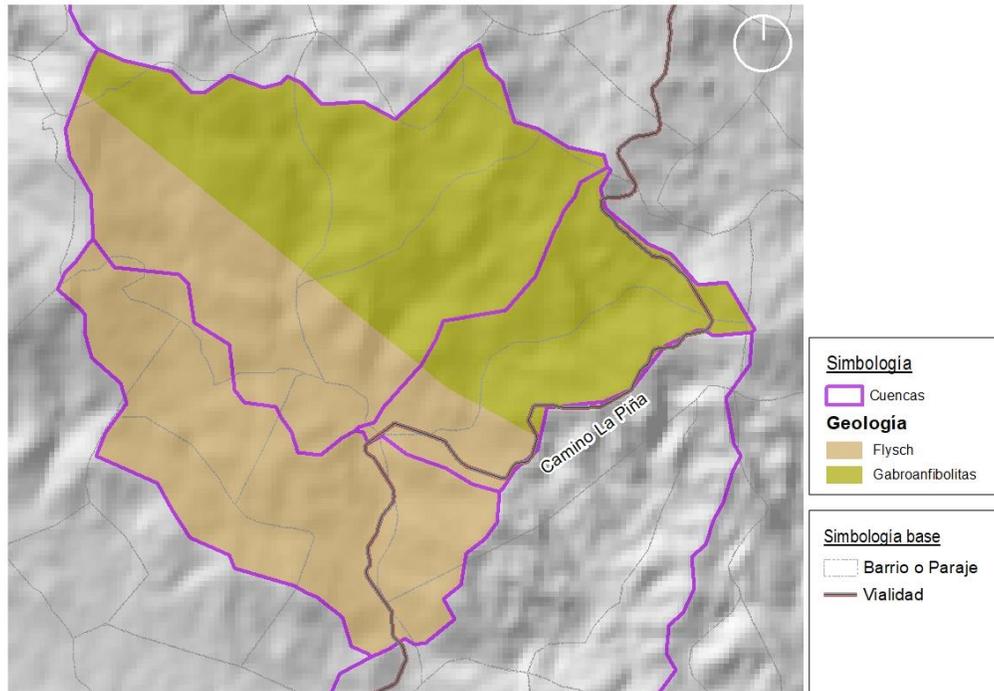
MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

Ilustración 65: Usos de suelo en la cuenca del río Jaya.



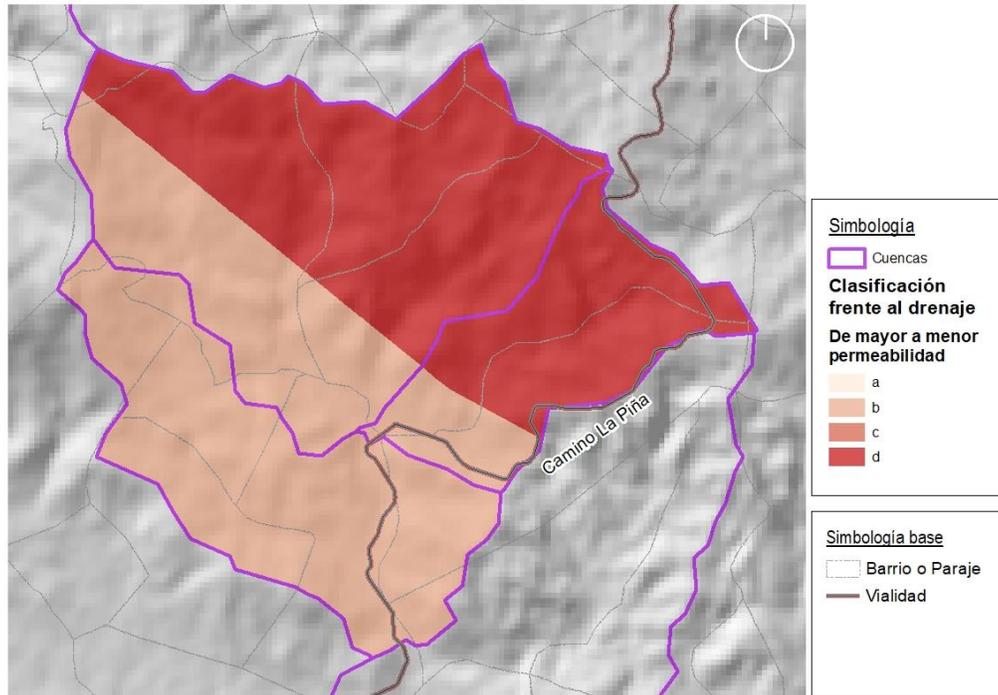
Fuente: IDOM-VNG.

Ilustración 66: Geología en la cuenca del río Jaya.



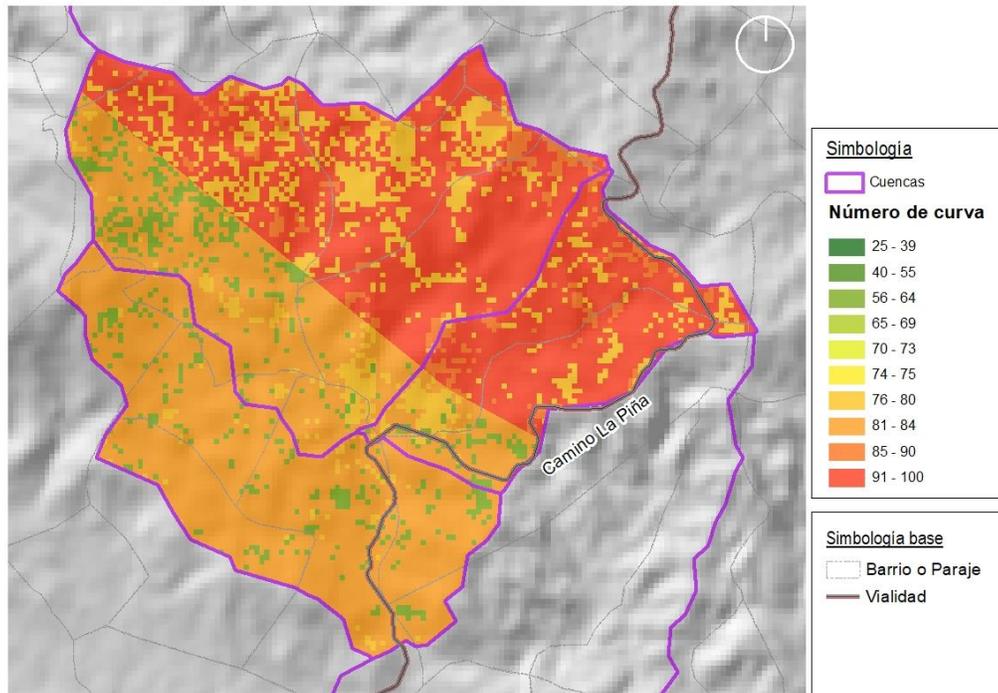
Fuente: IDOM-VNG.

Ilustración 67: Clasificación frente al drenaje en la cuenca del río Jaya.



Fuente: IDOM-VNG.

Ilustración 68: Número de Curva en la cuenca del río Jaya



Fuente: IDOM-VNG.

Para calcular el número de curva para una condición antecedente de humedad diferente a la II, se utilizan las siguientes expresiones (Chow, 1994):

$$CN(I) = \frac{4.2 \cdot CN(II)}{10 - 0.058 \cdot CN(II)}$$

$$CN(III) = \frac{23 \cdot CN(II)}{10 + 0.13 \cdot CN(II)}$$

- *Retención potencial máxima (S)*

Es la máxima precipitación absorbida por la cuenca.

S se relaciona con el número de curva CN de escorrentía mediante la siguiente fórmula:

$$CN = \frac{1000}{(10 + S)}$$

Para áreas impermeables, $S = 0$ y $CN = 100$. Para área sin escurrimiento, $S = \infty$ y $CN = 0$.

Como ya se ha mencionado, los usos del suelo definen el número de curva, por tanto, uno de los principales factores que influye en la cantidad de lluvia que no se convierte en escorrentía es la cobertura vegetal del suelo, cuanto más densa es esta menor es la escorrentía.

Con esto, en función de la clasificación del suelo frente al drenaje y los usos de la tierra se obtiene el Número de Curva para toda la zona de estudio para un antecedente de humedad II.

- *Pérdidas por interceptación (I_a)*

Es el almacenamiento en superficie e infiltración antes de presentarse la escorrentía. Para elevada precipitación, ésta se hace igual a la escorrentía. Por experiencia, se tiene que las pérdidas por infiltración “I_a” son el 20% de la retención potencial máxima S, así (Ven Te Chow, 1994):

$$I_a = 0.2S$$

- *Relación entre el coeficiente de escorrentía y el número de curva*

Por definición, el coeficiente de escorrentía medio final de un aguacero vale

$$C = \frac{E_s}{P}$$

La escorrentía superficial (E_s) que genera cualquier aguacero (P) se puede cuantificar mediante el método del Número de Curva. Admitiendo la relación habitual $I_a = P_o = 0.2 \cdot S$ se tiene que:

$$E_s = \frac{(P - P_0)^2}{P + 4 \cdot P_0} \quad \text{si} \quad P > P_0$$

Sustituyendo en el cociente de C se tiene

$$C = \frac{E_s}{P} = \frac{\left(\frac{P}{P_0} - 1\right)^2 \cdot P_0^2}{P^2 + 4 \cdot P \cdot P_0}$$

Y a su vez, el umbral de escorrentía P_0 es función del número de curva:

$$P_0 = 0.2 \cdot \frac{25400 - 254 \cdot N}{N} = \frac{5080 - 50.8 \cdot N}{N}$$

Se observa cómo el coeficiente de escorrentía depende de la precipitación analizada y del Número de Curva.

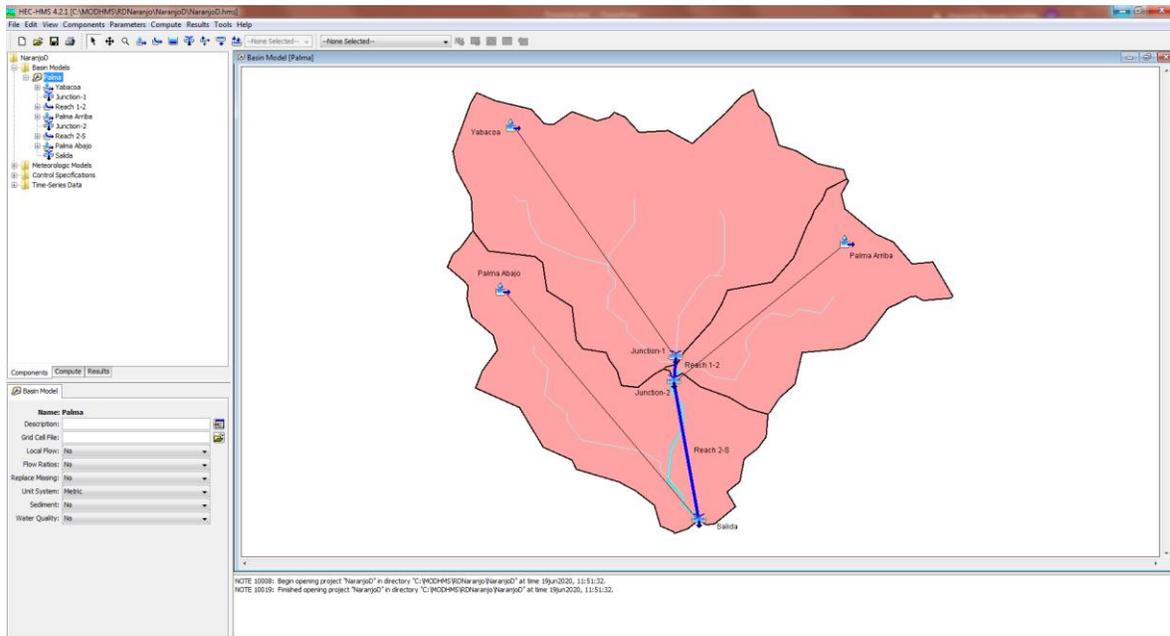
Modelo HMS, propagación de hidrogramas

El software HMS, (Flood Hydrograph Package) desarrollado por el Hydrologic Engineering Center del U.S. Army Corps of Engineers, es una herramienta de ayuda al cálculo donde se obtienen hidrogramas de salida en los puntos de estudio o de unión determinados sobre el cauce, mediante la aplicación del modelo matemático de transformación lluvia-escorrentía-propagación.

El modelo está diseñado en general para simular la respuesta de una cuenca compleja a la precipitación, representándola como un sistema interconectado de componentes hidrológicos e hidráulicos; un componente puede ser una subcuenca, un tramo de río, un embalse, etc.; el resultado del proceso de simulación es el cálculo del hidrograma de avenida en los puntos deseados.

Para el modelo del "Río Jaya" se han planteado un total de 3 subcuenca y 2 interconexiones para la propagación de caudales entre cuecas y 3 puntos de control o estudio (correspondientes con la ubicación de los 3 puentes), donde podemos conocer los resultados del hidrograma de salida.

Ilustración 69. Modelo hidrológico HEC-HMS de la Cuenca del río Jaya



Fuente: IDOM-VNG

El objetivo mediante diferentes hietogramas de entrada para cada subcuenca es conocer el caudal punta en hidrograma de salida para los períodos de retorno y puntos de control o estudio.

La transformación del exceso de precipitación en escorrentía, y por lo tanto caudales a la salida de la cuenca, se realizará mediante el método del hidrograma unitario del SCS, considerando el transporte del hidrograma mediante el método de Muskingum.

El hidrograma unitario es característico de la cada subcuenca considerada y no depende de la tormenta, pudiendo ser linealmente superpuestas las escorrentías debidas a diferentes períodos de precipitación.

El método del hidrograma unitario del SCS requiere para el cálculo:

- El tiempo de retardo de la subcuenca (T_{lag}).

$$T_{lag} = 0.6 * 0.0136 * L^{0.8} * \frac{\left(\frac{1000}{CN - 9}\right)^{0.7}}{S^{0.5}}$$

- El Número de Curva (CN).
- Las características físicas de la subcuenca: longitud de cauce (L), área (A), pendiente (S).

Para el transporte del hidrograma mediante el método de Muskingum se calcularán los parámetros correspondientes al mismo (K, X), siendo (K) el tiempo de viaje de la onda en hrs y (X) el coeficiente de ponderación que depende de los flujos de entrada y salida.

El coeficiente de ponderación suele tomar valores entre 0.1 y 0.3; en este caso se establece 0.2 de acuerdo con lo propuesta para cauces naturales en “Applied Hydrology” de Ven Te Chow.

El tiempo de viaje depende de la longitud del tramo y la velocidad de la onda.

$$K = \frac{L}{V_w}$$

V_w = velocidad de la onda (m/s).

L = longitud del cauce principal (m).

La velocidad de la onda ha sido estimada a partir del producto de la velocidad media del cauce por el ratio V_w/V , el cual es función de la forma del canal, que para el caso de cauces naturales toma un valor de 1.5 de acuerdo con la publicación “Flood-Runoff Analysis” del U.S. Army Corps of Engineers.

La velocidad media en el tramo en cuestión se estimará mediante la fórmula empírica propuesta por el Michigan Department of Natural Resources - Land and Water Management Division.

$$V = k * S^{0.5}$$

Siendo:

V = velocidad media (fps).

S = la pendiente del tramo (%).

k = coeficiente basado en el tipo de cauce, 2.1 para este caso.

Los parámetros hidrológicos para el cálculo de abstracciones y propagación de hidrogramas, así obtenidos para las subcuencas del modelo planteado para el río Jaya se muestran a continuación.

Tabla 23: Parámetros para el cálculo de abstracciones del río Jaya

PARÁMETROS PARA ABASTRACIONES						
Identificación	Total	CN medio*	Retenc.Máx	Pérdida Inic.	Retardo	Retardo
	Km ²		S	la	t-lag	t-lag
			(mm)	(mm)	(hrs)	(min)
Jaya Arriba	4.413	86.16	40.80	8.16	0.321	19.283
Yabacoa	1.714	83.55	50.01	10.00	0.315	18.923
Jaya Abajo	2.554	78.85	68.13	13.63	0.146	8.757

Fuente: IDOM-VNG

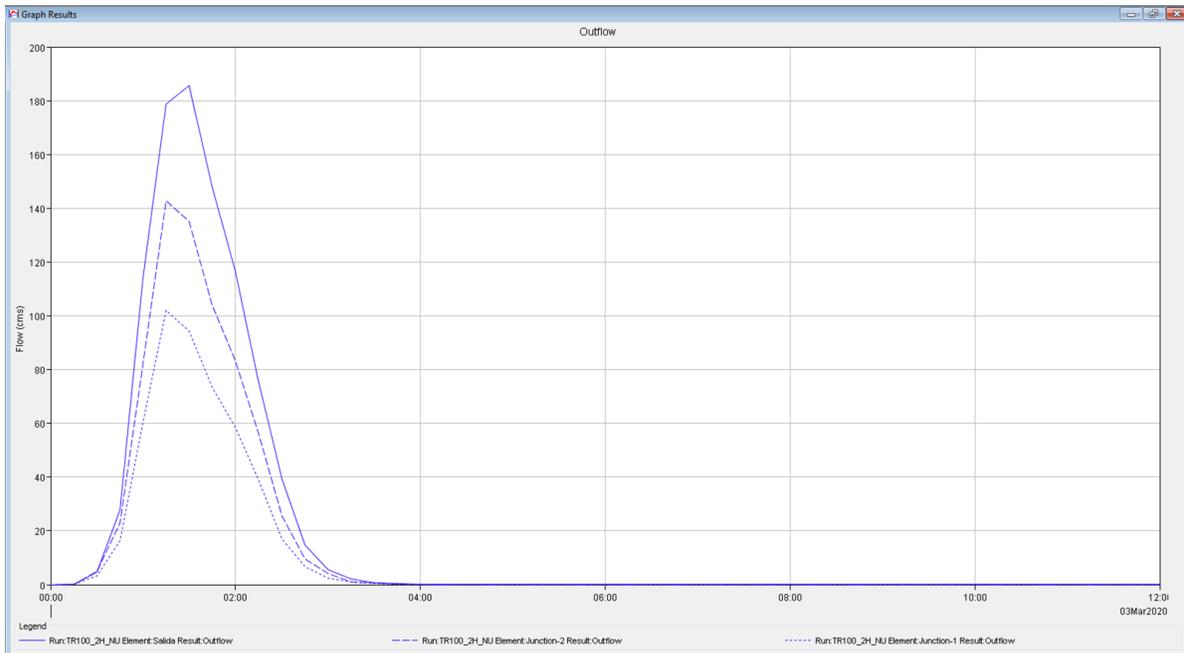
Tabla 24: Parámetros hidrológicos para la propagación del hidrograma en cada tramo del río Jaya

PROPAGACIÓN DE CAUDALES									
Conexiones (C)	Cota máx. (m)	Cota mín. (m)	Pendient e (S) (%)	Pendient e (S) (m/m)	Pendient e (S) (m/km)	Longitu d (L) (km)	CN medio	K (hs)	X
Reach 1-2	228.0	221.0	5.83	0.058	58.333	0.12	86.16	0.015	0.20
Reach 2-S	221.0	195.0	2.32	0.023	23.214	1.12	78.85	0.096	0.20

Fuente: IDOM-VNG

La salida del programa otorga datos y gráficas descriptivas para cada cuenca, A título ilustrativo en la siguiente ilustración se muestra el hidrograma de salida de caudal del río Jaya en la ubicación de cada puente para el período de retorno de 100 años.

