



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Programa de Ingeniería Geotécnica

Informe: LM-IG-03-2020

Revisión de los documentos de estudios y anteproyecto de las obras impostergables (OBIS) del fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales



Fuente: informa-tico

Preparado por:

Ing. Ana Lorena Monge S., M.Sc - Coordinadora
Ing. Laura Solano Matamoros
Programa de Ingeniería Geotécnica

San José, Costa Rica
Mayo, 2020



1. Informe LM-IG-03-2020		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: Informe de la revisión de los documentos de estudios y anteproyecto de las obras impostergables (OBIS) del fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales.		4. Fecha del Informe 7 de mayo de 2020
5. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
6. Notas complementarias Ninguna		
7. Resumen <i>A solicitud de la Unidad de Auditoría Técnica del Lanamme, se presenta a continuación el resultado de la revisión de los documentos de los lotes: 1A “Río Ciruela y río Alajuela”, 1B “Río segundo, paso a desnivel Firestone”, 2A “Barreal – Castella y Los Arcos” y 2B “Intercambio Circunvalación”.</i> <i>La revisión consiste en verificar si los documentos cuentan con información suficiente para los diseños geotécnicos que se requieran en las obras a lo largo de la ruta San José – San Ramón y sus radiales.</i>		
8. Palabras clave Cimentaciones superficiales, cimentaciones profundas, pilotes, micropilotes, puentes, estabilidad de taludes, muros, conector, peaje, paso a desnivel	9. Nivel de seguridad: -	10. Núm. de páginas 29
11. Preparado por: Ing. Laura Solano Matamoros Ing. Ana Lorena Monge Sandí		
12. Revisado y aprobado por: Ing. Ana Lorena Monge Sandí, M.Sc Coordinadora del Programa de Ingeniería Geotécnica		



CONTENIDO

I.	Introducción	5
II.	Comentarios generales	6
III.	Comentarios al grupo de documentos: Lote 1A “Río Ciruela y río Alajuela”	6
III.1	A51-MEM-01-R01_Memoria Descriptiva: apartados 6.3 y 6.7.....	6
III.1.1	Apartado 6.3 “Geotecnia”	7
III.1.2	Apartado 6.7 “Estructuras”	8
III.2	A51-MEM-04-R00_Geotecnia (incluidos los anexos y planos)	8
III.2.1	Apartado 2 “Metodología”	8
III.2.2	Apartado 3 “Puentes”	9
III.2.3	Anexo I: “Sondeos”	10
III.2.4	Anexo II: “Informe geofísica”.....	10
III.2.5	Planos adjuntos	10
III.3	A51-ETE-01-R01_Normas Diseño y Especificaciones Técnicas.....	10
III.3.1	Sección 204.) Excavación, terrapleneo y pedrapleneo.....	11
III.3.2	Sección 208.) Excavación y relleno para estructuras mayores.....	11
III.3.3	Sección 209.) Excavación y relleno para otras estructuras.	11
III.3.4	División 250	11
III.3.5	División 300	12
IV.	Comentarios al grupo de documentos: Lote 1B “Río segundo, paso a desnivel Firestone” 13	
IV.1	A52-MEM-04-R00_Geotecnia, Mecánica de Suelos (incluidos los anexos y planos).....	13
IV.1.1	Apartado 2 “Metodología”	13
IV.1.2	Apartado 3 “Estructuras”	14
IV.1.3	Apartado 4 “Movimiento de tierras”	15
IV.1.4	Anexo I: “Sondeos”	15
IV.1.5	Anexo II: “Informe geofísica”	16
IV.1.6	Anexo III: “Ensayos de laboratorio”	16
IV.1.7	Planos adjuntos	16
V.	Comentarios al grupo de documentos: Lote 2A “Barreal – Castella y Los Arcos”	16
V.1	A53-MEM-01-R00_Memoria Descriptiva: apartado 5.3.....	17
V.1.1	Apartado 5.3 “Geotecnia”	17
V.2	A53-MEM-04-R00_Geotecnia, Mecánica Suelos (incluidos los anexos y planos)	18
V.2.1	Apartado 2 “Geología”	18
V.2.2	Apartado 3 “Trabajos realizados y recopilados de estudios anteriores”	18
V.2.3	Apartado 4 “Caracterización geotécnica”	19
V.2.4	Apartado 5 “Movimiento de tierras”	19
V.2.5	Anexo I: “Sondeos”	20
V.2.6	Anexo II: “Informe geofísica”	20



V.2.7	Planos adjuntos	20
V.3	A53-ETE-01-R00_Normas Diseño y Especificaciones Técnicas	21
V.3.1	Sección 204.) Excavación, terrapleneo y pedraploneo.....	21
V.3.2	Sección 208.) Excavación y relleno para estructuras mayores.....	21
V.3.3	Sección 209.) Excavación y relleno para otras estructuras.	21
V.3.4	División 250	22
V.3.5	División 300	22
VI.	Comentarios al grupo de documentos: Lote 2B “Intercambio Circunvalación”.....	23
VI.1	A54-MEM-01-R00_Memoria Descriptiva: apartados 6.3 y 6.7.....	23
VI.1.1	Apartado 6.3 “Geotecnia”	24
VI.1.2	Apartado 6.7 “Estructuras”	24
VI.2	A54-MEM-04-R00_Geotecnia (incluidos los anexos y planos).....	25
VI.2.1	Apartado 2 “Metodología”.....	25
VI.2.2	Apartado 3 “Puentes”	26
VI.2.3	Apartado 4 “Movimiento de tierras”.....	27
VI.2.4	Anexo I: “Sondeos”	27
VI.2.5	Anexo II: “Informe geofísica”.....	28
VI.2.6	Anexo III: “Ensayos de laboratorio”.....	28
VI.2.7	Planos adjuntos	28
VII.	Comentarios finales.....	28
VIII.	Referencias	28



Informe de la revisión de los documentos de estudios y anteproyecto de las obras impostergables (OBIS) del fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales

I. Introducción

Por solicitud de la Unidad de Auditoría Técnica, el presente informe muestra la revisión realizada por el Programa de Ingeniería Geotécnica a los documentos de estudios y anteproyecto de las obras impostergables (OBIS) del fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales, desde el punto de vista geotécnico.

Entre los documentos revisados se encuentran:

- Lote 1A “Río Ciruela y río Alajuela”:
 - A51-MEM-01-R01_Memoria Descriptiva: apartados 6.3 y 6.7
 - A51-MEM-04-R00_Geotecnia: con anexos (Anexo I “Sondeos” y Anexo II “Informe Geofísica”) y planos (Plano 1 “Mapa Geomorfológico”, Plano 2 “Mapa Geológico”, Plano 3 “Plano de conjunto”, Plano 4 “Planta perfil Ciruelas”, Plano 5 “Planta perfil Alajuela”)
 - A51-ETE-01-R01_Normas Diseño y Especificaciones Técnicas: secciones 204, 208, 209, División 250: 251 y 258, y División 300: 301 y 302.
- Lote 1B “Río segundo, paso a desnivel Firestone”
 - A52-MEM-04-R00_Geotecnia Mecánica Suelos: con anexos (Anexo I “Sondeos”, Anexo II “Informe Geofísica” y Anexo III “Ensayos de Laboratorio”) y planos (Plano 1 A05.2-PLAI-04-01-00-00-001-R01, Plano 2 A05.2-PLAI-04-02-00-00-000-R00, Plano 3 A05.2-PLAI-04-03-01-00-000-R00, Plano 4 A05.2-PLAI-04-03-02-00-000-R00)
- Lote 2A “Barreal – Castella y Los Arcos”
 - A53-MEM-01-R00_Memoria Descriptiva: apartados 6.3 y 6.7
 - A53-MEM-04-R00_Geotecnia: con anexos (Anexo I “Prospecciones L2A” y Anexo II “Informe Geofísica”) y planos (Plano 1 A05.3-PLAI-04-01-00-00-000-R00, Plano 2 A05.3-PLAI-04-02-00-00-000-R00, Plano 3 A05.3-PLAI-04-03-01-00-000-R00, Plano 4 A05.3-PLAI-04-03-02-00-000-R00)
 - A53-ETE-01-R00_Normas Diseño y Especificaciones Técnicas: secciones 204, 208, 209, División 250: 251 y 258, y División 300: 301 y 302.
- Lote 2B “Intercambio Circunvalación”
 - A54-MEM-01-R00_Memoria Descriptiva: apartados 6.3 y 6.7
 - A54-MEM-04-R00_Geotecnia: con anexos (Anexo I “Investigaciones”, Anexo II “Geofísica” y Anexo III Ensayos de laboratorio lote) y planos (A05.4-PLAI-04-01-00-00-001-R00, A05.4-PLAI-04-01-00-00-002-R00, A05.4-PLAI-04-02-00-00-000-R00)