Gráfico 4. Hidrograma en cada ubicación de un puente dentro de la Cuenca del Río Jaya, para el modelo de TR 100 años.



Fuente: IDOM-VNG

Modelos Hidrológicos

Se muestran a continuación los principales resultados obtenidos para el modelo de la cuenca del río Jaya para los períodos de retorno de 2, 10, 50, 100 y 200 años.

**MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)**

Tabla 25: Salidas del modelo hidrológico de la cuenca del río Jaya para el período de retorno de 2 años.

Elemento	Área de drenaje (km²)	Caudal punta (m³/s)	Tiempo al pico	Volumen (mm)
Yabacoa	4.413	30.7	01:30	30.28
Junction-1 (Puente Aguas Arriba)	4.413	30.7	01:30	30.28
Reach 1-2	4.413	31.1	01:30	30.28
Jaya Arriba	1.714	13.5	01:30	34.66
Junction-2 (Puente Medio)	6.127	44.6	01:30	31.53
Reach 2-S	6.127	45.6	01:30	31.53
Jaya Abajo	2.554	16.3	01:15	23.38
Salida (Puente Aguas Abajo)	8.681	58.6	01:30	29.13

Fuente: IDOM-VNG

Tabla 26: Salidas del modelo hidrológico de la cuenca del río Jaya para el período de retorno de 10 años.

Elemento	Área de drenaje (km²)	Caudal punta (m³/s)	Tiempo al pico	Volumen (mm)
Yabacoa	4.413	59.9	01:15	58.24
Junction-1 (Puente Aguas Arriba)	4.413	59.9	01:15	58.24
Reach 1-2	4.413	59.0	01:30	58.24
Jaya Arriba	1.714	25.7	01:15	64.00
Junction-2 (Puente Medio)	6.127	84.6	01:15	59.89
Reach 2-S	6.127	87.6	01:30	59.89
Jaya Abajo	2.554	34.0	01:15	48.65
Salida (Puente Aguas Abajo)	8.681	112.6	01:30	56.58

Fuente: IDOM-VNG

Tabla 27: Salidas del modelo hidrológico de la cuenca del río Jaya para el período de retorno de 50 años.

Elemento	Área de drenaje (km²)	Caudal punta (m³/s)	Tiempo al pico	Volumen (mm)
Yabacoa	4.413	88.8	01:15	84.82
Junction-1 (Puente Aguas Arriba)	4.413	88.8	01:15	84.82
Reach 1-2	4.413	87.5	01:15	84.82
Jaya Arriba	1.714	37.1	01:15	91.40
Junction-2 (Puente Medio)	6.127	124.6	01:15	86.71

**MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)**

Elemento	Área de drenaje (km ²)	Caudal punta (m ³ /s)	Tiempo al pico	Volumen (mm)
Reach 2-S	6.127	126.6	01:30	86.71
Jaya Abajo	2.554	50.8	01:15	73.51
Salida (Puente Aguas Abajo)	8.681	162.8	01:30	82.83

Fuente: IDOM-VNG

Tabla 28: Salidas del modelo hidrológico de la cuenca del río Jaya para el período de retorno de 100 años.

Elemento	Área de drenaje (km ²)	Caudal punta (m ³ /s)	Tiempo al pico	Volumen (mm)
Yabacoa	4.413	102.0	01:15	96.99
Junction-1 (Puente Aguas Arriba)	4.413	102.0	01:15	96.99
Reach 1-2	4.413	100.6	01:15	96.99
Jaya Arriba	1.714	42.3	01:15	103.86
Junction-2 (Puente Medio)	6.127	142.9	01:15	98.97
Reach 2-S	6.127	144.2	01:30	98.97
Jaya Abajo	2.554	58.5	01:15	85.06
Salida (Puente Aguas Abajo)	8.681	185.5	01:30	94.88

Fuente: IDOM-VNG

Tabla 29: Salidas del modelo hidrológico de la cuenca del río Jaya para el período de retorno de 200 años.

Elemento	Área de drenaje (km ²)	Caudal punta (m ³ /s)	Tiempo al pico	Volumen (mm)
Yabacoa	4.413	117.0	01:15	110.86
Junction-1 (Puente Aguas Arriba)	4.413	117.0	01:15	110.86
Reach 1-2	4.413	115.5	01:15	110.86
Jaya Arriba	1.714	48.1	01:15	118.02
Junction-2 (Puente Medio)	6.127	163.6	01:15	112.94
Reach 2-S	6.127	164.2	01:30	112.94
Jaya Abajo	2.554	68.0	01:00	98.32
Salida (Puente Aguas Abajo)	8.681	211.1	01:30	108.64

Fuente: IDOM-VNG

HIDRÁULICA

Modelos Hidráulicos

La hipótesis aceptada habitualmente en la mayoría de los cauces para la determinación del régimen de calados en un cauce es la de que el flujo en los mismos es unidimensional y se puede estimar el nivel de agua suponiendo régimen permanente para el caudal de cálculo. Esta hipótesis es evidentemente precisa cuando se puede suponer que el río permanece dentro del cauce y no desborda hacia llanuras de inundación, desbordamiento que conduce a incrementar extraordinariamente la laminación. Por otra parte su aplicación tiene la ventaja de que permite establecer una relación biunívoca entre el nivel y el caudal y por consiguiente entre este último y los límites de las zonas inundadas. Ello facilita la gestión posterior de las zonas inundables y el tratamiento de los niveles de avenida y superficies afectadas. La problemática planteada por el hecho de que el flujo en la llanura de inundación no contribuye realmente al transporte hidráulico puede abordarse sin necesidad de dejar de considerar régimen permanente.

El modelo más tradicional que cumple las condiciones anteriores, añadiendo la posibilidad de considerar coeficiente de rugosidad variable a lo largo de la sección transversal y otra gran cantidad de aspectos que influyen en el régimen, es el HEC-RAS. Este modelo dispone la particularidad de que, aunque el cálculo del campo de velocidades es unidimensional, sí que admite la inclusión de zonas de almacenamiento en el cauce que permiten determinar un efecto de laminación, por lo que se le ha denominado modelo cuasi-2D.

De acuerdo con lo expuesto, la determinación de la altura de la lámina de agua en el cauce asociada a cada caudal se ha realizado a partir del modelo matemático HEC-RAS (Versión 5.0.3), Water Surface Profiles, River Analysis System. Las principales hipótesis asumidas en el modelo son las siguientes:

- Flujo estacionario; por tanto no hay variación del calado o la velocidad con el tiempo.
- Flujo gradualmente variado. Esto conduce a una distribución hidrostática de presiones.
- Flujo unidimensional: la única componente de la velocidad es en la dirección del flujo, aunque, como hemos indicado anteriormente, la aplicación permite crear efectos de laminación y almacenamiento.
- Las pendientes deben ser pequeñas, menores de 1/10; de manera que $\cos\Phi$ es 1 y el calado vertical es representativo de la altura de presión.
- Los contornos son rígidos, no admitiéndose erosión o sedimentación en el cauce.

El procedimiento de cálculo está basado en la resolución de la ecuación de la conservación de la energía, con pérdidas de fricción evaluadas por la fórmula de Manning, en pasos sucesivos, procedimiento conocido como Standard Step Method.

La fórmula utilizada para el cálculo de las pérdidas de fricción (fórmula de Manning) es la siguiente:

$$I = \frac{n^2 + v^2}{R_h^{2/3}}$$

Donde:

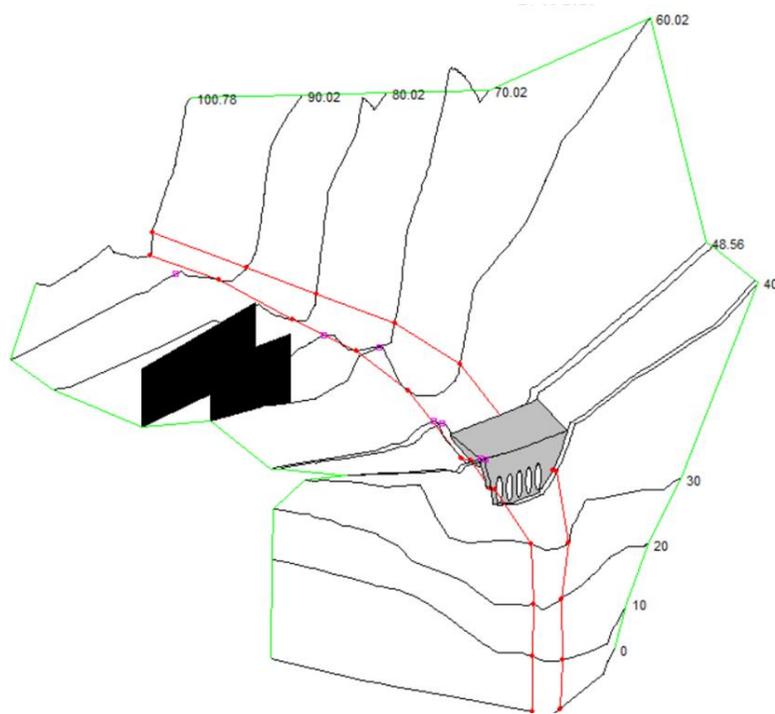
I= Pendiente de la línea de energía, en tanto por uno

n= Coeficiente de rugosidad de Manning

v= Velocidad, en m/s

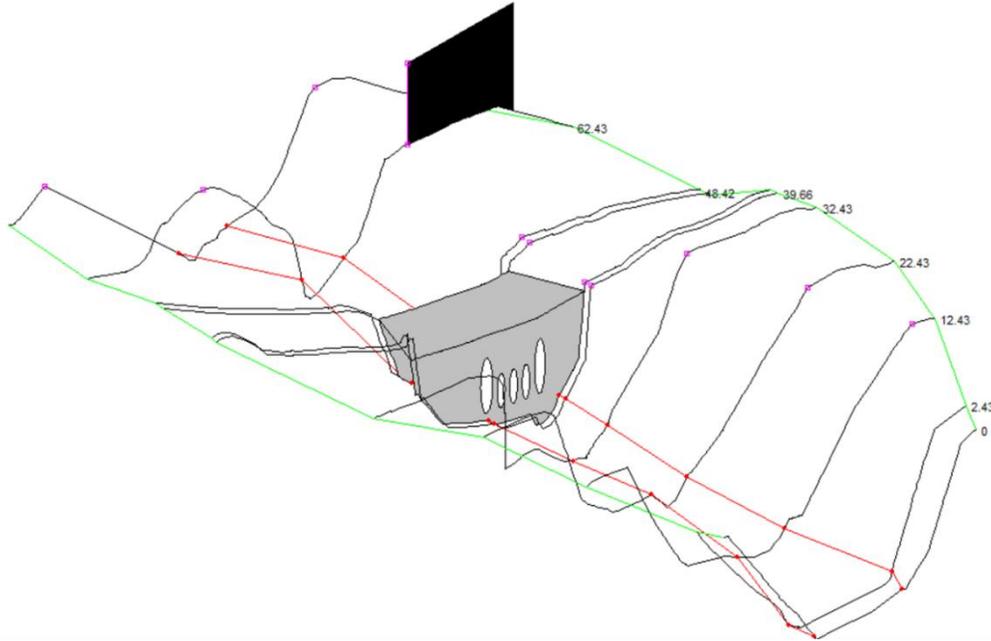
RH= Radio hidráulico, en m

Ilustración 70 Geometría basada en secciones transversales para el modelo del tramo analizado del río Jaya del
Puente Aguas Arriba



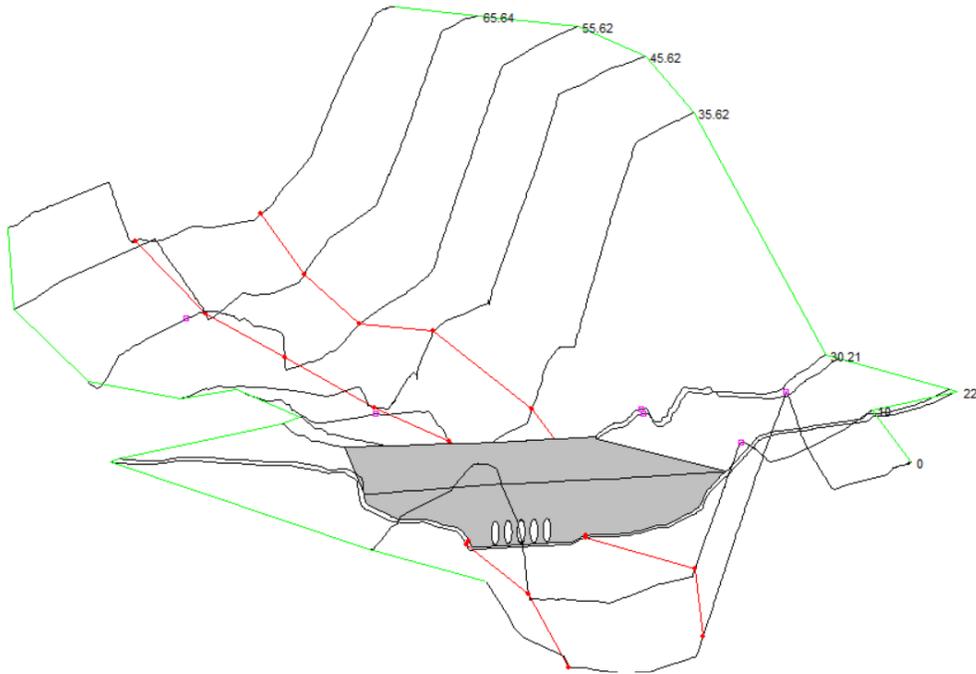
Fuente: IDOM-VNG

Ilustración 71 Geometría basada en secciones transversales para el modelo del tramo analizado del río Jaya del
Puente Medio



Fuente: IDOM-VNG

Ilustración 72 Geometría basada en secciones transversales para el modelo del tramo analizado del río Jaya del
Puente Aguas Abajo



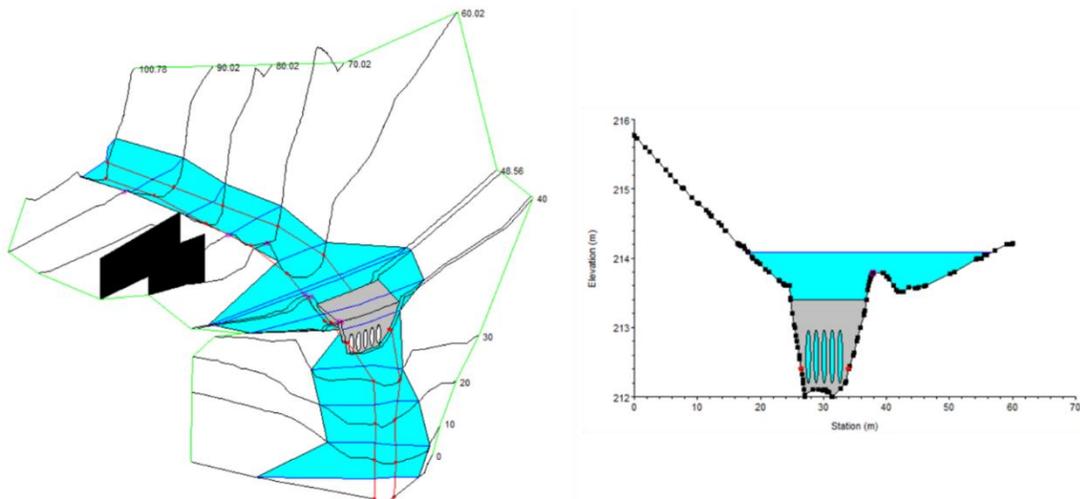
Fuente: IDOM-VNG

- *Salidas*

Para este subproyecto, dónde se pretende cambiar las infraestructuras existentes por unas nuevas, es necesario realizar modelaciones de la situación actual, así como de los escenarios originales, donde los puentes badén no existen y se pueda determinar la capacidad real del cauce sin obstrucciones dentro del mismo, así como la altura del agua lo que permitirá asignar una cota inferior de los puentes para los distintos TRs.