A continuación, se muestran los comentarios al respecto de la revisión de los documentos considerados.

II. Comentarios generales

Al finalizar la revisión de los documentos aportados por la unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR, se puede percibir que el trabajo geotécnico es adecuado en la elección de los niveles de cimentación, el análisis de estabilidad realizado y en la concepción de las obras recomendadas. Sin embargo, al analizar con mayor profundidad la proveniencia de los parámetros geotécnicos para los materiales encontrados en cada sitio, es donde se percibe ambigüedad e incluso la falta de realizar algunos estudios más, como por ejemplo ensayos de laboratorio, que permitan al responsable geotécnico del consorcio IDOM – DEHC establecer con mayor claridad los modelos geotécnicos de cada sitio y no basarse más que todo en descripciones geológicas.

En los siguientes apartados, se realizarán los comentarios pertinentes a este respecto, de cada uno de los documentos revisados y estudiados.

III. Comentarios al grupo de documentos: Lote 1A “Río Ciruela y río Alajuela”

En general, se observa que los documentos cuentan con un claro desarrollo explicativo respecto a las actividades realizadas para obtener el diseño de cada obra propuesta en el sitio de estudio. Sin embargo, para algunos casos no es clara la determinación de ciertos parámetros o bien estos no fueron determinados. A continuación, se comenta con mayor especificidad para cada documento revisado, los hallazgos encontrados.

III.1 A51-MEM-01-R01_Memoria Descriptiva: apartados 6.3 y 6.7

Se revisa el documento “Estudios y anteproyecto de las obras impostergables (OBIS) del fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales, lote 1A: Proyecto de demolición y construcción del puente sobre el río Alajuela y el puente sobre el río Ciruelas. Anteproyecto. 01 – Memoria. Informe 01 – Memoria descriptiva”, elaborado por el consorcio IDOM – DEHC. En este documento de memoria descriptiva, se hace una explicación clara de la problemática que se encuentra en los sitios de los puentes del río Ciruelas y el río Alajuela, así como de la solución propuesta con su correspondiente justificación.

El documento cuenta con la topografía del sitio, el inventario vial, la geotecnia de la zona de estudio, el diseño geométrico de las soluciones propuestas, el estudio de hidrología, el diseño del pavimento y estructuras, la propuesta de seguridad vial, iluminación, redes de servicio y expropiaciones.

La revisión en este documento se concentró en el apartado 6.3 “Geotecnia” y en parte del 6.7 “Estructuras” sobre todo en lo concerniente a obras geotécnicas y especificaciones de materiales.

Sin embargo, en el apartado 3.2.1 “Estado actual del puente sobre el río Ciruelas” se indica que, respecto al refuerzo por cargas sísmicas, se colocarán “...micropilotes en los bastiones que retengan el puente durante el sismo”. Esta frase no indica con claridad la funcionalidad de los micropilotes, pues la intención puede ser que se coloquen como reforzamiento a la cimentación de la estructura existente, o bien podrían ser colocados para trabajar como retención ante un eventual movimiento del bastión debido a un sismo. Se considera importante que se clarifique la intención



de utilizar estos elementos, pues dependiendo de su función así será la metodología de diseño a emplear.

III.1.1 Apartado 6.3 “Geotecnia”

En este apartado se indica que para establecer el modelo geotécnico de los sitios de los puentes del río Ciruelas y del río Alajuela, se utilizan la información de las descripciones geotécnicas y geofísicas estudios de suelos anteriores, adicionado a una pequeña campaña de comprobación realizada por el consorcio IDOM – DEHC. El detalle de las campañas realizadas así como los resultados obtenidos se discutirán en el apartado III.2.

Sin embargo, en los apartados 6.3.1 y 6.3.2 se hace una breve descripción de los tipos de materiales encontrados con descripción de compacidad, pero sin indicar los parámetros geomecánicos de los materiales, ni sus características físicas.

Para el caso del río Ciruelas, se describen dos capas de material que subyacen rellenos antrópicos que se encuentran en el sitio. La primera capa está constituida por arenas limosas (SM) con un número de golpes aproximadamente de $N_{spt} = 20$, la cual consideran blanda y no apta para la cimentación, es especial una cimentación superficial, de los bastiones. Adicionalmente, se indica que no es recomendable que se establezca una resistencia del fuste tomando en consideración esta capa pues existirá una socavación importante por parte del río. Sin embargo, en todo el documento no se logra determinar el estudio de socavación realizado para hacer tal aseveración. La siguiente capa se trata de materiales granulares, pero con una compacidad muy densa, con números de golpe superiores a los 50. En esta última capa se define el nivel de cimentación a 867 m.s.n.m.

Para el caso del río Alajuela, también se hace la descripción de las capas de material encontradas en el sitio. Se encuentra una primera capa constituida por limos de alta plasticidad (MH), con un número de golpes aproximado a 10, la cual consideran no apta para la cimentación. La segunda capa está constituida por material de la formación Tiribí altamente fracturado ($N_{spt} = 14$), que es subyacida por una capa de la misma formación solo que en condiciones apropiadas para el tipo de cimentación propuesto, ya que se trata de una roca con una resistencia a la compresión simple promedio de 19 MPa. Por tanto, el nivel de cimentación se está proponiendo en la cota 734 m.s.n.m.

Para ambas propuestas, no se puede determinar si es apropiado el nivel de cimentación indicado, ya que ni en este documento ni en el documento A51-MEM-04-R00_Geotecnia se establecen claramente los resultados de los ensayos de campo y laboratorio que conlleva a suponer la idoneidad de las capas propuestas para la cimentación. Por lo que indica el consorcio IDOM – DEHC en el texto parece razonable el considerar las capas y el tipo de cimentación propuestos, sin embargo, no es posible corroborarlo.

Se considera recomendable, que se presenten de manera explícita parámetros geomecánicos o valores de capacidad de soporte indirectos obtenidos a partir del SPT, para verificar las condiciones de los materiales y establecer la conveniencia del nivel de cimentación propuesto. Adicionalmente, que se muestre claramente el estudio de socavación realizado que respalde el hecho de no considerar las resistencias de las capas que proponen no tomar en cuenta por tal razón.



III.1.2 Apartado 6.7 “Estructuras”

En el apartado de estructuras, se realiza una descripción de los criterios tomados en cuenta para el diseño preliminar de las mismas. En el apartado 6.7.4.2, para el caso específico del diseño de muros, el consorcio IDOM – DEHC indica que se ha considerado como caso general tomar en cuenta el empuje activo de los suelos. Este aspecto se considera adecuado pues la acción de empuje activo es la que generalmente se presenta en los muros de retención. Sin embargo, es importante que cuando se realice el diseño específico de cada muro, se revise la configuración del mismo para verificar si podrían existir secciones con empujes pasivos que también deban considerarse. Este aspecto se considera recomendable pues los empujes pasivos del suelo, generalmente son mayores que los activos y pueden generar una configuración distinta de la obra propuesta.

En el apartado 6.7.5 se colocan dos tablas indicando los parámetros de resistencia de los materiales tomados en cuenta para el diseño y especificaciones de las obras. Esto se considera adecuado, sin embargo, se deberían presentar en unidades del Sistema Internacional de manera consistente, ya que en Costa Rica es el sistema de medidas obligatorio.

Adicionalmente, para el caso del acero de refuerzo (varillas corrugadas) se considera pertinente que los valores se determinen según lo establecido en las normas INTE C400, INTE C401 e INTE C402, según correspondan, que son la base del Reglamento Técnico de Varillas en Costa Rica, RTCR 452 “Barras y alambres de acero de refuerzo para concreto. Especificaciones”.

En el apartado 6.7.7.3 se menciona que los muros se diseñaron para contener las obras indicadas, sin embargo, no se observa ningún cálculo al respecto. Además, no se tiene claro si el diseño es de muros estructurales del puente o si se trata del diseño de muros de retención. Se considera adecuado presentar el diseño de las estructuras y especificar el tipo de muro diseñado.

III.2 A51-MEM-04-R00_Geotecnia (incluidos los anexos y planos)

Se revisa el documento “Estudios y anteproyecto de las obras impostergables (OBIS) del fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales, lote 1A: Proyecto de demolición y construcción del puente sobre el río Alajuela y el puente sobre el río Ciruelas. Informe final. 01 – Memoria. Informe 04 – Geotecnia y Mecánica de suelos”, elaborado por el consorcio IDOM – DEHC. En este documento, se realiza una descripción de la metodología a utilizar para el diseño de las cimentaciones de los puentes del río Ciruelas y el río Alajuela. Además, se muestra en detalle los perfiles geotécnicos para cada sitio, así como la descripción de las consideraciones para determinar el nivel y tipo de cimentación para los mismos. Adicionalmente, el documento cuenta con los planos y los anexos: I. Sondeos y II. Informe de geofísica.

Como comentario general, se considera adecuado corregir la palabra “asiento” por “asentamiento” que es el término mayormente utilizado en Costa Rica. A continuación, se realizan los comentarios de las secciones de los documentos revisados.

III.2.1 Apartado 2 “Metodología”

Al revisar este apartado, se considera adecuada la metodología utilizada para el diseño de las cimentaciones, tanto para las cimentaciones superficiales como las profundas (pilotes), en los tres estados límite analizados: último de ruptura, nivel de servicio y evento extremo. Para las cimentaciones superficiales, se hace un análisis de estabilidad global y capacidad de soporte (hundimiento), y para el caso de cimentaciones profundas se realiza un análisis de estabilidad global y capacidad de soporte en tres aspectos: hundimiento, tracción y carga lateral.



Para el caso específico de las cimentaciones superficiales del apartado 2.4, se indica la fórmula para determinar los asentamientos elásticos del medio. Sin embargo, no se indica la metodología a utilizar si se tratan de materiales que presenten consolidación.

Adicionalmente, en este apartado se hace una descripción de las consideraciones a tomar en cuenta cuando se trate de las cimentaciones de los muros de suelo reforzado. Sin embargo, en ninguno de los documentos revisados, se hace la indicación de que los muros de retención se limitarán únicamente a los muros de suelo reforzado, por lo que no es posible realizar la revisión específica de estos muros, incluyendo las consideraciones propias de cada sitio donde se colocarán. Se considera adecuado ahondar en este tema y mostrar los diseños específicos de estos muros para los ríos Ciruela y Alajuela.

Para el caso de las cimentaciones profundas descrita en el apartado 2.5, se especifica el análisis de 3 opciones de diámetros de pilotes: 0.90 m, 1.18 m y 1.50 m, sin embargo, no se muestran los cálculos y resultados específicos para cada tipo. Finalmente, en los apartados que tratan los sitios específicos de ambos ríos, se indica que el diámetro del pilote será de 0.90 m, igualmente sin observar el resultado del diseño.

Como se había mencionado anteriormente en el apartado III.1.1, no es posible realizar una revisión exhaustiva de estas propuestas, ya que no se cuenta con la memoria de cálculo de cada opción evaluada, ni se cuenta con los parámetros geomecánicos de los materiales propuestos como base de la cimentación.

III.2.2 Apartado 3 “Puentes”

En este apartado se hace una descripción de la tipología de las obras a realizar en cada uno de los sitios de los ríos Ciruelas y Alajuela. También, se hace una descripción de los trabajos de exploración realizados anteriormente y la investigación complementaria realizada por el consorcio IDOM – DEHC. Esta se resume en las tablas 1 y 2.

Tabla 1. Exploración del río Ciruelas

Euroestudios		Consortio IDOM – DEHC	
Perforaciones	Geofísica	Perforaciones	Geofísica
PR-1*: MI-11.5 m	1 refracción sísmica	SE-C-1†: 20 m	MAM-C-1
PR-2*: MD-14.5 m			

*Perforación a rotación

†Perforación a rotación con aplicación de SPT

Tabla 2. Exploración del río Alajuela

Euroestudios		Consortio IDOM – DEHC	
Perforaciones	Geofísica	Perforaciones	Geofísica
P28*: MI-9 m	2 refracciones sísmicas	SE-A-1†: 30 m	MAM-A-1
P29*: MD-6.3 m			
PR-1**: MI-14.6 m			
PR-2**: MD-10.7 m			

*SPT

**Perforación a rotación

†Perforación a rotación con aplicación de SPT

Con la información descrita de los ensayos realizados tanto por Euroestudios como por la exploración complementaria, que se encuentra en los apartados 3.1.2 y 3.2.2, y anexos adjuntos, el consorcio IDOM – DEHC realiza una descripción más geológica que geotécnica y establece para

Informe LM-IG-03-2020	Mayo, 2020	Página 9 de 29
-----------------------	------------	----------------



cada sitio el perfil geotécnico. Esto se puede observar en los apartados 3.1.3 y 3.2.3. Se considera que este perfil no muestra el modelo geotécnico del sitio, por no presentar los parámetros geomecánicos del material, o en su defecto la definición de la capacidad soportante del medio.

Dada la información suministrada en el documento, parece adecuado el establecimiento de los niveles de cimentación, pero no es posible verificarlo con resultados del diseño de las cimentaciones por no aportarse la información en el documento. Por lo tanto, se considera adecuado solicitar la información pertinente para realizar la verificación de los diseños.

III.2.3 Anexo I: “Sondeos”

Se revisa la información de los resultados de los ensayos de campo complementarios realizados por IIG Ingeniería (exploraciones adicionales), empresa subcontratada por el consorcio IDOM – DEHC. No hay ensayos de laboratorio que revisar puesto que no fueron realizados.

Según la información de los log de perforación, para ambas exploraciones adicionales (una en el río Ciruelas y otra en el río Alajuela), se observa que por los datos suministrados del SPT realizado en cada nivel indicado, es que se cuenta con información para establecer los espesores de los materiales encontrados. Esto confirma lo indicado por el consorcio IDOM – DEHC, en el apartado 3.1.3.1 donde se indica que se utiliza la información suministrada por la perforación SE-C-1 para establecer los espesores de los materiales.