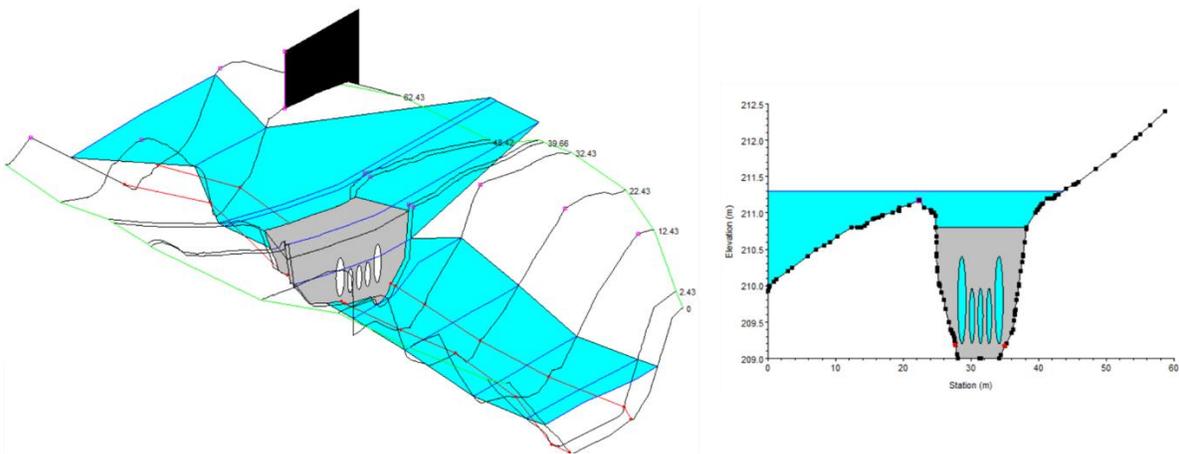
A continuación, se muestran los resultados para los 3 distintos puntos de estudio, tanto en escenario actual (con badenes) como en original (sin badenes) bajo las modelaciones de 2, 10, 50, 100 y 200 años de período de retorno para el modelo hidráulico desarrollado para el río Jaya.

Ilustración 73 Calado máximo del río Jaya – Puente Aguas Arriba - Actual. Período de retorno 2 años



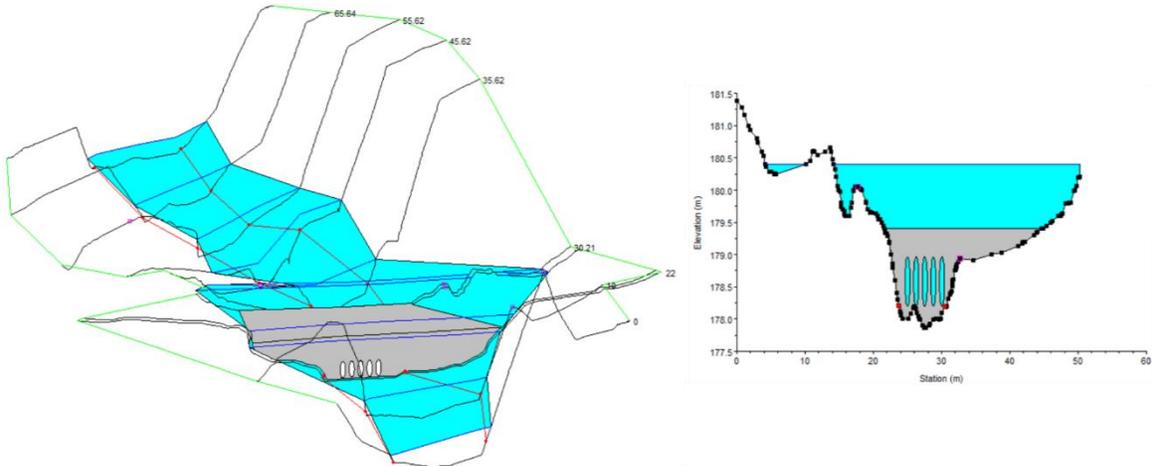
Fuente: IDOM-VNG

Ilustración 74 Calado máximo del río Jaya – Puente Medio - Actual. Período de retorno 2 años



Fuente: IDOM-VNG

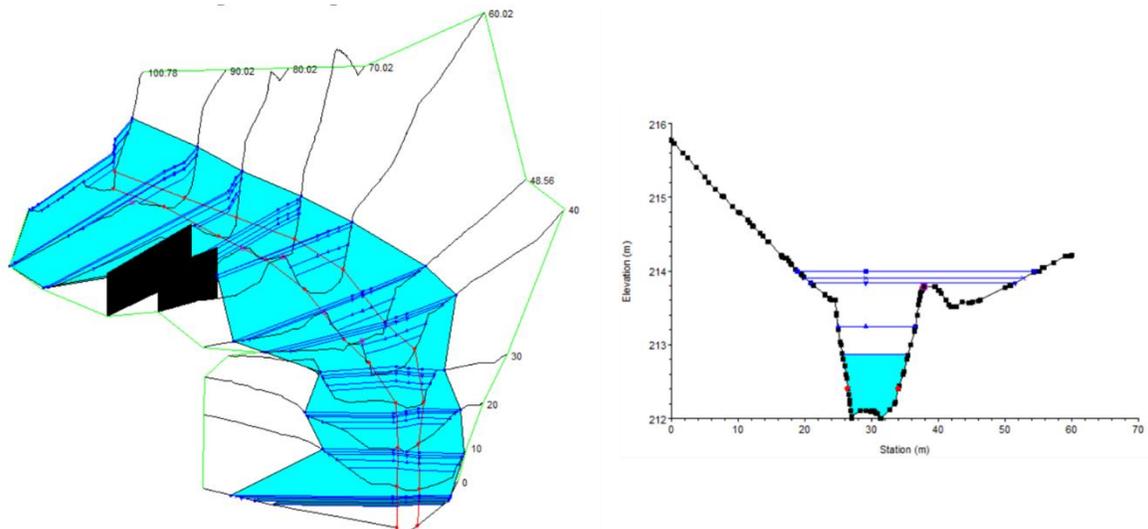
Ilustración 75 Calado máximo del río Jaya – Puente Aguas Abajo - Actual. Período de retorno 2 años



Fuente: IDOM-VNG

Como se puede apreciar en las imágenes anteriores, se comprueba que ninguno de los puentes tipo badén existentes son capaces de soportar caudales asociados a un período de retorno de 2 años, lo cual, a nivel normativo vigente en República Dominicana, sería inaceptable ya que este tipo de infraestructuras deberían ser diseñadas para soportar lluvias, al menos, de Tr10.

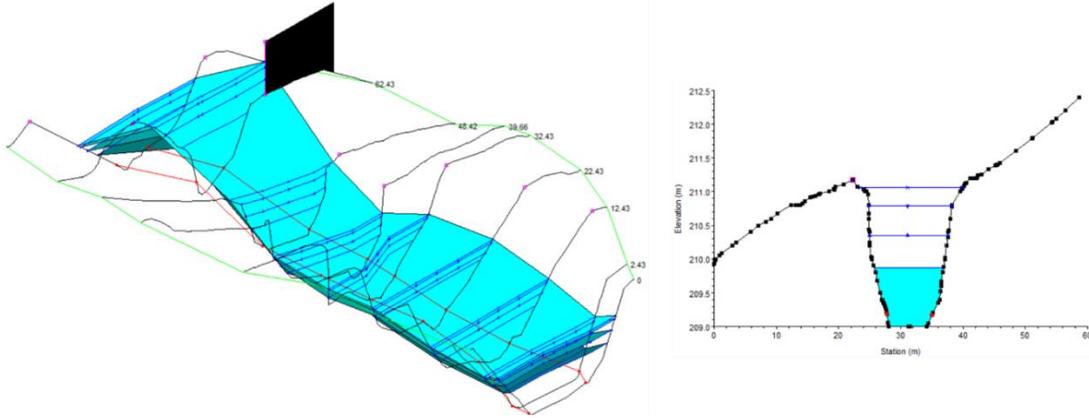
Ilustración 76 Calados máximos del río Jaya – Puente Aguas Arriba – Original. Períodos de retorno 2, 10, 50, 100 y 200 años



Fuente: IDOM-VNG

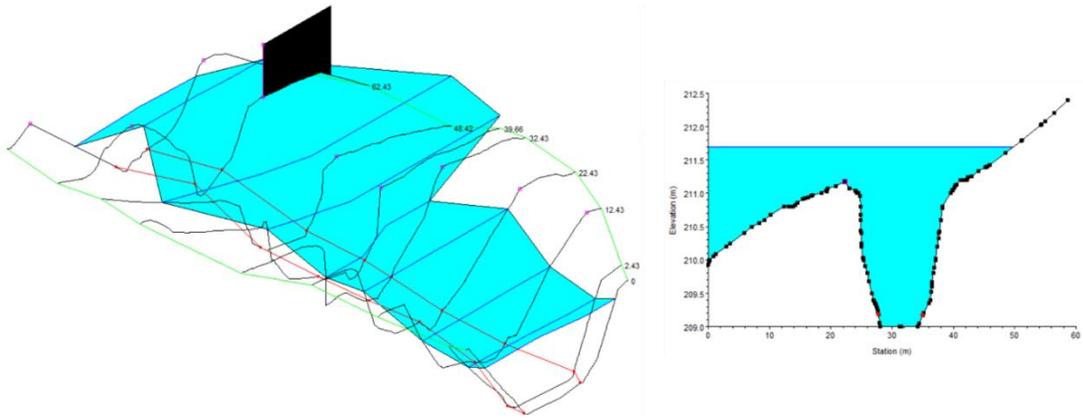
MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

Ilustración 77 Calados máximos del río Jaya – Puente Medio - Original. Periodos de retorno 2, 10, 50 y 100 años



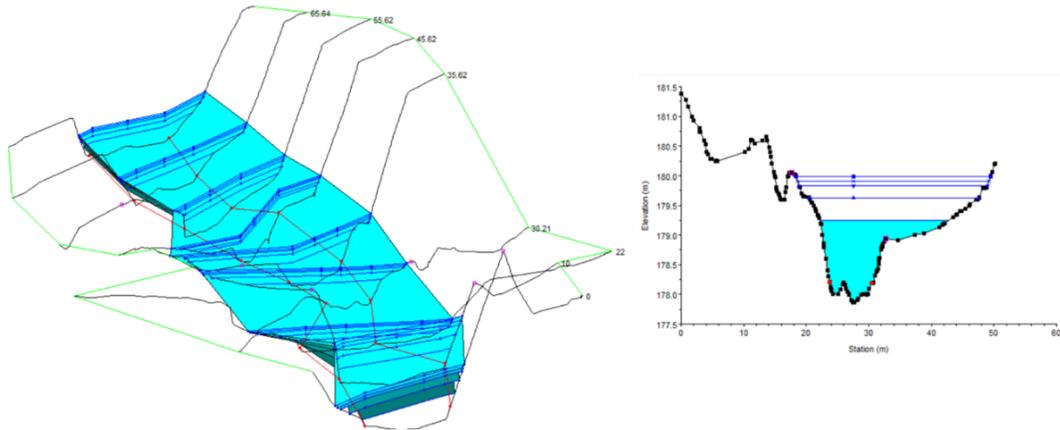
Fuente: IDOM-VNG

Ilustración 78 Calados máximos del río Jaya – Puente Medio - Actual. Período de retorno 200 años



Fuente: IDOM-VNG

Ilustración 79 Calados máximos del río Jaya – Puente Aguas Abajo – Original. Periodos de retorno 2, 10, 50, 100 y 200 años



Fuente: IDOM-VNG

Las imágenes anteriores muestran que, en una situación sin interferencias dentro de los cauces (dónde no existen puentes tipo badén), el cauce posee capacidad suficiente para soportar lluvias de hasta 100 años de período de retorno sin producir desbordamientos; y sólo en el punto del puente medio es donde se produce un desborde para 200 años de período de retorno. Esto último se representa en la Ilustración 78 y se percibe que la ribera de la margen izquierda presenta una depresión producto de la propia vialidad que, dado su diseño, requirió un corte del terreno original de la zona.

Las cotas máximas alcanzadas por el río en los puntos de sustitución de puentes son las siguientes:

Tabla 30: Cotas máximas del agua en cada sitio de estudio para distintos períodos de retorno

Tr (años)	Lámina agua (msmn)		
	Puente Aguas Arriba	Puente Medio	Puente Aguas Abajo
50	213.18	210.84	179.92
100	213.86	211.07	180.01
200	213.96	212	180.09

Fuente: IDOM-VNG

Se percibe que, para el puente más aguas arriba, existe un salto de 68 cm entre las cotas de agua para lluvias de Tr50 y las de Tr100, mientras que la diferencia posterior para un Tr200 es de sólo 10 cm. En el puente medio, se tiene un salto de 23 cm entre le Tr50 y el Tr100 y otro de 93 cm para el Tr200. Por último, en el puente de aguas abajo se observa que la diferencia entre el Tr50 y el Tr200 es de sólo 17 cm.

Estas diferencias de cota o “saltos” mencionados serán analizados en el diseño basado en riesgo para determinar los diseños óptimos de cada caso, para ello se estudiarán las diferencias de costo contra las probabilidades de riesgo de falla para cada opción.

8.1.6. AMBIENTALES

Criterios de aprobaciones ambientales.

Para las aprobaciones ambientales nacionales y del BEI, se requiere cumplir con:

- Los criterios, decisiones y lineamientos que establezca el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través del procedimiento formal de evaluación ambiental que resulte de aplicación al proyecto
- Las salvaguardas ambientales y sociales del Banco Europeo de Inversiones que resulten de aplicación al proyecto.

Los criterios ambientales específicos resultantes así establecidos para este proyecto, serán sometidos al proceso de socialización comunitaria del proyecto mencionada en el punto siguiente, junto con los

demás aspectos que conformen el concepto del proyecto. Por último, dichos criterios, una vez consensuados y validados por todas las partes (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales; Banco Europeo de Inversiones y la comunidad), serán formalmente integrados de forma práctica y operativa en la documentación del proyecto, en forma de un “Anexo de medidas complementarias para la sostenibilidad del proyecto” y de un “Plan de manejo ambiental y social del proyecto”. Las medidas que integren dicho Anexo y Plan serán convenientemente definidas, detalladas y valoradas económicamente para su ejecución efectiva, y pasarán a formar parte de la documentación contractual vinculante del proyecto.

A la fecha de emisión de esta versión del Informe de Diseño Conceptual, los 3 puentes en el camino Naranja Dulce, por múltiples razones ajenas a la ATI, no se ha podido llevar a cabo el proceso de estudios y aprobaciones ambientales para este subproyecto.

8.1.7. CENTROS DE PRODUCCIÓN

Centros de producción:

Según se especificó anteriormente, la ciudad de San Francisco de Macorís es el centro de aprovisionamiento de materiales y productos ferreteros para el proyecto, quedando relativamente cerca de la obra, a unos 7 km.

8.1.8. EXPROPIACIONES

Informe de campo. A partir del diseño conceptual elaborado, se obtiene que el área de los accesos de entrada y salida de cada uno de los puentes, están sobre la vía existente.

El diseñador final deberá validar que no se afectan propiedades privadas que requieran expropiación y en caso de que sea necesario, verificar la propiedad estatal o no de dicha área a fin de confirmar o no la necesidad de expropiación y levantar los datos de campo que requiere el MOPC para proceder a negociar con los propietarios de las mismas. No se afectan viviendas u otros tipos de inmuebles en este diseño conceptual.

La existencia de viviendas muy cercanas a las obras podrían generar algunas intervenciones o reubicaciones de las mismas, lo cual debe determinarse durante el diseño final.

Procedimiento de expropiaciones. Si se identifican o generan expropiaciones durante el proceso de diseño final, el consultor del diseño final, deberá seguir el procedimiento establecido por el MOPC para elaborar las fichas de predios o propiedades a expropiadas por el MOPC en los casos en que sea necesario.

Durante el diseño conceptual solamente se han identificado en los planos las áreas fuera de la calzada actual, afectada por los trabajos en el puente, no suministrándose mayores detalles, ya que en la fase de diseño final es que debe generarse dicha información.

8.1.9. DISEÑO BASADO EN RIESGO

El objeto de este apartado es determinar la solución de diseño óptima, considerando la vida útil de la infraestructura y no solamente la inversión inicial. La idea del diseño basado en riesgo es que a mayor inversión menos daños tendrá la infraestructura durante su vida útil y también menor riesgo de colapso, por lo que, para seleccionar el diseño óptimo se requiere sumar el coste de inversión y el coste del riesgo durante la vida útil de la infraestructura para cada alternativa, de forma que se pueda comparar y seleccionar la suma menor.

El coste de inversión inicial es el presupuesto de ejecución de la infraestructura dimensionada para soportar las solicitaciones externas, que en el caso de un puente es principalmente el flujo del agua que produce erosión en las pilas y las cargas hidrostáticas en la estructura, pero, sobre todo, la sección hidráulica necesaria que el puente debe dejar libre para el paso del caudal con los márgenes de seguridad mínimos establecidos. Este análisis nos da un presupuesto de ejecución para cada una de las alternativas de diseño analizada.

Para el caso concreto de los puentes en el Camino Naranjo Dulce – La Jaguita se han calculado los siguientes costes de inversión para cada periodo de retorno de diseño

Tabla 31: Costes de construcción (inversión inicial) para cada periodo de retorno analizado.