Se considera que, aunque se trate de una etapa anteproyecto, es recomendable realizar ensayos de laboratorio a suelos encontrados en la perforación para corroborar el tipo de material, mediante la clasificación SUCS, y para determinar algunas propiedades físicas importantes que se requerirán para análisis subsecuentes.

III.2.4 Anexo II: “Informe geofísica”

Al revisar este informe, no se tienen comentarios más que se trata de un trabajo completo y claro, con información relevante para el establecimiento del modelo geotécnico del sitio.

III.2.5 Planos adjuntos

Se revisan los planos aportados por el consorcio IDOM – DEHC. De estos solo se tienen comentarios al respecto de los planos: Plano 4. Planta perfil Ciruelas. A05.1-PLAI-04-03-01-00-000-R01 y Plano 5. Planta perfil Alajuela. A05.1-PLAI-04-03-02-00-000-R01, pues en ellos se encuentra la información de los perfiles geotécnicos, que como ya se había comentado en el apartado III.2.2, se considera que no cuenta con la suficiente información geotécnica para que se tome como un modelo. Es importante recalcar que, en este tipo de esquemas, se debe colocar la información de los parámetros geomecánicos de los materiales encontrados, para establecer así el modelo geotécnico del sitio.

III.3 A51-ETE-01-R01_Normas Diseño y Especificaciones Técnicas

Se revisa el documento “Estudios y anteproyecto de las obras impostergables (OBIS) del fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales, lote 1A: Proyecto de demolición y construcción del puente sobre el río Alajuela y el puente sobre el río Ciruelas. Anteproyecto. 03 – Especificaciones. Informe 01 – Normas de diseño y Especificaciones técnicas”, elaborado por el consorcio IDOM – DEHC. A continuación, se realizan los comentarios de las secciones revisadas.



Cabe señalar que se considera recomendable completar la información faltante de las observaciones realizadas a este documento, esto con el fin de que este contenga la información completa y clara, para evitar malos entendidos durante o al finalizar la construcción de las obras que comprende este proyecto.

III.3.1 Sección 204.) Excavación, terrapleneo y pedrapleneo.

En esta sección se especifica las obligaciones y requisitos mínimos del Contratista establecidos por la administración para la construcción de obras de excavación, terrapleneo y pedrapleneo dentro del área que abarca el proyecto.

Según la información establecida por el Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010, se realizan los siguientes comentarios.

En la sección de pago no se especifican las unidades de medida para el pago de todas las actividades que implica la excavación, terrapleneo y pedrapleneo de material en el área de proyecto. A sí mismo no se adjunta ni se referencia la tabla con los requisitos mínimos de muestreo y ensayo. Se considera importante que todas las especificaciones y requisitos queden definidos en el informe.

III.3.2 Sección 208.) Excavación y relleno para estructuras mayores.

Esta sección contempla los requisitos del movimiento de tierras para la construcción de obras mayores. Al igual que en la sección anterior, el apartado de pago se encuentra faltante de información necesaria en la tabla de pago por unidad de medida. Se considera recomendable incluir las actividades arriostamiento y apuntalamiento, diques provisionales y rellenos de fundación, las cuales fueron obviadas en la tabla de pago.

III.3.3 Sección 209.) Excavación y relleno para otras estructuras.

En esta sección se especifican los requisitos de la excavación y relleno para la construcción de todos los tipos de estructuras excepto los que se mencionan en la sección anterior. De acuerdo con el Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010, se contemplan de forma correcta las disposiciones establecidas, como única observación se deberá incluir o referenciar la tabla de requisitos mínimos de muestreo y ensayo. Estos lineamientos no se pueden obviar ya que son necesarios para definir el control de calidad de las respectivas obras del proyecto.

III.3.4 División 250

La división 250 contempla todo lo referente al refuerzo de taludes y muros de retención. Las secciones que se incluyen en el documento revisado son las siguientes:

- **Sección 251.) Escolleras (RipRap)**

En esta sección se especifica lo referente a la provisión y colocación de las escolleras para la protección de riberas u orillas de ríos, protección de taludes, estructuras de drenaje y control de erosión. Los requisitos de para la construcción se apegan con fidelidad a los establecido en el Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010. A este respecto, se realiza una única observación respecto al tabla de pago en la cual se indica un único diámetro de roca a utilizar para el enrocado colocado. Si solo se requiere de un

diámetro de roca para estas estructuras esto se considera importante que esta información se encuentre especificada en los planos del proyecto.

- **Sección 258.) Muros de contención de concreto reforzado**

Esta sección contempla los requisitos para la construcción de muros de contención de concreto reforzado. Las especificaciones establecidas para la topografía, trazado, profundidad de cimentación, formaleta y uso de obra falsa se indican según lo que establece el Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010. En esta sección no se incluyó el apartado de pago según las cantidades aceptadas, se deberá incluir este apartado.

III.3.5 División 300

La división 300 contempla todo lo referente la selección y colocación de capas de base y sub-base. Las secciones que se incluyen en la revisión de este documento son las siguientes:

- **Sección 301.) Subbases y bases granulares**

Esta sección contempla los requisitos para la construcción de una subbase o base granular, desde la adecuada selección de los materiales a utilizar, realizando un tramo de prueba el cual se debe someter al proceso de compactación y verificación de la calidad del material a utilizar mediante ensayos de laboratorio antes de ser aceptado para su colocación total. Los requisitos coinciden con lo que establece el Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010, por lo tanto, la única observación es al apartado de pago en el cual se omitió el renglón de pago para el material de base granular.

- **Sección 302.) Base granular estabilizada con cemento**

Esta sección describe los trabajos correspondientes al procedimiento de diseño y construcción de una base estabilizada con cemento BE-25.

Al realizar la revisión de la sección, se identifica que se hace referencia a la base estabilizada con las siglas BE-35, siendo BE-25 la denominación que indica el Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010. Adicionalmente, se observa que falta indicar en el apartado de “Diseño de Mezcla” que se debe incluir una gráfica para representar la resistencia a la compresión para cada uno de los contenidos de cemento, con esto identificar el contenido óptimo de cemento con el que se logra la resistencia a la compresión de 3 MPa a los 7 días.

También se observa que la sección 302 no incluye los apartados correspondientes a los requisitos de construcción, en los cuales se establecen los requisitos para el correcto mezclado y colocación del material, construcción de un tramo de prueba, compactación, acabado, curado, elaboración de juntas de construcción y control de calidad en la obra.

Por último, al igual que en secciones anteriores, en esta sección se obvió la inclusión del apartado de requisitos mínimos para muestreo y ensayo. Este apartado deberá ser incluido ya que establece los requisitos que se deben cumplir para asegurar el cumplimiento y calidad de los materiales utilizados.



IV. Comentarios al grupo de documentos: Lote 1B “Río segundo, paso a desnivel Firestone”

Como se indicó anteriormente en el apartado III, en general, se observa que el documento revisado cuenta con un claro desarrollo explicativo respecto a las actividades realizadas para obtener el diseño de cada obra propuesta en el sitio de estudio. Sin embargo, en algunos casos no es clara la determinación de ciertos parámetros o bien estos no fueron determinados. A continuación, se comenta con mayor especificidad para cada documento revisado, los hallazgos encontrados.