TR	Puente Aguas Arriba		
	Longitud (m)	Valor más probable	
		Costo (RD\$)	Coste unitario (RD\$/m)
50	30	33.318.826,36	1.110.627,55
100	30	33.865.657,09	1.128.845,24
200	30	34.590.104,48	1.153.003,48
TR	Puente Medio		
	Longitud (m)	Valor más probable	
		Costo (RD\$)	Coste unitario (RD\$/m)
50	20	26.501.141,77	1.325.057,09
100	20	27.811.753,56	1.390.587,68
200	20	30.450.473,09	1.522.523,65
TR	Puente Aguas Abajo		

	Longitud (m)	Valor más probable	
		Costo (RD\$)	Coste unitario (RD\$/m)
50	30	31.381.358,43	1.046.045,28
100	30	31.522.831,27	1.050.761,04
200	30	32.092.841,73	1.069.761,39

Fuente: IDOM-VNG

El coste del riesgo es menos evidente que el anterior, ya que depende, de la inversión inicial, de la probabilidad de que las solicitaciones externas (la avenida) superen las de diseño, y de la función de vulnerabilidad, que determina el porcentaje de daño que sufre el puente en cada escenario probabilístico.

La probabilidad de que las solicitaciones externas superen las de diseño se obtiene del análisis pluviométrico e hidrológico realizado en la cuenca y del análisis hidráulico realizado en el cauce con la situación de diseño, es decir, considerando los estribos, las pilas y la altura del tablero.

Por otro lado, la función de vulnerabilidad se obtiene calculando el impacto que cada evento probabilístico produce en el puente. El colapso en puentes suele darse por la erosión del flujo en la base de las pilas y por las cargas del agua sobre el tablero. La erosión se determina con la velocidad del flujo y la granulometría del cauce pero para determinar con exactitud el impacto del agua sobre el tablero se requeriría de un modelo matemático estructural, que no se tienen en fase de diseño conceptual, no obstante, se ha llevado a cabo una aproximación de la función de vulnerabilidad, asignándole un porcentaje de daño (o probabilidad de colapso) para un periodo de retorno justamente superior al de diseño y colapso (daño completo) para un periodo mucho mayor, el colapso estaría asociado a la erosión en las pilas y no tanto por el impacto del agua en la superestructura, ya que una vez que el flujo ha desbordado el cauce, los caudales crecen sin que la profundidad del flujo lo haga en la misma proporción siendo, por tanto menos probable que el colapso se dé por falla en la superestructura que en la subestructura. Adicionalmente, es habitual diseñar la cimentación para unas velocidades de flujo mayores que las correspondientes al periodo de retorno de diseño.

Para la determinación del porcentaje de daño o probabilidad de colapso se ha considerado la clasificación de vulnerabilidad propuesta por Vallés et al. (2011)¹ y replicado por Bocanegra et al. (2019)² que define 10 posibles estados de vulnerabilidad, esta vulnerabilidad depende entre otros factores, del tipo de tablero (simplemente apoyado o empotrado), de la capacidad para acumular

¹ Vallés -Morán, F.J., Marco, S.J., Fernández B.J. 2011. Cuantificación de la vulnerabilidad de puentes sobre cauces frente a avenidas fluviales basada en inspecciones de campo. Propuesta de una nueva metodología. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.

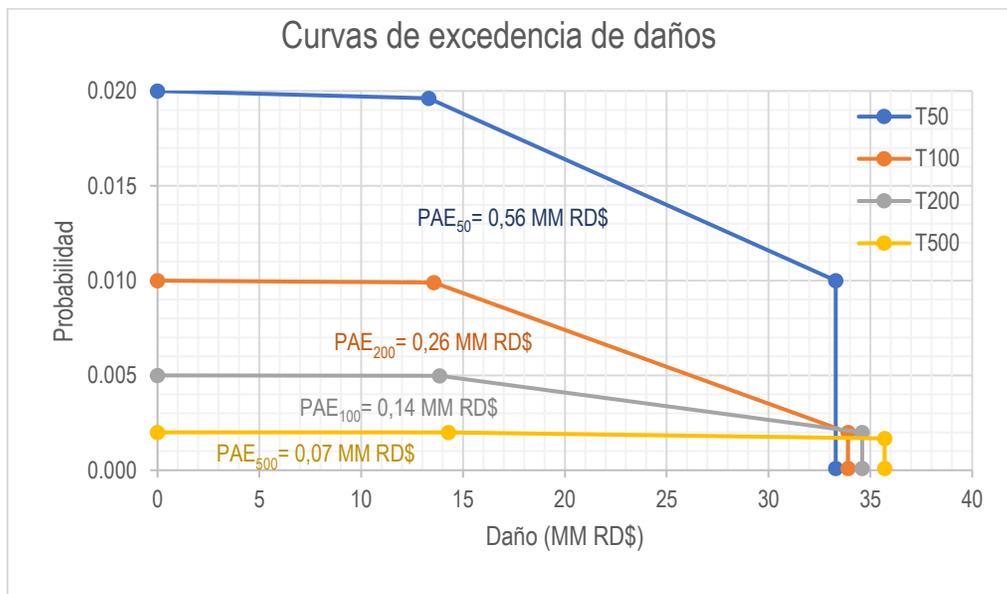
² Bocanegra, R.A, Francés, F.R, Vallés F.J. Determinación del riesgo de colapso de puentes por inundaciones. Aplicación a un conjunto de puentes de carreteras españolas, Universidad Politécnica de Valencia,- Instituto de Investigación en Ingeniería del Agua y Medio Ambiente (IIAMA),

escombros y del estado del puente. El caso que nos ocupa es el de un tablero simplemente apoyado sobre neoprenos, respecto a la capacidad de acumular escombros no se ha considerado, ya que en el diseño se ha dejado libre 1.5 m entre la lámina de agua y la cota inferior del tablero. En cuanto al estado del puente depende de si el evento que produce el daño se da al comienzo de su vida útil o al final, por lo que se ha considerado un estado intermedio, entre aceptable y pobre. Esto implica un porcentaje de daño en caso de que el nivel del agua alcance la superestructura entre 0.3 y 0.6, tomándose el valor intermedio de 0.4 para los cálculos realizados.

Con esto se ha obtenido la curva de excedencia de daños que es la aplicación de la función de vulnerabilidad construida a los distintos eventos o avenidas asociadas a distintos periodos de retorno, en el eje de abscisas se muestra el daño sufrido por la infraestructura en millones de pesos dominicanos y en el eje de ordenadas la probabilidad de excedencia en tanto por uno. Se observa como lo eventos que producen mayor daño están asociados a probabilidades más bajas, es decir, los eventos extraordinarios producen mayores daños, pero con una probabilidad más baja.

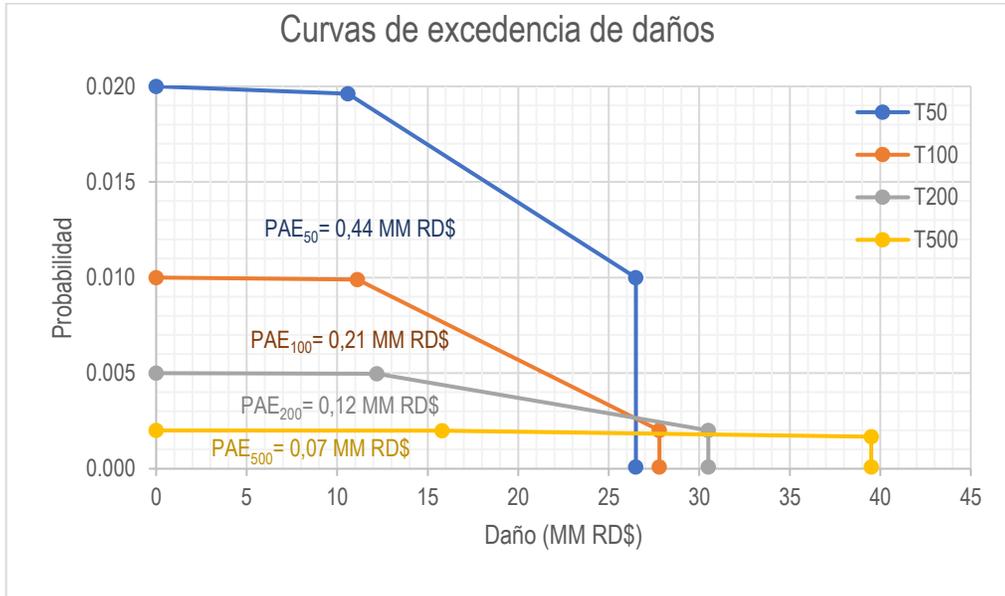
La curva de excedencia de pérdidas asociada a cada diseño es la base para calcular el coste del riesgo, para ello se ha calculado la Pérdida Anual Esperada (PAE), que es el valor esperado de la pérdida anual y se calcula como la integral de la curva de excedencia, esto implica que los eventos más probables y por tanto más recurrentes tienen más peso en la PAE que los más extraordinarios, aunque el daño que produzcan sea mucho mayor.

Gráfico 5. Curva de excedencia de daños y Pérdida Anual Esperada obtenido para cada alternativa de diseño en Puente Aguas Arriba.



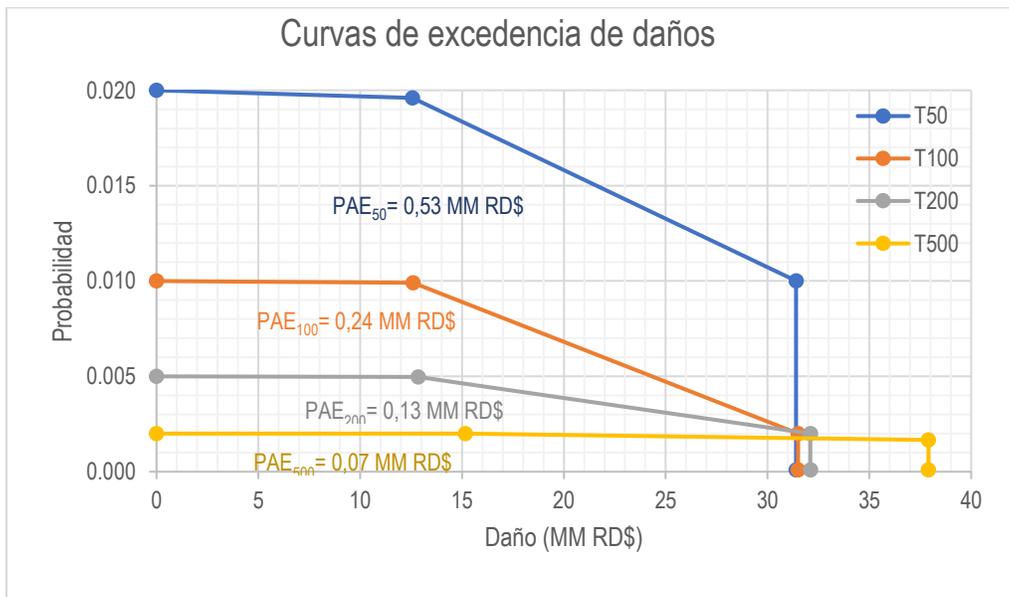
Fuente: IDOM-VNG

Gráfico 6. Curva de excedencia de daños y Pérdida Anual Esperada obtenido para cada alternativa de diseño en
Puente Medio.



Fuente: IDOM-VNG

Gráfico 7. Curva de excedencia de daños y Pérdida Anual Esperada obtenido para cada alternativa de diseño en
Puente Aguas Abajo.



Fuente: IDOM-VNG

El coste del riesgo será por tanto la suma de la PAE cada año durante la vida útil de la infraestructura actualizado al año actual aplicando una tasa de descuento, por tanto, se debe calcular el Valor Actual Neto del riesgo (VAN) aplicando la siguiente fórmula:

$$Cr = \sum_{t=1}^{Vu} \frac{PAE}{(1+k)^t}$$

Siendo Vu la vida útil considerado para este caso 75 años y k es la tasa de descuento aplicada, siendo en este caso de 6.8%.

La tasa de descuento financiera permite descontar todas las salidas de caja que el proyecto va a generar en el período objeto de análisis para obtener el valor actual.

Para llegar a esta tasa de descuento se ha tenido en cuenta que se trata de un proyecto financiado al 100% mediante un préstamo, no hay una parte de capital aportada por accionistas. La inversión inicial se financia mediante un préstamo con un tipo de interés del 4,2%, por debajo de las tasas de financiación de mercado en la República Dominicana. En caso de tener que acometer una inversión de reparación por daños, esta se deberá financiar a una tasa de financiación de mercado, puesto que las condiciones de financiación obtenidas al inicio del proyecto ya no estarán disponibles. De esta manera, se ha considerado que las salidas de caja que reflejan la reinversión para reparar la infraestructura mediante las pérdidas anuales esperadas se deben actualizar a una tasa superior al 4,2%.

Para calcular esta tasa se ha considerado el promedio de rentabilidad de los bonos del estado a 10 años de Estados Unidos de octubre 2019 a octubre 2020, situado en 1,70% más un diferencial de riesgo país República Dominicana, 5,07%. El resultado del cálculo es **6,8%**.

En la tabla siguiente se muestra, para cada periodo de retorno de diseño, el valor de la PAE, el Coste de Inversión (Ci), el Coste del Riesgo (Cr) y el Coste Total (Ct) actualizados al año cero de la inversión:

MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

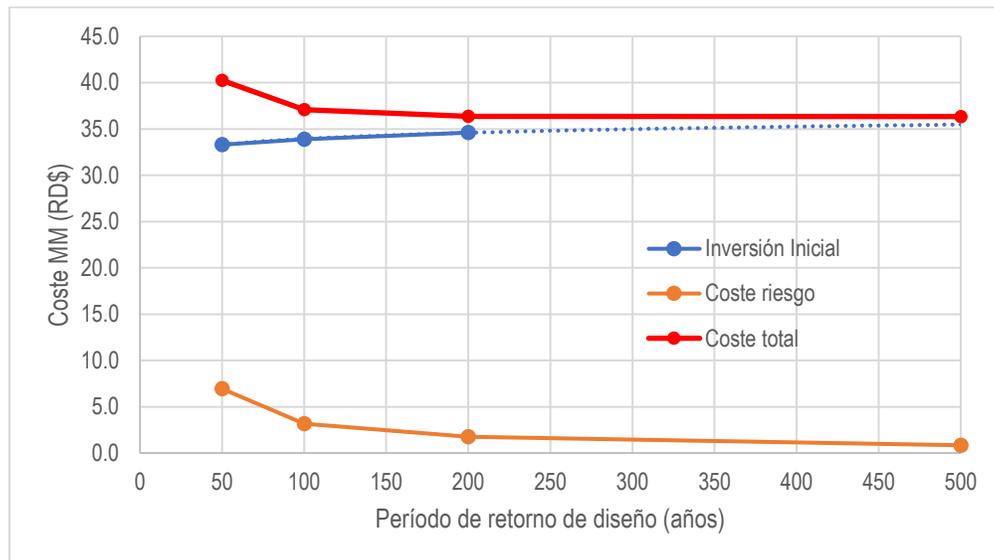
Tabla 32: Inversión inicial, coste del riesgo y coste total para cada periodo de retorno de diseño. Puente Aguas Arriba

Tdiseño (años)	50	100	200	500
PAE (MM RD\$)	0,56	0,26	0,14	0,07
Vida útil (años)	75	75	75	75
Ci (MM RD\$)	33,3	33,9	34,6	35,7
Cr (MM RD\$)	8,1	3,7	2,1	1,0
Ct (Actual)	41,4	37,63	36,66	36,7

Fuente: IDOM-VNG

Gráfico 8. Curva de excedencia de daños y Pérdida Anual Esperada obtenido para cada alternativa de diseño.