IV.1 A52-MEM-04-R00_Geotecnia, Mecánica de Suelos (incluidos los anexos y planos)

Se revisa el documento “Estudios y anteproyecto de las obras impostergables (OBIS) del fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales, lote 1B. Proyecto de demolición y construcción del puente río Segundo y ampliación del nuevo paso a desnivel Firestone. 01 – Memoria. Informe 04 – Geotecnia y Mecánica de suelos”, elaborado por el consorcio IDOM – DEHC. En este documento, se realiza una descripción de la metodología a utilizar para el diseño de las cimentaciones del puente del río Segundo y del paso inferior de la Firestone, y una estrategia para realizar los movimientos de tierra para ambas obras. Se muestra en detalle los perfiles geotécnicos para cada sitio, así como la descripción de las consideraciones para determinar el nivel y tipo de cimentación para los mismos. Adicionalmente, el documento cuenta con los planos y los anexos: I. Sondeos, II. Informe de geofísica y III. Ensayos de laboratorio.

Al igual que en el documento revisado anteriormente en el apartado III.2, se considera adecuado corregir la palabra “asiento” por “asentamiento” que es el término mayormente utilizado en Costa Rica. A continuación, se realizan los comentarios de las secciones de los documentos revisados.

Aunado a lo anterior, en el documento no existe consistencia en las unidades utilizadas al momento de definir los parámetros mecánicos de los materiales, en algunos casos no se utiliza el Sistema Internacional de unidades, el cual se debe utilizar de manera uniforme y obligatoria en los informes oficiales para Costa Rica, dada la reglamentación nacional al respecto.

IV.1.1 Apartado 2 “Metodología”

Al igual que en el documento A51-MEM-04-R00_Geotecnia, para la sección del proyecto de los puentes del río Ciruelas y el río Alajuela, se hace una descripción de la metodología empleada para el diseño de las estructuras de cimentaciones. El contenido es semejante, por lo que los comentarios que se realizaron en el apartado III.2.1 son válidos para esta revisión.

Adicionalmente, en este documento se agregó el apartado 2.6 “Tipo de suelo de cimentación para el diseño sísmico”, en el que se describen los suelos encontrados con la tipificación presentada en el informe de los ensayos geofísicos (Anexo II). Esta clasificación corresponde con lo indicado en el Código Geotécnico de taludes y laderas de Costa Rica, por lo que se considera adecuada.

Ahora bien, a los resultados de los ensayos geofísicos se les asocia la resistencia al corte no drenada mostrada en la figura 6. Esto se considera apropiado para una etapa preliminar, sin embargo, es importante complementarlo con resultados de ensayos de laboratorio, que son los que se encuentran en el Anexo III.

Finalmente, el consorcio IDOM – DEHC recomienda utilizar para el sitio del puente de río Segundo un suelo tipo S2 y para el sitio del paso a desnivel de Firestone un suelo tipo S3. Esto se considera adecuado, dada la información con que se cuenta.



IV.1.2 Apartado 3 “Estructuras”

En este apartado se hace una descripción de la tipología de las obras a realizar en cada uno de los sitios de río Segundo y la Firestone. También, se hace una descripción de los trabajos de exploración realizados anteriormente y la investigación complementaria realizada por el consorcio IDOM – DEHC. Esta se resume en las tablas 3 y 4.

Tabla 3. Exploración del río Segundo

U.S. Bureau	Euroestudios		Consortio IDOM – DEHC	
	Perforaciones	Geofísica	Perforaciones	Geofísica
S-2-3*: MI-15 m	P42 [¶] : MI-4.05 m	2 refracción sísmica	SE-S-1 [†] : MI-21.85 m	MAM-S-1
S-1*: MI-11 m	P43 [†] : MD-10.4 m		SE-S-2 [†] : MD-20 m	
S-1B*: MI-10 m	P44 [¶] : MD-3.15 m			
S-2B*: MD-10 m				
S-6*: MD-17 m				
S-7*: MD-15 m				

*Perforaciones realizadas en 1960, solo se cuenta con dato de tipo de material encontrado

¶Perforación SPT

†Perforación a rotación con aplicación de SPT

Tabla 4. Exploración del sitio Firestone

Euroestudios	Consortio IDOM – DEHC	
Perforaciones	Perforaciones	Geofísica
P40*: I-11.25 m	SE-F-1 [†] : 21.85 m	MAM-F-1
P41*: D-10.35 m		

*Perforación a rotación

†Perforación a rotación con aplicación de SPT

Con la información descrita de los ensayos realizados tanto por Euroestudios como por la exploración complementaria, que se encuentra en los apartados 3.1.2 y 3.2.2, y anexos adjuntos, el consorcio IDOM – DEHC realiza una descripción más geológica que geotécnica y establece para cada sitio el perfil geotécnico. Esto se puede observar en los apartados 3.1.3 y 3.2.3. A pesar de que en estos apartados se encuentra una descripción mayor de las propiedades de los materiales encontrados en el sitio que en el informe de los sitios del río Ciruelas y Alajuela, se presume por contar con información de ensayos de laboratorio, se considera que a pesar de ello, no se llega a tener claridad en los parámetros utilizados para definir la capacidad de soporte del medio ni de los que se utilizarían en el modelo geotécnico, de manera similar a lo discutido en el apartado III.1.2.

Esto se puede observar en lo indicado para el sitio del río Segundo, pues el consorcio IDOM – DEHC recomienda una cimentación superficial en el material que corresponde a la formación Barva (Qv1-L), la cual en el apartado 3.1.3.2 se describe con una capacidad de carga admisible entre 294 a 392 kPa. En el apartado 3.1.4 donde se realizan las recomendaciones de cimentación, se indica que se debería utilizar una resistencia no mayor que 400 kPa en la condición de estado límite último y de máximo 600 kPa en la condición de estado límite extremo, y por la diferencia entre estos rangos no se tiene clara la proveniencia de estos números. Es por esta razón que se considera recomendable solicitar las memorias de cálculo.

Para el sitio del paso a desnivel de la Firestone, se tiene una condición un poco diferente puesto que en el apartado 3.2.4, se muestran los resultados de los cálculos de los pilotes de cimentación y de carga lateral para la estructura del paso a desnivel en las tablas 21 y 22. Este cálculo se realiza con un pilote de 0.8 m de diámetro y de 28 m de profundidad. Para este cálculo, en la tabla 20 se muestra la columna estratigráfica utilizada con los valores de los parámetros geomecánicos de los



materiales. Sin embargo, la proveniencia de estos valores no se encuentra completamente clara en el documento.

Por lo anteriormente comentado y dada la información suministrada en el documento, parece adecuado el establecimiento de los niveles de cimentación, pero no es posible verificarlo con resultados del diseño de las cimentaciones por no aportarse la información clara en el documento. Por lo tanto, se considera adecuado solicitar la información pertinente para realizar la verificación de los diseños.

IV.1.3 Apartado 4 “Movimiento de tierras”

Para el caso de los movimientos de tierra, en este apartado se muestra el análisis de estabilidad de taludes realizado a partir de un modelo geotécnico mostrado en la figura 16 para la aproximación al puente del río Segundo. Este esquema si corresponde a un modelo geotécnico puesto que muestra los valores de los parámetros geotécnicos utilizados en sus análisis. Sin embargo, al igual que en el resto del documento revisado, no se tiene clara la procedencia de estos valores, pues al revisar los resultados de los ensayos de laboratorio del Anexo III o bien de las descripciones de los materiales realizadas en el apartado 4.1.1, no se observan los valores de parámetros geomecánicos específicos de estos materiales.

El resultado del análisis de estabilidad mediante el programa Slide parece adecuado, dada la información del modelo y a las condiciones estudiadas: estática y pseudoestática con un valor de aceleración de 0.2g. Se obtienen valores de factores de seguridad para ambas condiciones adecuados al comparar con los factores de seguridad del Código Geotécnico de taludes y laderas elegidos dadas las condiciones del proyecto en cuanto a riesgos ambientales y riesgo de vidas. Se considera adecuado realizar la comparación con el factor de seguridad de 1.3 para la condición estática y mayor que 1.0 para la condición pseudoestática.