Puente Aguas Arriba



Fuente: IDOM-VNG

MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

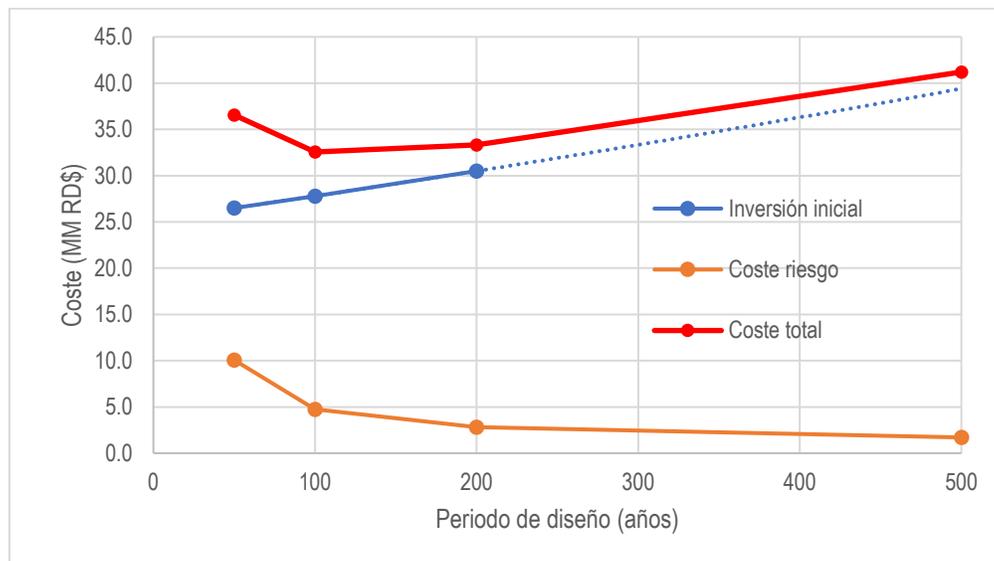
Tabla 33: Inversión inicial, coste del riesgo y coste total para cada periodo de retorno de diseño. Puente Medio

Tdiseño (años)	50	100	200	500
PAE (MM RD\$)	0.443	0.209	0.12	0.07
Vida útil (años)	75	75	75	75
Ci (MM RD\$)	26.5	27.8	30.5	39.5
Cr (MM RD\$)	10.1	4.8	2.8	1.7
Ct (Actual)	36.6	32.56	33.33	41.2

Fuente: IDOM-VNG

Gráfico 9. Curva de excedencia de daños y Pérdida Anual Esperada obtenido para cada alternativa de diseño. Puente Medio

Puente Medio



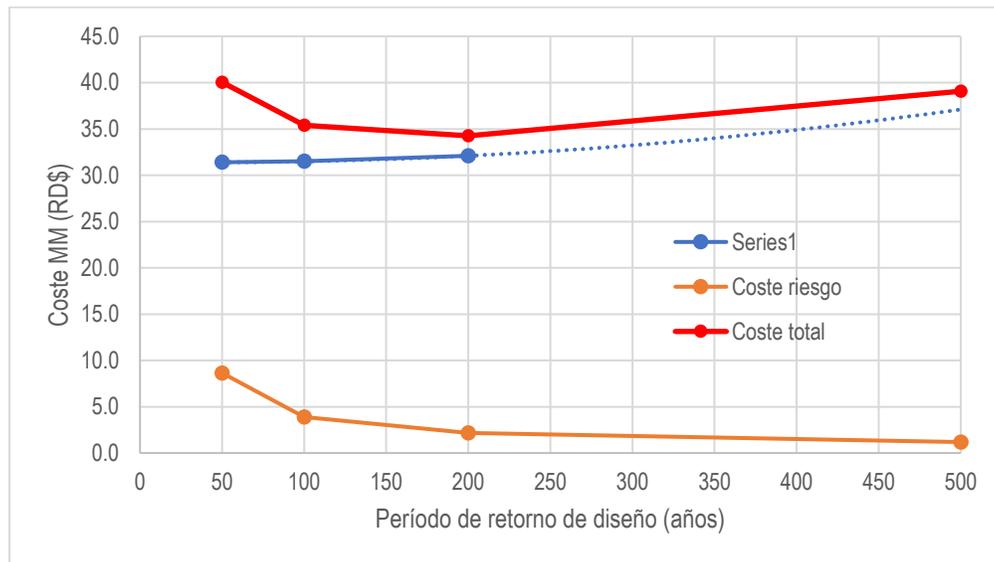
Fuente: IDOM-VNG

Tabla 34: Inversión inicial, coste del riesgo y coste total para cada periodo de retorno de diseño. Puente Aguas Abajo

Tdiseño (años)	50	100	200	500
PAE (MM RD\$)	0.525	0.237	0.13	0.07
Vida útil (años)	75	75	75	75
Ci (MM RD\$)	31.4	31.5	32.1	37.9
Cr (MM RD\$)	8.6	3.9	2.2	1.2
Ct (Actual)	40.0	35.40	34.26	39.1

Fuente: IDOM-VNG

Gráfico 10. Curva de excedencia de daños y Pérdida Anual Esperada obtenido para cada alternativa de diseño. Puente Aguas Abajo



Fuente: IDOM-VNG

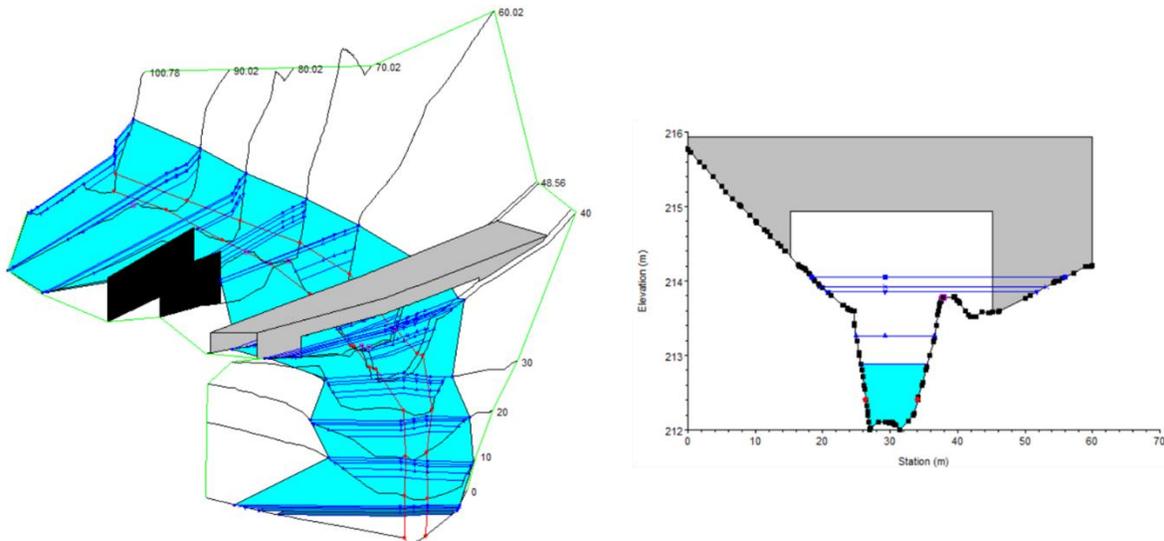
La suma de la inversión necesaria para construir la infraestructura y los costes del riesgo esperados durante su vida útil, fijada en 75 años arrojan que, para el diseño del **Puente Aguas Arriba y Aguas Abajo**, las alternativas con menor coste total asociado es la diseñada para una avenida de **200 años** de periodo de retorno; mientras que, para el diseño del **Puente Medio**, la alternativa con menor coste total asociado es la diseñada para una avenida de **100 años** de periodo de retorno.

En el caso de los puentes aguas arriba y aguas abajo, esto se debe a la pequeña diferencia en las láminas de agua para los periodos de retorno de 50 hasta 500 años, haciendo que el coste de construcción de cada alternativa sea parecido, compensando claramente el pequeño incremento en inversión por el descenso en coste de riesgo para el periodo de 200 años.

Lo contrario sucede en el puente medio, donde la diferencia de calados para cada periodo de retorno son considerables, siendo por tanto, considerables, los costes de inversión, no compensando en este caso el coste de inversión inicial de los periodos más altos con el descenso en el coste del riesgo. El hecho de que salga priorizado, en este caso, 100 años de periodo de diseño respecto a 50 años, es que para una vida útil de 75 años, el diseño de 50 años tiene una probabilidad de ser excedido en algún momento de su vida útil del 78%.

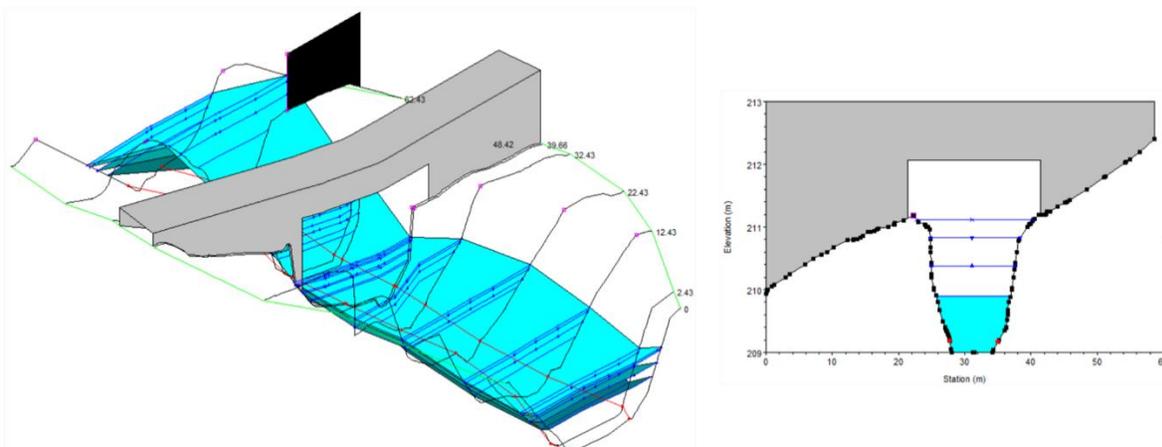
A continuación, se muestran los modelos hidráulicos de los puentes en el camino Naranja Dulce – La Jagüita en función del período de retorno óptimo de diseño.

Ilustración 80 Calados máximos del río Palma – Puente Aguas Arriba - Futuro. Período de retorno 200 años



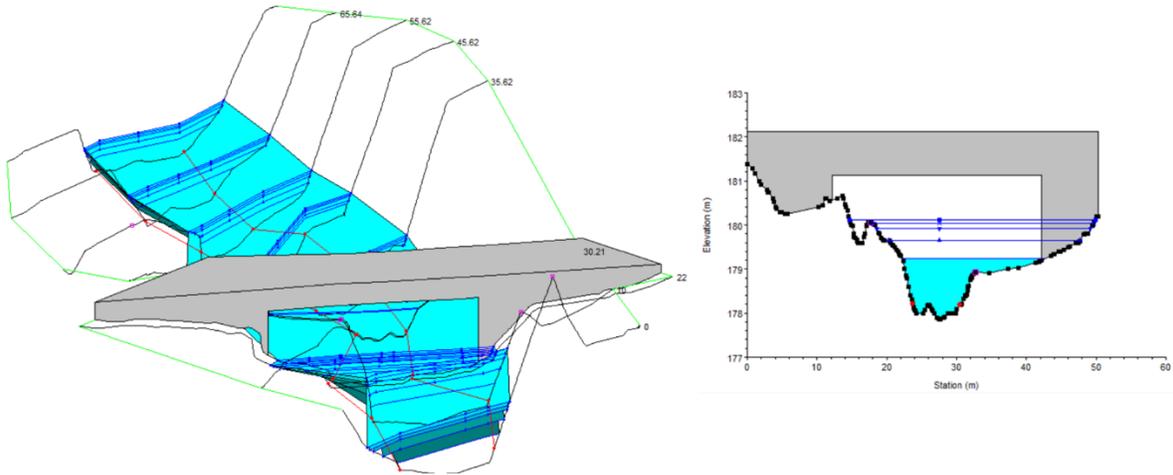
Fuente: IDOM-VNG

Ilustración 81 Calados máximos del río Palma – Puente Medio - Futuro. Período de retorno 100 años



Fuente: IDOM-VNG

Ilustración 82 Calados máximos del río Palma – Puente Aguas Abajo - Futuro. Periodo de retorno 200 años



Fuente: IDOM-VNG

8.2. ESTUDIO COSTO/BENEFICIO

8.2.1. ESTUDIO DE MOVILIDAD

Los usuarios de los puentes del camino Naranja Dulce-La Jaguita, son los moradores de de las comunidades ubicadas a lo largo del camino, que mantienen intercambio socio-ecómico con las ciudades ubicadas en el extremo del camino, que son San Francisco de Macorís y Río San Juan. Las principales causas de movilidad son las siguientes:

- Desde las comunidades hacia San Francisco de Macorís como principal centro urbano de suministro de bienes y servicio
- Desde las comunidades y desde San Francisco de Macorís hacia Río San Juan en busca de actividades recreativas vinculadas al turismo de playa.
- Mercadeo de la producción agrícola de la zona principalmente cacao y café hacia San Francisco de Macorís.

8.2.2. ESTUDIO DE TRÁFICO

Las características de único acceso del camino, implica que no hay necesidad de hacer estudios adicionales de factibilidad, conforme a lo estipulado por el BEI.

Por lo tanto, no hay necesidad de hacer un estudio detallado de tráfico para los fines de justificar financieramente la construcción de este proyecto.

8.2.3. ESTUDIO Y RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD VIAL

El consultor a ser contratado para el diseño final, debe considerar en lo que respecta al diseño geométrico de la vialidad, que éste deberá ser aprobado y complementado con los planos y detalles constructivos, especialmente si hay alguna desviación justificada en la geometría de los puentes con respecto al diseño conceptual, así como tener en cuenta las indicaciones que a continuación se detallan sobre seguridad vial:

- Deberá detallar los tipos de barrera a emplear y nivel de contención adecuado, tanto en las barandas de los puentes como en las barreras de transición desde/hasta las barandas del puente a la zona libre de peligro adyacente a la vía. Asimismo, detallará las transiciones entre barreras, y los terminales de las mismas.
- Deberá procurar un perfecto tránsito peatonal, (recomendando ampliar a 1,5 m. las aceras peatonales en lo posible). Que éstas estén perfectamente protegidas del flujo vial, así como convenientemente conectadas con las aceras o vías peatonales anteriores y posteriores a los puentes.
- Que la señalización vertical, así como las marcas viales se adecúen a la velocidad adecuada y segura en todo el tramo. Se recomienda de verlo necesario, el estudio de utilización de reductores de velocidad.

Que la señalización vertical, aparte del mencionado límite de velocidad habrá de contemplar el peso máximo autorizado en ambos accesos a los puentes, así como la señal de prioridad de paso, para el caso que se confronten dos vehículos de gran tamaño. Sugiriendo la preferencia de paso del vehículo que ocupe la zona de cota más elevada

8.2.4. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FINANCIERA DEL PUENTE

Según se mostró anteriormente, el camino y los puentes Naranja Dulce, es la única opción de comunicación entre las comunidades involucradas, razón por la cual no se requiere un estudio financiero para justificar su construcción.

8.3. PATRIMONIO CULTURAL

ESTÁNDAR AMBIENTAL Y SOCIAL N°5 DEL BEI: PATRIMONIO CULTURAL

Lista de verificación de cribado inicial para la identificación inicial de elementos sensibles del patrimonio cultural en el ámbito de influencia del proyecto

A efectos de la tipología de proyectos de obra civil considerados en este marco de financiación (pequeños puentes, caminos, obras de drenaje, estabilización de márgenes fluviales, etc.), se considera **ámbito de influencia del proyecto** en relación con el patrimonio cultural, el área de influencia directo del proyecto (es decir, el área ocupada por la huella de intervención de las obras), más la superficie exterior que rodea perimetralmente dicha huella, en una franja de **1000 metros** de anchura a la redonda.

La siguiente lista de verificación tiene por objeto servir de instrumento para facilitar la identificación de posibles elementos del patrimonio cultural dentro del área de influencia del proyecto.

En todos aquellos casos en que la respuesta sea afirmativa, se recopilará y añadirá a este formulario toda la información posible sobre el elemento o elementos identificados (localización, descripción, mapas, fotografías, etc.).

INFORMACIÓN GENERAL

- Nombre del proyecto: Construcción de 3 Puentes en el Camino Naranja Dulce- La Jaguita
- Ubicación: Naranja Dulce
- Municipio: San Francisco de Macorís
- Provincia: Duarte

	Respuesta (Sí/No)	Comentarios. Si la respuesta es afirmativa, añadir descripción e información adicional.
En el ámbito del proyecto, ¿hay constancia de la existencia de inmuebles, monumentos, objetos, o cualquier tipo de elementos físicos materiales (catalogado o no catalogado) de valor arqueológico, histórico-artístico, arquitectónico, ritual, etnográfico, etc.?	No	
En el ámbito del proyecto, ¿hay constancia de la existencia de lugares o manifestaciones culturales inmateriales ³ (catalogados o no catalogados) de valor arqueológico,	No	Las manifestaciones culturales inmateriales de carácter ritual y etnográfico que se dan en el ámbito del proyecto es la celebración de las fiestas patronales.

³ Ejemplos: lugares donde han ocurrido leyendas o hechos históricos; lugares de culto, ritual o reunión, etc.

	Respuesta (Sí/No)	Comentarios. Si la respuesta es afirmativa, añadir descripción e información adicional.
histórico-artístico, arquitectónico, ritual, etnográfico, etc.?		Estas se celebran anualmente en el mes de julio, teniendo como patrona de la comunidad es la Virgen de la Asuncion . Siendo la celebración de la misa y la procesión las de mayor carácter ritual y el local la iglesia católica el lugar de culto; mientras que la celebración de juegos comunitarios y deportivos representan los eventos sociales más relevantes. Por efecto de la pandemia las fiestas patronales fueron suspendidas este año.
En el ámbito del proyecto, ¿existe alguna zona de presunción arqueológica (catalogada o no catalogada) es decir, alguna zona en la que, debido al conocimiento actual sobre las características históricas del lugar y su entorno, existe alta probabilidad de encontrar restos arqueológicos, en caso de realización de excavaciones)?	No	.

8.4. SOCIALIZACIÓN COMUNITARIA

Una vez concluido el diseño conceptual, las obras priorizadas serán socializadas con las respectivas comunidades, con el objetivo de contar con el punto de vista y aprobación de los actores claves locales para la ejecución del proyecto, así como contrastar con ellos cualquier conflicto, imprevisto o información faltante que pueda surgir del proceso de intercambio con actores. En este sentido, se solventarán y adecuarán aquellos puntos que se hayan extraído del proceso, y se reajustarán en los diseños finales, previamente a la ejecución de las obras.

Obviamente, para la fecha de emisión de este documento, no se ha realizado la socialización, que es posterior al diseño conceptual.

9.5 DESVÍOS CONTROL DE TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL

Dentro de las especificaciones del diseño final, se establecerá por lo menos lo siguiente:

El Constructor proveerá cuadrillas de control de tránsito en número suficiente, la cual estará bajo el mando de un responsable de seguridad en obra, capacitado en este tipo de trabajo, el cual tendrá las siguientes funciones y responsabilidades:

- Implementación del plan de mantenimiento de tránsito y seguridad (PMTS).
- Coordinación de las operaciones de control de tránsito
- Determinación de la ubicación, posición y reguardo de los dispositivos de control y señales en cada caso específico.
- Corrección inmediata de las deficiencias en el mantenimiento de tránsito y seguridad vial
- Coordinación de las actividades de implementación, correcto funcionamiento y control del PMTS en coordinación estrecha con el Supervisor
- Organización del almacenamiento y control de las señales y dispositivos, así como de las unidades rechazadas u objetadas.
- Cumplimiento de la correcta utilización y horarios de los ómnibus de transporte de personal.