Para el sitio del paso a desnivel del sitio de la Firestone, en el apartado 4.2.1 se hace una descripción de los materiales que se verían afectados por dichos cortes. Resulta ser similar a la obtenida para el sitio de río Segundo, por lo que el consorcio IDOM – DEHC considera que el análisis de estabilidad está contemplado en el apartado 4.1.3.

Lo anterior se considera suficiente si es que se trata de una etapa de anteproyecto, pero cuando se encuentren en la etapa de diseños finales, se considera adecuado realizar un nuevo análisis de estabilidad para la altura final, con los materiales que se encontrarán en el sitio de los cortes por si resultan tener una altura distinta a la analizada en estas secciones del documento.

Cabe destacar si para estas condiciones de movimientos de tierra se deben construir muros, estos no se encuentran diseñados en este documento y no se cuenta con ningún otro documento para establecer que los muros diseñados son apropiados para las condiciones.

IV.1.4 Anexo I: “Sondeos”

Se revisa la información de los resultados de las exploraciones de campo complementarios realizados por IIG Ingeniería, empresa subcontratada por el consorcio IDOM – DEHC. En este caso se muestran, de ensayos de laboratorio de resistencia a la compresión simple en roca, que equivocadamente le llaman “tensión de rotura”, pues no se está aplicando una carga de tensión al espécimen para provocar su falla. Se considera recomendable hacer el cambio de nombre del ensayo para evitar confusiones.



Según la información de los log de perforación, para las tres exploraciones adicionales (dos en el río Segundo y otra en el sitio de la Firestone), se observa que por los datos suministrados del SPT realizado en cada nivel indicado, es que se cuenta con información para establecer los espesores de los materiales encontrados.

Para estos sitios, se encuentra que se obtuvieron muestras para realizar los ensayos correspondientes de laboratorio, lo cual se considera adecuado para la definición de los modelos geotécnicos de los sitios.

IV.1.5 Anexo II: “Informe geofísica”

Al revisar este documento, no se tienen comentarios más que se trata de un trabajo completo y claro, con información relevante para el establecimiento del modelo geotécnico del sitio, y en este caso en específico se contrasta con la información de los ensayos de laboratorio del Anexo III.

IV.1.6 Anexo III: “Ensayos de laboratorio”

Al revisar el Anexo III con los resultados de laboratorio, se observa que los resultados en general se encuentran en unidades del Sistema Internacional. El único comentario que se tiene al respecto de los ensayos realizados es que en el ensayo de resistencia a la compresión confinada de roca, le llaman a la resistencia “tensión” y esto puede generar confusión ya que el ensayo realizado aplica fuerzas compresivas y no de tensión, por lo que es conveniente que no se utiliza esa terminología y es mejor que se use la terminología de la norma correspondiente.

IV.1.7 Planos adjuntos

Se revisan los planos aportados por el consorcio IDOM – DEHC. De estos solo se tienen comentarios al respecto de los planos: A05.2-PLAI-04-03-01-00-000-R00 que se trata del sitio del paso a desnivel la Firestone y A05.2-PLAI-04-03-02-00-000-R00 del puente del río Segundo, pues en ellos se encuentra la información de los perfiles geotécnicos, que como ya se había comentado en los apartados anteriores, se considera que no cuenta con la suficiente información geotécnica para que se tome como un modelo. Es importante recalcar que, a pesar de que en el texto del documento existen algunos valores de estos parámetros (con falta de claridad de su obtención), se debe colocar la información de los parámetros geomecánicos de los materiales encontrados en este tipo de esquemas, para establecer así el modelo geotécnico del sitio.

Otro aspecto a resaltar es que, en estos planos adjuntos no se encuentra ningún detalle de los muros a construir en el paso a desnivel del sitio de la Firestone, por lo que no se puede comentar al respecto.

V. Comentarios al grupo de documentos: Lote 2A “Barreal – Castella y Los Arcos”

Al igual que en los documentos anteriormente revisados, se observa que los documentos para estos sitios cuentan con un claro desarrollo explicativo respecto a las actividades realizadas para obtener el diseño de cada obra propuesta en el sitio de estudio. Sin embargo, para algunos casos no es clara la determinación de ciertos parámetros o bien estos no fueron determinados. A continuación, se comenta con mayor especificidad para cada documento revisado, los hallazgos encontrados.



V.1 A53-MEM-01-R00_Memoria Descriptiva: apartado 5.3

Se revisa el documento “Estudios y anteproyecto de las obras impostergables (OBIS) del fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales, lote 2A: Proyecto del conector Barreal – Castella y la nueva estación de peaje Los Arcos. Anteproyecto. 01 – Memoria. Informe 01 – Memoria descriptiva”, elaborado por el consorcio IDOM – DEHC. En este documento de memoria descriptiva, se hace una explicación clara de la problemática que se encuentra en los sitios de las estructuras del peaje de Los Arcos y el sistema conector de Barreal – Castella, así como de la solución propuesta con su correspondiente justificación.

El documento cuenta con la topografía del sitio, el inventario vial, la geotecnia de la zona de estudio, el diseño geométrico de las soluciones propuestas, el estudio de hidrología, el diseño del pavimento y estructuras, la propuesta de seguridad vial, iluminación, redes de servicio y expropiaciones.

La revisión en este documento se concentró en el apartado 5.3 “Geotecnia”. A continuación, los comentarios correspondientes.

V.1.1 Apartado 5.3 “Geotecnia”

Este apartado solamente trata aspectos de los movimientos de tierra necesarios para construir el conector de Barreal – Castella y la estructura del peaje de Los Arcos. En estos casos, el análisis geotécnico se enfoca en el análisis de estabilidad de los taludes que se puedan conformar al momento de realizar las excavaciones para ambas obras y eventualmente si se requiriesen colocar obras de retención, se realizan cálculos de capacidad de soporte.

Para establecer el modelo geotécnico de los sitios de la zona Barreal – Castella y Los Arcos, se utiliza la información de las descripciones geotécnicas y geofísicas estudios de suelos anteriores, como el “Proyecto de Construcción. Concesión de Obra con Servicio Público. Corredor San José – San Ramón” realizado por Euroestudios y el “Diseño Preliminar y Estudio de Factibilidad para la concesión de obra con servicio público de la autopista General Cañas-Bernardo Soto”, realizado por Getinsa. Adicionalmente, se realizó una pequeña campaña de comprobación realizada por el consorcio IDOM – DEHC. El detalle de las campañas realizadas así como los resultados obtenidos se discutirán en el apartado V.2.

Sin embargo, en los apartados 5.3.1 y 5.3.2 de este documento, se muestra un resumen de los resultados de los ensayos de penetración dinámica realizados en la campaña complementaria exponiendo los niveles de materiales definidos, pero sin indicar los parámetros geomecánicos de los materiales, ni sus características físicas o incluso su descripción litológica.

Para el caso del conector Barreal – Castella, dada la información existente de estudios previos, se define el modelo geotécnico para verificar la estabilidad de los taludes igual al establecido para el análisis de estabilidad de taludes del movimiento de tierra del informe de los sitios del río Segundo y la Firestone.

Para el caso del peaje de Los Arcos, se indica que se realizará un análisis de estabilidad tanto para los taludes de corte como para taludes de relleno que se tengan que conformar. Para los primeros, se presume que utilizan el mismo modelo que para el conector de Barreal – Castella, y para los rellenos, se indica que se utilizará un material granular, cuya caracterización se comentará en el apartado V.2.



Para ambas propuestas, no se puede determinar si es apropiada la caracterización de los materiales, ya que ni en este documento ni en el documento A53-MEM-04-R00_Geotecnia, Mecánica Suelos, se establecen claramente los resultados de los ensayos de campo y laboratorio que conlleva a suponer la idoneidad de las capas propuestas para el análisis de estabilidad, sobre todo si se basa incluso en un modelo determinado para los sitios de río Segundo y la Firestone. Por lo que indica el consorcio IDOM – DEHC en el texto parecen razonables los modelos propuestos, sin embargo, no es posible corroborarlo.

Se considera recomendable, que se presenten de manera explícita la procedencia específica de los parámetros geomecánicos ya que son los mismos para varios sitios, para poder verificar las condiciones de los materiales y establecer la conveniencia de los modelos geotécnicos utilizados.

V.2 A53-MEM-04-R00_Geotecnia, Mecánica Suelos (incluidos los anexos y planos)

Se revisa el documento “Estudios y anteproyecto de las obras impostergables (OBIS) del fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales, lote 2A. Proyecto del conector Barreal – Castilla y la nueva estación de peaje Los Arcos. 01 – Memoria. Informe 04 – Geotecnia y Mecánica de suelos”, elaborado por el consorcio IDOM – DEHC. En este documento, se realiza una descripción de la caracterización geotécnica de los sitios de estudio basándose en estudios de suelos realizados anteriormente por Euroestudios – Getinsa, y una estrategia para realizar los movimientos de tierra para las obras del conector y del peaje. Se muestra en detalle del perfil geotécnico utilizado para el análisis de estabilidad de taludes de corte para cada sitio, y con los parámetros mecánicos del material granular que se utilizará en los taludes de relleno. Adicionalmente, el documento cuenta con los planos y los anexos: I. Sondeos y II. Informe de geofísica. Queda pendiente la revisión del Anexo III. Ensayos laboratorio, que no fue entregado.

Al igual que en el documento revisado anteriormente en los apartados III.2 y IV.1, se considera adecuado corregir la palabra “asiento” por “asentamiento” que es el término mayormente utilizado en Costa Rica. A continuación, se realizan los comentarios de las secciones de los documentos revisados.

Aunado a lo anterior, en el documento no existe consistencia en las unidades utilizadas al momento de definir los parámetros mecánicos de los materiales, en algunos casos no se utiliza el Sistema Internacional de unidades, el cual se debe utilizar de manera uniforme y obligatoria en los informes oficiales para Costa Rica, dada la reglamentación nacional al respecto.

V.2.1 Apartado 2 “Geología”

Al revisar este apartado, no se tienen comentarios pues parece adecuada la información suministrada.

V.2.2 Apartado 3 “Trabajos realizados y recopilados de estudios anteriores”

En este apartado se hace una descripción de los trabajos realizados anteriormente por Euroestudios – Getinsa. En este estudio del sitio, se indica que la información abarca la zona donde se encuentran ambas obras, por lo que el conjunto de esta es la que se utiliza para ambos sitios. Esta generalidad se considera adecuada para esta etapa preliminar, sin embargo, se considera recomendable que cuando se vaya a realizar el diseño final e incluso durante la construcción se cuente con un profesional en Geotecnia responsable de las obras, que pueda realizar cambios en los trabajos programados si es que surgen diferencias geotécnicas importantes en la conformación de los taludes de ambos sitios.



Entre los trabajos realizados por Euroestudios – Getinsa, se encuentran 5 levantamientos de taludes (inventarios) en que se realizan las correspondientes descripciones de los materiales encontrados en las caras expuestas de los taludes, y existe la información de 3 exploraciones con STP en el estacionamiento 8+800.

Adicionalmente, el consorcio IDOM – DEHC realiza 6 trincheras y 6 exploraciones con el penetrómetro dinámico en el sitio del conector Barreal – Castella, y 2 trincheras y 2 exploraciones con el penetrómetro dinámico en el sitio del peaje Los Arcos. Con este conjunto de datos, se procede a realizar la caracterización geotécnica del sitio, el cual se comenta en el siguiente apartado.

Dada la información existente, es recomendable incluir aspectos geotécnicos de los resultados de exploraciones o bien de ensayos de laboratorio en la tabla resumen 1, pues con la información aportada, no es posible establecer la extensión de los trabajos realizados anteriormente ni la determinación de los parámetros geotécnicos descritos en el siguiente apartado.

V.2.3 Apartado 4 “Caracterización geotécnica”

Al realizar la revisión de este apartado, se observa que la caracterización geotécnica se basa en las descripciones más que todo geológicas del sitio, y aunque se realizan unas descripciones geotécnicas de los materiales, no se muestran valores específicos de los parámetros geomecánicos esperados para un modelo geotécnico de los sitios.

También se observa que las recomendaciones para los niveles de cimentación de obras que se vayan a construir en ambos sitios, se basan en las recomendaciones dadas en los estudios preliminares y no se hace un análisis complementario para determinar la veracidad de dichas sugerencias. Únicamente se aporta en la tabla 2 los datos de los resultados de los sondeos del SPT y en la tabla 3 el resumen de los resultados de laboratorio de tres muestras tomadas de los diferentes sondeos. Sin embargo, con estos datos no es posible verificar si el modelo geotécnico utilizado para el análisis de estabilidad de taludes que se realiza en el apartado 5 es adecuado o no, sobre todo por tratarse del mismo modelo utilizado en los sitios de río Segundo y la Firestone.

Por lo anteriormente comentado y dada la información suministrada en el documento, se considera adecuado solicitar la información pertinente para realizar la verificación de los modelos y análisis planteados en el documento.

V.2.4 Apartado 5 “Movimiento de tierras”

Para el caso de los movimientos de tierra, en este apartado se muestra el análisis de estabilidad de taludes realizado a partir de un modelo geotécnico mostrado en la figura 5 para los taludes de corte del sitio del conector Barreal – Castella y se presume que también se utiliza para los taludes de corte del sitio del peaje Los Arcos. Además, de mostrar el establecimiento de los parámetros mecánicos de los materiales que se podrán utilizar para los taludes de relleno en el sitio del peaje Los Arcos.

Este esquema para los taludes de corte, si corresponde a un modelo geotécnico puesto que muestra los valores de los parámetros geotécnicos utilizados en sus análisis. Sin embargo, al igual que en el resto del documento revisado, no se tiene clara la procedencia de estos valores, pues al revisar los resultados de los ensayos de campo o bien de las descripciones de los materiales realizadas en el apartado 5.1.1, no se observan los valores de parámetros geomecánicos específicos de estos materiales. Esto sin tomar en cuenta que se trata del mismo modelo utilizado para el sitio del río Segundo, que por ser cercanos se podría suponer que corresponde a una

tipología similar, sin embargo, se considera recomendable realizar los análisis con un modelo propio del sitio con las características endémicas correspondientes.

El resultado del análisis de estabilidad mediante el programa Slide parece adecuado, dada la información del modelo y a las condiciones estudiadas: estática y pseudoestática con un valor de aceleración de 0.2g. Se obtienen valores de factores de seguridad para ambas condiciones adecuados al comparar con los factores de seguridad del Código Geotécnico de taludes y laderas elegidos dadas las condiciones del proyecto en cuanto a riesgos ambientales y riesgo de vidas. Se considera adecuado realizar la comparación con el factor de seguridad de 1.3 para la condición estática y mayor que 1.0 para la condición pseudoestática.

Lo anterior se considera suficiente si es que se trata de una etapa de anteproyecto, pero cuando se encuentren en la etapa de diseños finales, se considera adecuado realizar un nuevo análisis de estabilidad para la altura final, con los materiales que se encontrarán en el sitio de los cortes por si resultan tener una altura distinta a la analizada en estas secciones del documento.