El tránsito será organizado de acuerdo al PMTS cuando sea necesario alternar la circulación, para lo que se habilitará un carril de circulación o desvío con un ancho mínimo de 3 m., que será delineado y resaltado con el uso de barricadas, conos, barriles o postes de madera pintados, con cintas o mallas de seguridad para separar dicho carril de las áreas en que se ejecutan trabajos de construcción. La detención de los vehículos no podrá ser mayor de 30 minutos.

En los carriles de circulación durante la ejecución de las obras, no se permitirá la acumulación de suelos y otros materiales que puedan significar algún peligro al usuario.

En los desvíos y caminos de servicio se usará de forma permanente barreras, conos, barriles o postes de madera pintados, con cintas o mallas de seguridad para desviar y canalizar el tráfico hacia los desvíos. En las noches se colocarán lámparas de luces destellantes intermitentes. No se permitirá el uso de mecheros y lámparas accionadas por combustibles o carburantes que afectan y agredan el ambiente.

El Constructor proporcionará equipo adecuado aprobado por el Supervisor y agua para mantener límites razonables de control de emisión de polvo por los vehículos en las vías que se hallan bajo tránsito. La dispersión de agua mediante riego sobre plataformas sin pavimentar será aplicada en todo momento en que se produzca polvo, incluyendo las noches, feriados, domingos y períodos de

paralización. Para controlar la emisión de polvo el Constructor podrá proponer otros sistemas que sean aprobados y aceptados por la Supervisión.

Durante períodos de lluvia el mantenimiento de los desvíos y vías de servicio se incrementará, no permitiéndose acumulaciones de agua en la plataforma de las vías habilitadas para la circulación vehicular.

PROGRAMA DE SEÑALIZACIÓN (S.)

A continuación se indican las medidas y sus características:

Medida S.1.

Nombre de la medida: Implementación de señales informativas y de advertencia

Tipo de Medida: Prevención

Nombre de los Impactos Mitigados: Riesgos de accidentes a terceros por trabajos de construcción.

Procedimiento:

El sitio de obra debe ser:

- Señalizado con cinta, que indiquen que el sitio está en construcción.
- Se colocará letreros de señalización y precaución, en lugares estratégicos de la obra y sus alrededores.
- Los letreros deben indicar: Desvíos, Peligro, Riesgos, Voltajes, Excavaciones, Hormigón fresco, Control de Velocidades, Direcciones especiales para pasar por la obra y sus alrededores. Dichas señales serán colocados con suficiente anticipación para advertir la restricción y riesgo de la zona.
- Los letreros de prevención deben tener fondo anaranjado reflectante, con la leyenda o símbolo color negro.
- El tamaño mínimo de los letreros será de 0.75m. × 0.75m, y las letras de 12.5 cm.
- Además se colocará un letrero que indique el nombre de la obra, constructor, fiscalizador, fecha de inicio y Representante Legal.
- Se colocará iluminación necesaria en la obra, para el caso de trabajos nocturnos, con el fin de evitar situaciones de riesgo para los obreros, los transeúntes y conductores de la zona.

MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

Ilustración 83: Tipos de Señales preventivas.



MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)



Fuente: MOPC

Responsable de la ejecución: Constructor

Responsable del control: La Unidad Ambiental del proyecto (UAP).

Indicadores de verificación de cumplimiento Registro fotográfico, Número de elementos delineadores y señales colocadas.

Medida S.2.

Nombre de la medida: Controladores del tráfico

Tipo de Medida: Prevención

Nombre de los Impactos Mitigados: Riesgos de accidentes a terceros por trabajos de construcción.

Procedimiento:

El sitio de obra debe ser:

- Contener todas las medidas del plan de señalización anterior (S.1)
- Se colocará el personal necesario en los desvíos, intersecciones, sitios de extracción, sitios de bote y otros para controlar el tráfico
- Este personal estará dotado de banderas, barreras, tanques y demás dispositivos para cerrar/abrir el tráfico.
- En los casos de control de tráfico en ambos extremos, los controladores estarán dotados de radios o celulares para comunicarse entre si en su labor de cierre/apertura del tráfico.
- Se colocará iluminación necesaria en la obra, para el caso de trabajos nocturnos, con el fin de evitar situaciones de riesgo para los obreros, los transeúntes y conductores de la zona.
- Se utilizará reflectores: Los reflectores deberán ser de intensidad de 400W. De preferencia deberá evitarse los trabajos nocturnos, pero de darse el caso estos deberán contar con una iluminación suficiente para que los obreros realicen sus actividades, y que no haya ningún tipo de accidentes en la obra.

Etapas que deberá ser ejecutada: Al inicio de los trabajos y durante todo el tiempo del Plan de Manejo.

Responsable de la ejecución: Constructor

Responsable del control: La Unidad Ambiental del proyecto (UAP).

Indicadores de verificación de cumplimiento Registro fotográfico, Número de elementos delineadores y señales colocadas.

9.6 ESTUDIOS ECONÓMICOS

9.6.1 PRESUPUESTO DE OBRA

Se elaboró un presupuesto a partir del diseño conceptual, para la alternativa de periodos de retorno seleccionada. En este anexo se incluye el presupuesto para el puente de 30 m de longitud.

Este presupuesto es para fines de planificación del proyecto, ya que, en la fase de diseño final, el consultor deberá elaborar un presupuesto detallado para fines de licitación de la construcción.

A continuación, se incluyen los presupuestos para el puente, y los accesos que conectan con la vía existente. El resumen se incluyó en la sección 7.

PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE 1

DATOS GENERALES		
Longitud desde los estribos	M	30.00
Longitud losas de aproche	M	4.00
Longitud + losas de aproche	M	38.00
Ancho total	M	10.20
Número de carriles	M	2.00
Ancho de cada carril	M	3.30
Cantidad Pilotes en estribos	M	8.00
Profundidad pilote	M	15.00
Altura estribos y pilas	M	4.50
Longitud vigas postensadas	M	29.30
Área puente sin aproches	M ²	306.00

Tabla 35: Presupuesto de construcción del puente Naranja Dulce No. 1

No.	PARTIDA / ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
0	DISEÑO FINAL (incluye todos los puentes y accesos)	PA	1.00		
1	TRABAJOS GENERALES				
1.1	Letrero de obra	PA	1.00		
1.2	Ingeniería	PA	1.00		
1.3	Mantenimiento de tránsito	PA	1.00		
1.4	Demolición puente badén existente	PA	1.00		
2	CAMPAMENTO	PA	1.00		
3	PLATAFORMA ÁREA DE TRABAJO				
3.1	Para construcción de vigas	PA	1.00		
4	MOVIMIENTO DE TIERRA EN EL PUENTE PLATAFORMA PARA CONSTRUCCIÓN PILOTES				
4.1	Estribo Lado 1				
4.1.1	Excavación de Material hasta Cota de desplante Df=1.50m	M ³	735.08		
4.1.2	Bote de Material	M ³	955.60		
4.1.3	Relleno Material Compactado 0.30m.	M ³	100.24		
4.2	Estribo Lado 2				

MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

4.2.1	Excavación de Material hasta Cota de desplante Df=1.50m	M³	735.08		
4.2.2	Bote de Material	M³	955.60		
4.2.3	Relleno Material Compactado 0.30m.	M³	100.24		
5	FUNDACIONES				
5.1	Estribo Lado 1 - Pilotes de H.A. - Ø0.80m, L= 15.0m,vaciados in situ, Acero G-60:2.68qq/m3				
5.1.1	Replanteo	UD	8.00		
5.1.2	Perforación de Pilotes Ø 0.80m 14 de 25.50m (5% de sobreexcavación)	M³	107.25		
5.1.3	Encamisado Excavación (Colocación Tubo Recuperable 4.00m en cada pilote)	M	32.00		
5.1.4	Suministro de Hormigón f'c 350 kg/cm² + 25% por infiltración y oquedades en la Perforación	M³	75.40		
5.1.5	Colocación de Hormigón en Pilotes	M³	75.40		
5.1.6	Suministro y Colocación de Acero en Pilotes (incluye manejo, fijación y colocación)	QQ	331.84		
5.1.7	Carguio y Bote de material inservible	M³e	139.43		
5.1.8	Demolición con compresores de la cabeza de pilotes 2.00m. De altura	M³e	6.03		
5.2	Estribo Lado 2 - Pilotes de H.A. - Ø0.80m, L= 15.0m,vaciados in situ, Acero G-60:2.68qq/m3				
5.2.1	Replanteo	UD	8.00		
5.2.2	Perforación de Pilotes Ø 0.80m 14 de 25.50m (5% de sobreexcavación)	M³	107.25		
5.2.3	Encamisado Excavación (Colocación Tubo Recuperable 4.00m en cada pilote)	M	32.00		
5.2.4	Suministro de Hormigón f'c 350 kg/cm² + 25% por infiltración y oquedades en la Perforación	M³	75.40		
5.2.5	Colocación de Hormigón en Pilotes	M³	75.40		
5.2.6	Suministro y Colocación de Acero en Pilotes (incluye manejo, fijación y colocación)	QQ	331.84		
5.2.7	Carguio y Bote de material inservible	M³e	139.43		
5.2.8	Demolición con compresores de la cabeza de pilotes 2.00m. De altura	M³e	6.03		
6	HORMIGÓN SIMPLE INCLUYE ACONDICIONAMIENTO FUNDACIÓN ESTRIBOS				
6.1	Bajo Zapata Estribo 1	M³	7.65		

MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

6.2	Bajo zapata Estribo 2	M ³	7.65		
7.-	HORMIGÓN ARMADO Y ACERO EN:				
7.1	Estribo Lado 1				
7.1.1	Zapata - Cabezal de Pilotes, f'c 280 kg/cm ²	M ³	67.47		
7.1.2	Muro Fuste, f'c 350 kg/cm ²	M ³	57.13		
7.1.3	Pantalla, f'c 350 kg/cm ²	M ³	12.59		
7.1.4	Aletas, f'c 350 kg/cm ²	M ³	14.77		
7.2	Estribo Lado 2				
7.2.1	Zapata - Cabezal de Pilotes, f'c 280 kg/cm ²	M ³	67.47		
7.2.2	Muro Fuste, f'c 350 kg/cm ²	M ³	57.13		
7.2.3	Pantalla, f'c 350 kg/cm ²	M ³	12.59		
7.2.4	Aletas, f'c 350 kg/cm ²	M ³	14.77		
7.3	Vigas Postensadas				
7.3.1	Vigas Postensadas . f'c 350 kg/cm ²	M ³	91.80		
7.3.2	Izaje 6Vigas postensadas de 29.30mts.	Ton	229.50		
7.4	Viguetas Transversales Y Tabletas Encofrado Perdido				
7.4.1	Viguetas Intermedias, f'c 280 kg/cm ²	M ³	9.18		
7.4.2	Viguetas Extremas, f'c 280 kg/cm ²	M ³	12.24		
7.5	Losa del Tablero				
7.5.1	Losa del Tablero, f'c 280 kg/cm ²	M ³	76.50		
7.5.2	Bordillos Tipo New Jersey, f'c 280 kg/cm ²	M ³	23.67		
7.6	Losa de Aprovecho				
7.6.1	Losa (espesor=0.4, f'c 280 kg/cm ² Lado 1	M ³	17.14		
7.6.2	Losa (espesor=0.4, f'c 280 kg/cm ² Lado 2	M ³	17.14		
7.6.3	Bordillos Tipo New Jersey f'c 280 kg/cm ²	M ³	3.23		
7.6.4	Bordillos Tipo New Jersey f'c 280 kg/cm ²	M ³	3.23		
8	APOYOS ELASTOMÉRICOS DE LAS VIGAS				
8.1	Placas de neopreno (0.40 x 0.40 x 0.025, con Placas de acero inscrustradas, As de 1/16")	UD	12.00		
8.2	Base Apoyo vigas sobre estribo (Grouting) 18 uds.	M ³	0.23		
9	MISCELÁNEOS				
9.1	Pruebas de integridad , pruebas de Carga	UD	16.00		
9.2	Juntas Metálicas en losas	M	31		
9.3	Llenado de Juntas en losas con neopreno líquido	M	62		
9.5	Desagüe en tubos de 4"	UD	30.00		

**MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)**

9.6	Pintura muros de defensa tipo New Jersey	M ²	243.20		
9.7	Resane de superficies en Estribo, bordillos, New Jersey y aceras	M ²	315.99		
11	SEGURIDAD				
11.1	Señalización horizontal y vertical	PA	1.00		
11.2	Salud y seguridad ocupacional	PA	1.00		
11.3	Limpieza final	PA	1.00		

Fuente: IDOM-VNG

CUANTIAS A UTILIZAR	QQ/M3
Zapata estribo	2.30
Muro fuste	1.90
Aletas	2.90
Pantalla	2.70
Vigueta	4.00
New Jersey	2.60
Losa aproche	2.00
Vigas postensadas	3.30
Tabletas	4.00
Baranda	3.50
Zapata pilas	2.00
Fuste pilas	4.80
Cabezal pilas	5.00

PRESUPUESTO DE ACCESOS DEL PUENTE 1

Tabla 36 Presupuesto de construcción accesos al puente Naranja Dulce No. 1

No.	PARTIDA / ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	TRABAJOS GENERALES				
1.1	Ingeniería (Incluido en puente)				
1.2	Mantenimiento del Tránsito	PA	1.00		
1.3	Campamento (Incluido en puente)				
2	MOVIMIENTO DE TIERRA				
2.01	Limpieza desmonte y destronque área tipo A	Ha	0.1		
2.02	Remoción y colocación de Alambrada	M	360.00		
2.3.2	Excavación en Material No Clasificado:				
a	c) Con sobre acarreo	M ³ n	660.00		

MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

2.3.3	Excavación Material Inservible:				
a	Con equipo	M ³ n	165.00		
2.3.4	Excavación de Préstamo, caso I, 1er. km. con acarreo libre	M ³ n	767.50		
2.3.6	Relleno:				
a	Para conforma explanación	M ³ c	594.00		
b	Bajo aceras	M ³ c	20.00		
2.3.13	Escarificación de superficie	M ²	600.00		
2.3.14	Escarificación entre capas de relleno	M ²	600.00		
2.4.1	Acarreo adicional				
a	Material Inservible (10 km)	M ³ e-Hm	2,227.50		
b	e) Material de aceras ,contenes	M ³ e-Hm	520.00		
2.4.2	Acarreo adicional material de préstamo (20 km.)	M ³ e-Km	19,955.00		
2.4.3	Acarreo adicional material de Base (40 km.)	M ³ e-Km	4,140.00		
2.4.4	Acarreo adicional material de Sub Base (30km.)	M ³ e-Km	4,500.00		
2.5.1	Excavación para estructuras hasta 1.5 m. de Prof.	M ³ n	50.00		
2.6.1	Terminación de sub-rasante	M ²	600.00		
3	SUB-BASE Y BASE				
3.1.4	Sub Base granular natural (incluye acarreo del 1er. km.)	M ³ c	120.00		
3.1.7	Base Granular Triturada (incluye Ac. 1er. KM)	M ³ c	90.00		
4	CAPA DE RODADURA				
4.1	Suministro hormigón asfáltico (2")	M ³ c	30.48		
4.2	Aplicación	M ³ c	30.48		
4.3	Transporte (60 km)	M ³ c	30.48		
4.4	Suministro de AC-30	M ³ c	30.48		
4.5	Riego de adherencia	M ²	600.00		
4.6	Riego de imprimación con gravilla @0.50 gl/m2	M ²	600.00		
5	SEGURIDAD VIAL				
5.1	Bordillo y contén de hormigón vaciado en sitio (Hormigón Ind. 180 kg/cm2)	M	200.00		
5.2	Aceras de hormigón (Hormigón Ind. 180 kg/cm2)	M ²	200.00		
5.3	Señalización vial	PA	1.00		
6	ILUMINACION VIAL				
6.1	Postes de hormigón armado de 30 pies con luminarias de de 250W HPS 240V	UD	1		

MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

6.2	Conductor para luminarias formado por: 2C thhn No.10, 1C thhn No.12, en ducto PVC de 3/4"φ	PA	1.00		
7	OBRAS COMPLEMENTARIAS				
7.1	Medio ambiente y arborizacion	PA	1.00		
7.2	Salud y seguridad ocupacional	PA	1.00		
7.3	Limpieza final	PA	1.00		

Fuente: IDOM-VNG

PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE 2

DATOS GENERALES		
Longitud desde los estribos	M	25.00
Longitud losas de aproche	M	4.00
Longitud + losas de aproche	M	33.00
Ancho total	M	10.20
Número de carriles	M	2.00
Ancho de cada carril	M	3.30
Cantidad Pilotes en estribos	M	8.00
Profundidad pilote	M	15.00
Altura estribos y pilas	M	4.50
Longitud vigas postensadas	M	24.30
Área puente sin aproches	M ²	255.00

Tabla 37: Presupuesto de construcción del puente Naranja Dulce No. 2

No.	PARTIDA / ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	TRABAJOS GENERALES				
1.1	Letrero de obra	PA	1.00		
1.2	Ingeniería	PA	1.00		
1.3	Mantenimiento de tránsito	PA	1.00		
1.4	Demolición puente badén existente	PA	1.00		
2	CAMPAMENTO	PA	1.00		
3	PLATAFORMA ÁREA DE TRABAJO				
3.1	Para construcción de vigas	PA	0.45		
4	MOVIMIENTO DE TIERRA EN EL PUENTE PLATAFORMA PARA CONSTRUCCIÓN PILOTES				
4.1	Estribo Lado 1				
4.1.1	Excavación de Material hasta Cota de desplante Df=1.50m	M ³	735.08		

MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

4.1.2	Bote de Material	M ³	955.60		
4.1.3	Relleno Material Compactado 0.30m.	M ³	100.24		
4.2	Estribo Lado 2				
4.2.1	Excavación de Material hasta Cota de desplante Df=1.50m	M ³	735.08		
4.2.2	Bote de Material	M ³	955.60		
4.2.3	Relleno Material Compactado 0.30m.	M ³	100.24		
5	FUNDACIONES				
5.1	Estribo Lado 1 - Pilotes de H.A. - Ø0.80m, L= 15.0m,vaciados in situ, Acero G-60:2.68qq/m3				
5.1.1	Replanteo	UD	8.00		
5.1.2	Perforación de Pilotes Ø 0.80m 14 de 25.50m (5% de sobrexcaación)	M ³	107.25		
5.1.3	Encamisado Excavación (Colocación Tubo Recuperable 4.00m en cada pilote)	M	32.00		
5.1.4	Suministro de Hormigón f'c 350 kg/cm ² + 25% por infiltración y oquedades en la Perforación	M ³	75.40		
5.1.5	Colocación de Hormigón en Pilotes	M ³	75.40		
5.1.6	Suministro y Colocación de Acero en Pilotes (incluye manejo, fijacion y colocación)	QQ	331.84		
5.1.7	Carguio y Bote de material inservible	M ³ e	139.43		
5.1.8	Demolición con compresores de la cabeza de pilotes 2.00m. De altura	M ³ e	6.03		
5.2	Estribo Lado 2 - Pilotes de H.A. - Ø0.80m, L= 15.0m,vaciados in situ, Acero G-60:2.68qq/m3				
5.2.1	Replanteo	UD	8.00		
5.2.2	Perforación de Pilotes Ø 0.80m 14 de 25.50m (5% de sobrexcaación)	M ³	107.25		
5.2.3	Encamisado Excavación (Colocación Tubo Recuperable 4.00m en cada pilote)	M	32.00		
5.2.4	Suministro de Hormigón f'c 350 kg/cm ² + 25% por infiltración y oquedades en la Perforación	M ³	75.40		
5.2.5	Colocación de Hormigón en Pilotes	M ³	75.40		
5.2.6	Suministro y Colocación de Acero en Pilotes (incluye manejo, fijacion y colocación)	QQ	331.84		
5.2.7	Carguio y Bote de material inservible	M ³ e	139.43		

MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

5.2.8	Demolición con compresores de la cabeza de pilotes 2.00m. De altura	M ³ e	6.03		
6	HORMIGÓN SIMPLE INCLUYE ACONDICIONAMIENTO FUNDACIÓN ESTRIBOS				
6.1	Bajo Zapata Estribo 1	M ³	7.65		
6.2	Bajo zapata Estribo 2	M ³	7.65		
7	HORMIGÓN ARMADO Y ACERO EN:				
7.1	Estribo Lado 1				
7.1.1	Zapata - Cabezal de Pilotes, f'c 280 kg/cm ²	M ³	67.47		
7.1.2	Muro Fuste, f'c 350 kg/cm ²	M ³	57.13		
7.1.3	Pantalla, f'c 350 kg/cm ²	M ³	12.59		
7.1.4	Aletas, f'c 350 kg/cm ²	M ³	14.77		
7.2	Estribo Lado 2				
7.2.1	Zapata - Cabezal de Pilotes, f'c 280 kg/cm ²	M ³	67.47		
7.2.2	Muro Fuste, f'c 350 kg/cm ²	M ³	57.13		
7.2.3	Pantalla, f'c 350 kg/cm ²	M ³	12.59		
7.2.4	Aletas, f'c 350 kg/cm ²	M ³	14.77		
7.3	Vigas Postensadas				
7.3.1	Vigas Postensadas . f'c 350 kg/cm ²	M ³	76.50		
7.3.2	Izaje 6Vigas postensadas de 29.30mts.	Ton	191.25		
7.4	Viguetas Transversales Y Tabletas Encofrado Perdido				
7.4.1	Viguetas Intermedias, f'c 280 kg/cm ²	M ³	7.65		
7.4.2	Viguetas Extremas, f'c 280 kg/cm ²	M ³	10.20		
7.5	Losa del Tablero				
7.5.1	Losa del Tablero, f'c 280 kg/cm ²	M ³	63.75		
7.5.2	Bordillos Tipo New Jersey, f'c 280 kg/cm ²	M ³	19.63		
7.6	Losa de Apoye				
7.6.1	Losa (espesor=0.4, f'c 280 kg/cm ² Lado 1	M ³	17.14		
7.6.2	Losa (espesor=0.4, f'c 280 kg/cm ² Lado 2	M ³	17.14		
7.6.3	Bordillos Tipo New Jersey f'c 280 kg/cm ²	M ³	3.23		
7.6.4	Bordillos Tipo New Jersey f'c 280 kg/cm ²	M ³	3.23		
8	APOYOS ELASTOMÉRICOS DE LAS VIGAS				
8.1	Placas de neopreno (0.40 x 0.40 x 0.025, con Placas de acero inscrustadas, As de 1/16")	UD	12.00		
8.2	Base Apoyo vigas sobre estribo (Grouting) 18 uds.	M ³	0.23		

**MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)**

9	MISCELÁNEOS				
9.1	Pruebas de integridad , pruebas de Carga	UD	16.00		
9.2	Juntas Metálicas en losas	M	26.00		
9.3	Llenado de Juntas en losas con neopreno líquido	M	52.00		
9.5	Desagüe en tubos de 4"	UD	25.00		
9.6	Pintura muros de defensa tipo New Jersey	M ²	211.20		
9.7	Resane de superficies en Estribo, bordillos, New Jersey y aceras	M ²	315.99		
11	SEGURIDAD				
11.1	Señalización horizontal y vertical	PA	1.00		
11.2	Salud y seguridad ocupacional	PA	1.00		
11.3	Limpieza final	PA	1.00		

Fuente: IDOM-VNG

CUANTIAS A UTILIZAR	QQ/M3
Zapata estribo	2.30
Muro fuste	1.90
Aletas	2.90
Pantalla	2.70
Vigueta	4.00
New Jersey	2.60
Losa aproche	2.00
Vigas postensadas	3.30
Tabletas	4.00
Baranda	3.50
Zapata pilas	2.00
Fuste pilas	4.80
Cabezal pilas	5.00

PRESUPUESTO DE ACCESOS DEL PUENTE 2

Tabla 38 Presupuesto de construcción accesos al puente Naranja Dulce No. 2

No.	PARTIDA / ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	TRABAJOS GENERALES				
1.1	Ingeniería (Incluido en puente)				
1.2	Mantenimiento del Tránsito	PA	1.00		
1.3	Campamento (Incluido en puente)				

MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

2	MOVIMIENTO DE TIERRA				
2.01	Limpieza desmonte y destronque área tipo A	Ha	0.1		
2.02	Remoción y colocación de Alambrada	M	360.00		
2.3.2	Excavación en Material No Clasificado:				
a	c) Con sobre acarreo	M ³ n	660.00		
2.3.3	Excavación Material Inservible:				
a	Con equipo	M ³ n	165.00		
2.3.4	Excavación de Préstamo, caso I, 1er. km. con acarreo libre	M ³ n	767.50		
2.3.6	Relleno:				
a	Para conforma explanación	M ³ c	594.00		
b	Bajo aceras	M ³ c	20.00		
2.3.13	Escarificación de superficie	M ²	600.00		
2.3.14	Escarificación entre capas de relleno	M ²	600.00		
2.4.1	Acarreo adicional				
a	Material Inservible (10 km)	M ³ e-Km	2,227.50		
b	e) Material de aceras ,contenes	M ³ e-Km	520.00		
2.4.2	Acarreo adicional material de préstamo (20 km.)	M ³ e-Km	19,955.00		
2.4.3	Acarreo adicional material de Base (40 km.)	M ³ e-Km	4,140.00		
2.4.4	Acarreo adicional material de Sub Base (30km.)	M ³ e-Km	4,500.00		
2.5.1	Excavación para estructuras hasta 1.5 m. de Prof.	M ³ n	50.00		
2.6.1	Terminación de sub-rasante	M ²	600.00		
3	SUB-BASE Y BASE				
3.1.4	Sub Base granular natural (incluye acarreo del 1er. km.)	M ³ c	120.00		
3.1.7	Base Granular Triturada (incluye Ac. 1er. KM)	M ³ c	90.00		
4	CAPA DE RODADURA				
4.1	Suministro hormigón asfáltico (2")	M ³ c	30.48		
4.2	Aplicación	M ³ c	30.48		
4.3	Transporte (60 km)	M ³ c	30.48		
4.4	Suministro de AC-30	M ³ c	30.48		
4.5	Riego de adherencia	M ²	600.00		
4.6	Riego de imprimación con gravilla @0.50 gl/m2	M ²	600.00		
5	SEGURIDAD VIAL				
5.1	Bordillo y contén de hormigón vaciado en sitio (Hormigón Ind. 180 kg/cm2)	M	200.00		
5.2	Aceras de hormigón (Hormigón Ind. 180 kg/cm2)	M ²	200.00		

MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

5.3	Señalización vial	PA	1.00		
6	ILUMINACION VIAL				
6.1	Postes de hormigón armado de 30 pies con luminarias de de 250W HPS 240V	UD	1		
6.2	Conductor para luminarias formado por: 2C thhn No.10, 1C thhn No.12, en ducto PVC de 3/4"ϕ	PA	1.00		
7	OBRAS COMPLEMENTARIAS				
7.1	Medio ambiente y arborizacion	PA	1.00		
7.2	Salud y seguridad ocupacional	PA	1.00		
7.3	Limpieza final	PA	1.00		

Fuente: IDOM-VNG

PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE 3

DATOS GENERALES		
Longitud desde los estribos	M	35.00
Longitud losas de aproche	M	4.00
Longitud + losas de aproche	M	43.00
Ancho total	M	10.20
Número de carriles	M	2.00
Ancho de cada carril	M	3.30
Cantidad Pilotes en estribos	M	8.00
Profundidad pilote	M	15.00
Altura estribos y pilas	M	4.50
Longitud vigas postensadas	M	34.30
Área puente sin aproches	M ²	357.00

Tabla 39: Presupuesto de construcción del puente Naranjo Dulce No. 3

No.	PARTIDA / ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	TRABAJOS GENERALES				
1.1	Letrero de obra	PA	1.00		
1.2	Ingeniería	PA	1.00		
1.3	Mantenimiento de tránsito	PA	1.00		
1.4	Demolición puente badén existente	PA	1.00		
2	CAMPAMENTO	PA	1.00		
3	PLATAFORMA ÁREA DE TRABAJO				
3.1	Para construcción de vigas	PA	1.00		

MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

4	MOVIMIENTO DE TIERRA EN EL PUENTE PLATAFORMA PARA CONSTRUCCIÓN PILOTES				
4.1	Estribo Lado 1				
4.1.1	Excavación de Material hasta Cota de desplante Df=1.50m	M³	735.08		
4.1.2	Bote de Material	M³	955.60		
4.1.3	Relleno Material Compactado 0.30m.	M³	100.24		
4.2	Estribo Lado 2				
4.2.1	Excavación de Material hasta Cota de desplante Df=1.50m	M³	735.08		
4.2.2	Bote de Material	M³	955.60		
4.2.3	Relleno Material Compactado 0.30m.	M³	100.24		
5	FUNDACIONES				
5.1	Estribo Lado 1 - Pilotes de H.A. - Ø0.80m, L= 15.0m,vaciados in situ, Acero G-60:2.68qq/m3				
5.1.1	Replanteo	UD	8.00		
5.1.2	Perforación de Pilotes Ø 0.80m 14 de 25.50m (5% de sobreexcavación)	M³	107.25		
5.1.3	Encamisado Excavación (Colocación Tubo Recuperable 4.00m en cada pilote)	M	32.00		
5.1.4	Suministro de Hormigón f'c 350 kg/cm² + 25% por infiltración y oquedades en la Perforación	M³	75.40		
5.1.5	Colocación de Hormigón en Pilotes	M³	75.40		
5.1.6	Suministro y Colocación de Acero en Pilotes (incluye manejo, fijación y colocación)	QQ	331.84		
5.1.7	Carguio y Bote de material inservible	M³e	139.43		
5.1.8	Demolición con compresores de la cabeza de pilotes 2.00m. De altura	M³e	6.03		
5.2	Estribo Lado 2 - Pilotes de H.A. - Ø0.80m, L= 15.0m,vaciados in situ, Acero G-60:2.68qq/m3				
5.2.1	Replanteo	UD	8.00		
5.2.2	Perforación de Pilotes Ø 0.80m 14 de 25.50m (5% de sobreexcavación)	M³	107.25		
5.2.3	Encamisado Excavación (Colocación Tubo Recuperable 4.00m en cada pilote)	M	32.00		
5.2.4	Suministro de Hormigón f'c 350 kg/cm² + 25% por infiltración y oquedades en la Perforación	M³	75.40		

MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

5.2.5	Colocación de Hormigón en Pilotes	M ³	75.40		
5.2.6	Suministro y Colocación de Acero en Pilotes (incluye manejo, fijación y colocación)	QQ	331.84		
5.2.7	Carguio y Bote de material inservible	M ³ e	139.43		
5.2.8	Demolición con compresores de la cabeza de pilotes 2.00m. De altura	M ³ e	6.03		
6	HORMIGÓN SIMPLE INCLUYE ACONDICIONAMIENTO FUNDACIÓN ESTRIBOS				
6.1	Bajo Zapata Estribo 1	M ³	7.65		
6.2	Bajo zapata Estribo 2	M ³	7.65		
7	HORMIGÓN ARMADO Y ACERO EN:				
7.1	Estribo Lado 1				
7.1.1	Zapata - Cabezal de Pilotes, f'c 280 kg/cm ²	M ³	67.47		
7.1.2	Muro Fuste, f'c 350 kg/cm ²	M ³	57.13		
7.1.3	Pantalla, f'c 350 kg/cm ²	M ³	12.59		
7.1.4	Aletas, f'c 350 kg/cm ²	M ³	14.77		
7.2	Estribo Lado 2				
7.2.1	Zapata - Cabezal de Pilotes, f'c 280 kg/cm ²	M ³	67.47		
7.2.2	Muro Fuste, f'c 350 kg/cm ²	M ³	57.13		
7.2.3	Pantalla, f'c 350 kg/cm ²	M ³	12.59		
7.2.4	Aletas, f'c 350 kg/cm ²	M ³	14.77		
7.3	Vigas Postensadas				
7.3.1	Vigas Postensadas . f'c 350 kg/cm ²	M ³	107.10		
7.3.2	Izaje 6igas postensadas	Ton	267.75		
7.4	Viguetas Transversales Y Tabletas Encofrado Perdido				
7.4.1	Viguetas Intermedias, f'c 280 kg/cm ²	M ³	10.71		
7.4.2	Viguetas Extremas, f'c 280 kg/cm ²	M ³	14.28		
7.5	Losa del Tablero				
7.5.1	Losa del Tablero, f'c 280 kg/cm ²	M ³	89.25		
7.5.2	Bordillos Tipo New Jersey, f'c 280 kg/cm ²	M ³	27.71		
7.6	Losa de Aprovecho				
7.6.1	Losa (espesor=0.4, f'c 280 kg/cm ² Lado 1	M ³	17.14		
7.6.2	Losa (espesor=0.4, f'c 280 kg/cm ² Lado 2	M ³	17.14		
7.6.3	Bordillos Tipo New Jersey f'c 280 kg/cm ²	M ³	3.23		
7.6.4	Bordillos Tipo New Jersey f'c 280 kg/cm ²	M ³	3.23		

MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

8	APOYOS ELASTOMÉRICOS DE LAS VIGAS				
8.1	Placas de neopreno (0.40 x 0.40 x 0.025, con Placas de acero inscrustadas, As de 1/16")	UD	12.00		
8.2	Base Apoyo vigas sobre estribo (Grouting) 18 uds.	M³	0.23		
9	MISCELÁNEOS				
9.1	Pruebas de integridad , pruebas de Carga	UD	16.00		
9.2	Juntas Metálicas en losas	M	36.00		
9.3	Llenado de Juntas en losas con neopreno líquido	M	72.00		
9.5	Desagüe en tubos de 4"	UD	35.00		
9.6	Pintura muros de defensa tipo New Jersey	M²	275.20		
9.7	Resane de superficies en Estribo, bordillos, New Jersey y aceras	M²	315.99		
11	SEGURIDAD				
11.1	Señalización horizontal y vertical	PA	1.00		
11.2	Salud y seguridad ocupacional	PA	1.00		
11.3	Limpieza final	PA	1.00		

Fuente: IDOM-VNG

CUANTIAS A UTILIZAR	QQ/M3
Zapata estribo	2.30
Muro fuste	1.90
Aletas	2.90
Pantalla	2.70
Vigueta	4.00
New Jersey	2.60
Losa aproche	2.00
Vigas postensadas	3.30
Tabletas	4.00
Baranda	3.50
Zapata pilas	2.00
Fuste pilas	4.80
Cabezal pilas	5.00

PRESUPUESTO ACCESOS DEL PUENTE 3

Tabla 40 Presupuesto de construcción accesos al puente Naranja Dulce No. 3

No.	PARTIDA / ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
------------	----------------------------	---------------	-----------------	------------------------	--------------

MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)

1	TRABAJOS GENERALES				
1.1	Ingeniería (Incluido en puente)				
1.2	Mantenimiento del Tránsito	PA	1.00		
1.3	Campamento (Incluido en puente)				
2	MOVIMIENTO DE TIERRA				
2.01	Limpieza desmonte y destronque área tipo A	Ha	0.1		
2.02	Remoción y recolocación de Alambrada	M	360.00		
2.3.2	Excavación en Material No Clasificado:				
a	c) Con sobre acarreo	M ³ n	660.00		
2.3.3	Excavación Material Inservible:				
a	Con equipo	M ³ n	165.00		
2.3.4	Excavación de Préstamo, caso I, 1er. km. con acarreo libre	M ³ n	767.50		
2.3.6	Relleno:				
a	Para conforma explanación	M ³ c	594.00		
b	Bajo aceras	M ³ c	20.00		
2.3.13	Escarificación de superficie	M ²	600.00		
2.3.14	Escarificación entre capas de relleno	M ²	600.00		
2.4.1	Acarreo adicional				
a	Material Inservible (10 km)	M ³ e-Km	2,227.50		
b	e) Material de aceras ,contenes	M ³ e-Km	520.00		
2.4.2	Acarreo adicional material de préstamo (20 km.)	M ³ e-Km	19,955.00		
2.4.3	Acarreo adicional material de Base (40 km.)	M ³ e-Km	4,140.00		
2.4.4	Acarreo adicional material de Sub Base (30km.)	M ³ e-Km	4,500.00		
2.5.1	Excavación para estructuras hasta 1.5 m. de Prof.	M ³ n	50.00		
2.6.1	Terminación de sub-rasante	M ²	600.00		
3	SUB-BASE Y BASE				
3.1.4	Sub Base granular natural (incluye acarreo del 1er. km.)	M ³ c	120.00		
3.1.7	Base Granular Triturada (incluye Ac. 1er. KM)	M ³ c	90.00		
4	CAPA DE RODADURA				
4.1	Suministro hormigón asfáltico (2")	M ³ c	30.48		
4.2	Aplicación	M ³ c	30.48		
4.3	Transporte (60 km)	M ³ c	30.48		
4.4	Suministro de AC-30	M ³ c	30.48		
4.5	Riego de adherencia	M ²	600.00		
4.6	Riego de imprimación con gravilla @0.50 gl/m2	M ²	600.00		

**MEJORAMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE DESASTRES
(POST DISASTERS AND CLIMATE CHANGE RESILIENCE)**

5	SEGURIDAD VIAL				
5.1	Bordillo y contén de hormigón vaciado en sitio (Hormigón Ind. 180 kg/cm2)	M	200.00		
5.2	Aceras de hormigón (Hormigón Ind. 180 kg/cm2)	M ²	200.00		
5.3	Señalización vial	PA	1.00		
6	ILUMINACION VIAL				
6.1	Postes de hormigón armado de 30 pies con luminarias de de 250W HPS 240V	UD	1		
6.2	Conductor para luminarias formado por: 2C thhn No.10, 1C thhn No.12, en ducto PVC de 3/4"ϕ	PA	1.00		
7	OBRAS COMPLEMENTARIAS				
7.1	Medio ambiente y arborizacion	PA	1.00		
7.2	Salud y seguridad ocupacional	PA	1.00		
7.3	Limpieza final	PA	1.00		

Fuente: IDOM-VNG

9.7 PLANOS DE DISEÑO CONCEPTUAL

Formato de presentación de planos.

Los planos del diseño conceptual se han elaborado en formato 24"x36", entregables en versión digital.

Planos elaborados

Se elaboraron tres juegos de planos, uno para cada puente, los cuales se listan a continuación:

- Localización del proyecto
- Planta General
- Planta dimensionada-perfil
- Planta levantamiento topográfico
- Sección tipo

ÍNDICE DE TABLAS, MAPAS, GRÁFICOS, ILUSTRACIONES

TABLAS

Tabla 1: Dimensiones de los 3 puentes existentes del camino Naranja Dulce	10
Tabla 2: Coordenadas de los 3 Puentes en el Camino Naranja Dulce- La Jaguita propuesto.....	19
Tabla 3: Dimensiones de los 3 Puentes en el Camino Naranja Dulce- La Jaguita	20
Tabla 4: Puntos de control georreferenciados	37
Tabla 5: Resultados de los sondeos obtenidos partir de (SEV) puente Naranja Dulce.....	41
Tabla 6: Salidas del modelo hidrológico de la cuenca del río Jaya para el período de retorno de 2 años.	43
Tabla 7: Salidas del modelo hidrológico de la cuenca del río Jaya para el período de retorno de 10 años.....	43
Tabla 8: Salidas del modelo hidrológico de la cuenca del río Jaya para el período de retorno de 50 años.....	44
Tabla 9: Salidas del modelo hidrológico de la cuenca del río Jaya para el período de retorno de 100 años.....	44
Tabla 10: Salidas del modelo hidrológico de la cuenca del río Jaya para el período de retorno de 200 años.....	44
Tabla 11: Cotas máximas del agua en cada sitio de estudio para distintos períodos de retorno	48
Tabla 12: Resumen de presupuestos de los 3 puentes	51
Tabla 13: Resultados de los sondeos obtenidos partir de (SEV) Naranja Dulce.	68
Tabla 14: Características de las estaciones pluviométricas.....	75
Tabla 15: Precipitación (mm/día) por estación y período de retorno.....	75
Tabla 16: Instrumentos utilizados en la TRMM.....	76
Tabla 17: Bandas de la TRMM.....	77
Tabla 18: Instrumentos utilizados en la GPM.....	77
Tabla 19: Lista de distribuciones utilizadas.....	79
Tabla 20: NEX/GDDP GCMs	83
Tabla 21: Método no paramétrico de Mann Kendall y pendiente de Sen por dataset.....	86
Tabla 22. Número de curva para condición antecedente de humedad II según el uso del suelo y su grupo hidrológico.	91
Tabla 23: Parámetros para el cálculo de abstracciones del río Jaya	98
Tabla 24: Parámetros hidrológicos para la propagación del hidrograma en cada tramo del río Jaya	99
Tabla 25: Salidas del modelo hidrológico de la cuenca del río Jaya para el período de retorno de 2 años.....	100
Tabla 26: Salidas del modelo hidrológico de la cuenca del río Jaya para el período de retorno de 10 años.....	100

Tabla 27: Salidas del modelo hidrológico de la cuenca del río Jaya para el período de retorno de 50 años.....	100
Tabla 28: Salidas del modelo hidrológico de la cuenca del río Jaya para el período de retorno de 100 años.....	101
Tabla 29: Salidas del modelo hidrológico de la cuenca del río Jaya para el período de retorno de 200 años.....	101
Tabla 30: Cotas máximas del agua en cada sitio de estudio para distintos períodos de retorno.....	108
Tabla 31: Costes de construcción (inversión inicial) para cada periodo de retorno analizado.....	110
Tabla 32: Inversión inicial, coste del riesgo y coste total para cada periodo de retorno de diseño. Puente Aguas Arriba.....	115
Tabla 33: Inversión inicial, coste del riesgo y coste total para cada periodo de retorno de diseño. Puente Medio.....	116
Tabla 34: Inversión inicial, coste del riesgo y coste total para cada periodo de retorno de diseño. Puente Aguas Abajo.....	117
Tabla 35: Presupuesto de construcción del puente Naranja Dulce No. 1.....	128
Tabla 36: Presupuesto de construcción accesos al puente Naranja Dulce No. 1.....	131
Tabla 37: Presupuesto de construcción del puente Naranja Dulce No. 2.....	133
Tabla 38: Presupuesto de construcción accesos al puente Naranja Dulce No. 2.....	136
Tabla 39: Presupuesto de construcción del puente Naranja Dulce No. 3.....	138
Tabla 40: Presupuesto de construcción accesos al puente Naranja Dulce No. 3.....	141

MAPAS

Mapa 1 Precipitación para un período de retorno de 2 años.....	81
Mapa 2 Precipitación para un período de retorno de 10 años.....	81
Mapa 3 Precipitación para un período de retorno de 50 años.....	82
Mapa 4 Precipitación para un período de retorno de 100 años.....	82
Mapa 5 Proyección histórica con un período de retorno de 100 años.....	84
Mapa 6 RCP 4.5 para el período 2046- 2070, con un período de retorno de 100 años.....	84
Mapa 7 RCP 8.5 para el período 2046- 2070, con un período de retorno de 100 años.....	85

GRÁFICOS

Gráfico 1. Curva de excedencia de daños y Pérdida Anual Esperada obtenido para cada alternativa de diseño. Puente Aguas Arriba.....	49
Gráfico 2. Curva de excedencia de daños y Pérdida Anual Esperada obtenido para cada alternativa de diseño. Puente Medio.....	50
Gráfico 3. Curva de excedencia de daños y Pérdida Anual Esperada obtenido para cada alternativa de diseño. Puente Aguas Abajo.....	50
Gráfico 4. Hidrograma en cada ubicación de un puente dentro de la Cuenca del Río Jaya, para el modelo de TR 100 años.....	99

Gráfico 5. Curva de excedencia de daños y Pérdida Anual Esperada obtenido para cada alternativa de diseño en Puente Aguas Arriba.	112
Gráfico 6. Curva de excedencia de daños y Pérdida Anual Esperada obtenido para cada alternativa de diseño en Puente Medio.	113
Gráfico 7. Curva de excedencia de daños y Pérdida Anual Esperada obtenido para cada alternativa de diseño en Puente Aguas Abajo.	113
Gráfico 8. Curva de excedencia de daños y Pérdida Anual Esperada obtenido para cada alternativa de diseño. Puente Aguas Arriba.	115
Gráfico 9. Curva de excedencia de daños y Pérdida Anual Esperada obtenido para cada alternativa de diseño. Puente Medio.	116
Gráfico 10. Curva de excedencia de daños y Pérdida Anual Esperada obtenido para cada alternativa de diseño. Puente Aguas Abajo.	117

ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Acceso desde San Francisco de Macorís al camino Naranja Dulce y los 3 puentes.	7
Ilustración 2: Ubicación puente Naranja Dulce No. 1 (Aguas Abajo)	8
Ilustración 3: Ubicación puentes Naranja Dulce No. 2 (Medio) y 3 (Aguas Arriba)	8
Ilustración 4: Ubicación de los 3 puentes en el camino Naranja Dulce.	9
Ilustración 5: Imágenes del puente No. 1 en el camino Naranja Dulce.	10
Ilustración 6: Imágenes del puente No. 2 en el camino Naranja Dulce.	11
Ilustración 7: Imágenes del puente No. 3 en el camino Naranja Dulce.	11
Ilustración 8: Inundación que afecta el tránsito en el puente No. 1 por una lluvia de mediana intensidad	12
Ilustración 9: Ubicación del puente No. 1 en el camino Naranja Dulce.	16
Ilustración 10: Alturas del puente No. 1 para una longitud de 30 m, para los diferentes Tr analizados	16
Ilustración 11: Ubicación de los puentes No. 2 y 3 en el camino Naranja Dulce.	17
Ilustración 12: Alturas del puente No. 2 para una longitud de 20 m, para los diferentes Tr analizados	17
Ilustración 13: Alturas del puente No. 3 para una longitud de 20 m, para los diferentes periodos de retorno	18
Ilustración 14: Planta dimensionada del nuevo puente No. 1	21
Ilustración 15: Planta dimensionada del nuevo puente No. 2	21
Ilustración 16: Planta dimensionada del nuevo puente No. 3	22
Ilustración 17: Sección longitudinal del nuevo puente No. 1	22
Ilustración 18: Sección longitudinal del nuevo puente No. 2	23
Ilustración 19: Sección longitudinal del nuevo puente No. 3	23
Ilustración 20: Detalle Sección típica propuesta para los 3 Puentes en el Camino Naranja Dulce- La Jaguita	23

Ilustración 21: Detalles típicos de estructura de puentes de hormigón armado	24
Ilustración 22: Detalles típicos de estructura de puentes de hormigón armado	25
Ilustración 23: Detalles típicos de estructura de puentes de hormigón armado	25
Ilustración 24: Planta y elevación del tramo de acceso al puente No. 1.	26
Ilustración 25: Planta y elevación del tramo de salida del puente No. 1.	27
Ilustración 26: Planta y elevación del tramo de acceso al puente No. 2.	28
Ilustración 27: Planta y elevación del tramo de salida del puente No. 2.	29
Ilustración 28: Planta y elevación del tramo de acceso al puente No. 3.	30
Ilustración 29: Planta y elevación del tramo de salida del puente No. 3.	31
Ilustración 30: Desvío propuesto para el puente No. 1	32
Ilustración 31: Desvío propuesto para el puente No. 2	32
Ilustración 32: Desvío propuesto para el puente No. 3	32
Ilustración 33: Planta general del levantamiento topográfico incluyendo curvas de nivel puente No. 1	40
Ilustración 34: Planta general del levantamiento topográfico incluyendo curvas de nivel puente No. 2 y 3.....	41
Ilustración 35: Detalle tipo de fundación con pilotes de hormigón	42
Ilustración 36 Calado máximo del río Jaya – Puente Aguas Arriba - Actual. Período de retorno 2 años	45
Ilustración 37 Calado máximo del río Jaya – Puente Medio - Actual. Período de retorno 2 años	45
Ilustración 38 Calado máximo del río Jaya – Puente Aguas Abajo - Actual. Período de retorno 2 años	46
Ilustración 39 Calados máximos del río Jaya – Puente Aguas Arriba – Original. Períodos de retorno 2, 10, 50, 100 y 200 años	46
Ilustración 40 Calados máximos del río Jaya – Puente Medio - Original. Períodos de retorno 2, 10, 50 y 100 años	47
Ilustración 41 Calados máximos del río Jaya – Puente Medio - Actual. Período de retorno 200 años	47
Ilustración 42 Calados máximos del río Jaya – Puente Aguas Abajo – Original. Períodos de retorno 2, 10, 50, 100 y 200 años	47
Ilustración 43: área aproximada a cubrir por la topografía	64
Ilustración 44: Tabla periódica de Resistividad de metales puros.....	65
Ilustración 45: Localización de los sondeos (SEV) realizados.	67
Ilustración 46: Estratigrafía a partir de (SEV) lado Este	69
Ilustración 47: Estratigrafía a partir de (SEV) lado Este	70
Ilustración 48: Sismicidad histórica ubicada en mapa tectónico de la Placa Caribe (Dollan et al., 1998).	71

Ilustración 49: Sismicidad histórica ubicada en mapa tectónico de la Placa Caribe (Dollan et al., 1998).	72
Ilustración 50: Geología de la zona del proyecto. Sabaneta de Yásica	73
Ilustración 51: Localización de las estaciones pluviométricas.....	74
Ilustración 52: Precipitación (mm/día) por estación y período de retorno.	76
Ilustración 53: Extracción de la banda de precipitación principal y creación un nuevo dataset con datos de precipitación diarios.	77
Ilustración 54: Extracción de centroides.	78
Ilustración 55: Ensamble de datasets.	79
Ilustración 56: Calibración de centroides asignados a estaciones.	79
Ilustración 57: IDW con el valor de la calibración.....	80
Ilustración 58: Dataset de precipitaciones calibrado.	80
Ilustración 59: Pendiente de Sen para el dataset RCP 4.5 (2046-2070).....	86
Ilustración 60: Pendiente de Sen para el dataset estaciones (1998-2019).	87
Ilustración 61: Pendiente de Sen para el dataset histórico (1970-2005).....	87
Ilustración 62: Pendiente de Sen para el dataset TRMM/GPM (1998-2019).	88
Ilustración 63 Curva Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) Zona 10 Miami (Estado de Florida, USA).	89
Ilustración 64. Hidrograma unitario del SCS	90
Ilustración 65: Usos de suelo en la cuenca del río Jaya.	93
Ilustración 66: Geología en la cuenca del río Jaya.	93
Ilustración 67: Clasificación frente al drenaje en la cuenca del río Jaya.	94
Ilustración 68: Número de Curva en la cuenca del río Jaya.....	94
Ilustración 69. Modelo hidrológico HEC-HMS de la Cuenca del río Jaya.....	97
Ilustración 70 Geometría basada en secciones transversales para el modelo del tramo analizado del río Jaya del Puente Aguas Arriba	103
Ilustración 71 Geometría basada en secciones transversales para el modelo del tramo analizado del río Jaya del Puente Medio	104
Ilustración 72 Geometría basada en secciones transversales para el modelo del tramo analizado del río Jaya del Puente Aguas Abajo.....	104
Ilustración 73 Calado máximo del río Jaya – Puente Aguas Arriba - Actual. Período de retorno 2 años	105
Ilustración 74 Calado máximo del río Jaya – Puente Medio - Actual. Período de retorno 2 años....	105
Ilustración 75 Calado máximo del río Jaya – Puente Aguas Abajo - Actual. Período de retorno 2 años	106
Ilustración 76 Calados máximos del río Jaya – Puente Aguas Arriba – Original. Períodos de retorno 2, 10, 50, 100 y 200 años	106

Ilustración 77 Calados máximos del río Jaya – Puente Medio - Original. Períodos de retorno 2, 10, 50 y 100 años	107
Ilustración 78 Calados máximos del río Jaya – Puente Medio - Actual. Período de retorno 200 años	107
Ilustración 79 Calados máximos del río Jaya – Puente Aguas Abajo – Original. Períodos de retorno 2, 10, 50, 100 y 200 años	107
Ilustración 80 Calados máximos del río Palma – Puente Aguas Arriba - Futuro. Período de retorno 200 años	118
Ilustración 81 Calados máximos del río Palma – Puente Medio - Futuro. Período de retorno 100 años	118
Ilustración 82 Calados máximos del río Palma – Puente Aguas Abajo - Futuro. Período de retorno 200 años	119
Ilustración 83: Tipos de Señales preventivas.....	125