Para los taludes de relleno, en primer lugar, se consideran adecuados los parámetros geomecánicos asignados a los materiales de relleno, ya que son los que generalmente se recomiendan en la literatura. Sin embargo, se considera recomendable que cuando se cuente con los materiales reales de relleno, se realicen ensayos de laboratorio para determinar si las propiedades son adecuadas. Además, se recomienda realizar nuevas corridas de análisis de estabilidad de los taludes en la estación 9+300 con los valores reales de los materiales granulares.

Cabe destacar si para estas condiciones de movimientos de tierra se deben construir muros, estos no se encuentran diseñados en este documento y no se cuenta con ningún otro documento para establecer que los muros diseñados son apropiados para las condiciones analizadas en la sección de estabilidad de taludes del apartado 5.

V.2.5 Anexo I: “Sondeos”

Se revisa la información de los resultados de las exploraciones de campo complementarios realizados por IIG Ingeniería, empresa subcontratada por el consorcio IDOM – DEHC. En este caso se trata de la realización de tincheras acompañadas de ensayos de penetrómetro dinámico.

Según la información suministrada, no es posible determinar que por los datos suministrados de los sondeos es posible determinar los espesores de los materiales encontrados, ya que se utilizó el modelo de un sitio anteriormente estudiado.

V.2.6 Anexo II: “Informe geofísica”

Al revisar este documento, no se tienen comentarios más que se trata de un trabajo completo y claro, con información relevante para el establecer un modelo geotécnico del sitio, sin embargo, se utiliza el modelo de un sitio anteriormente estudiado.

V.2.7 Planos adjuntos

Se revisan los planos aportados por el consorcio IDOM – DEHC. De estos solo se tienen comentarios al respecto de los planos: Plano 3 A05.3-PLAI-04-03-01-00-000-R00 que se trata del sitio del peaje Los Arcos y Plano 4 A05.3-PLAI-04-03-02-00-000-R00 del conector Barreal – Castella, pues en ellos se encuentra la información geológica de los sitios. Como se comentó anteriormente, se considera que no cuenta con la suficiente información geotécnica para que se conforme un modelo, posiblemente es por ello que se decide utilizar el perfil de otro sitio.



V.3 A53-ETE-01-R00_Normas Diseño y Especificaciones Técnicas

Se revisa el documento “Estudios y anteproyecto de las obras impostergables (OBIS) del fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales, lote 1A: Proyecto de demolición y construcción del puente sobre el río Alajuela y el puente sobre el río Ciruelas. Anteproyecto. 03 – Especificaciones. Informe 01 – Normas de diseño y Especificaciones técnicas”, elaborado por el consorcio IDOM – DEHC. Al igual que en el documento anterior, se observa que se propone un claro desarrollo explicativo respecto a las actividades realizadas, a continuación, se realizan los comentarios de las secciones revisadas.

No está de más reiterar que se considera recomendable completar la información faltante de las observaciones realizadas a este documento, esto con el fin de que este contenga la información completa y clara, para evitar malos entendidos durante o al finalizar la construcción de las obras que comprende este proyecto.

V.3.1 Sección 204.) Excavación, terrapleneo y pedrapleneo.

Como se mencionó anteriormente, esta sección especifica las obligaciones y requisitos mínimos del contratista establecidos por la administración para la construcción de obras de excavación, terrapleneo y pedrapleneo dentro del área que abarca el proyecto. Define las actividades generales a seguir para la construcción de dichas obras, requisitos generales para el proceso de construcción, proceso de compactación, construcción del tramo de prueba y control de compactación.

Según la información establecida por el Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010, se realizan los siguientes comentarios. En la sección de pago no se especifican las unidades de medida para el pago de todas las actividades que implica la excavación, terrapleneo y pedrapleneo de material en el área de proyecto. A sí mismo no se adjunta ni se referencia la tabla con los requisitos mínimos de muestreo y ensayo. Se considera importante que todas las especificaciones y requisitos queden definidos en el informe.

V.3.2 Sección 208.) Excavación y relleno para estructuras mayores.

Esta sección contempla los requisitos del movimiento de tierras para la construcción de obras mayores. La sección realiza una detallada descripción de los requisitos para el proceso de construcción, tomando en cuenta aspectos desde la preparación del terreno hasta el proceso de compactación. Al igual que en la sección anterior, el apartado de pago se encuentra faltante de información necesaria, en la tabla de pago por unidad de medida no se incluyen actividades que pueden requerirse como el arriostramiento y apuntalamiento, se considera recomendable incluir las actividades faltantes que se puedan llegar a requerir al realizar la excavación para la construcción de cualquier estructura mayor a lo largo del desarrollo del proyecto.

V.3.3 Sección 209.) Excavación y relleno para otras estructuras.

La sección 209 especifica los requisitos de la excavación y relleno para la construcción de todos los tipos de estructuras excepto los mencionados en la sección anterior. Al igual que en la sección anterior, se muestra una detallada descripción de los requisitos para el proceso de construcción. De acuerdo con el Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010, se contemplan de forma correcta las disposiciones establecidas, como única observación se tiene que se considera importante incluir o referenciar la tabla de requisitos mínimos de muestreo y ensayo, ya que estos lineamientos no se deberían obviar pues son necesarios para establecer el control de calidad de las respectivas obras del proyecto.



V.3.4 División 250

Al igual que en el documento anterior, la división 250 hace referencia a al refuerzo de taludes y muros de retención. Las secciones que se incluyen en esta revisión del documento son las siguientes:

- **Sección 251.) Escolleras (RipRap)**

En esta sección se especifica lo referente a la provisión y colocación de las escolleras para la protección de riberas u orillas de ríos, protección de taludes, estructuras de drenaje y control de erosión. Esta sección explica de manera detallada los requisitos para la construcción de los enrocados, los cuales se apegan con fidelidad a los establecido en el Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010.

Se realiza una única observación respecto al tabla de pago en la cual se indica un único diámetro de roca a utilizar para el enrocado colocado. Si solo se requiere de un diámetro de roca para estas estructuras se considera que esto debería especificarse en los planos del proyecto.

- **Sección 258.) Muros de contención de concreto reforzado**

Al igual que en las secciones anteriores, para la descripción de los requisitos en la construcción de muros de contención de concreto reforzado, se hace referencia a otras secciones del documento que describen de manera más detallada aspectos como el acero de refuerzo, la mezcla de concreto estructural y el relleno de celdas. Las especificaciones establecidas para la topografía, trazado, profundidad de cimentación, formaleta y uso de obra falsa se indican según lo que establece el Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010. Se realiza una única observación, ya que no se incluyó el apartado de pago según las cantidades aceptadas, por lo que se considera importante incluirla en este apartado.

V.3.5 División 300

Al igual que en el documento anterior, la división 300 contempla todo lo referente la selección y colocación de capas de base y sub-base. Las secciones que se incluyen la revisión de este documento son las siguientes:

- **Sección 301.) Subbases y bases granulares**

Esta sección contempla los requisitos para la construcción de una subbase o base granular. La revisión de la sección muestra una detallada descripción del proceso que inicia con la adecuada selección de los materiales a utilizar, construcción del tramo de prueba el cual se debe someter al proceso de compactación y verificación de la calidad del material a utilizar mediante ensayos de laboratorio antes de ser aceptado para su colocación total. Esta descripción se apega a los lineamientos expuestos en el Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010.

Al igual que en otros de las secciones revisadas, esta sección no incluye en el apartado de pago el renglón correspondiente para establecer la unidad de medida correspondiente al pago por el material de base granular, por lo que se considera recomendable incluir algún tipo de información al respecto.



- **Sección 302.) Base granular estabilizada con cemento**

Esta sección indica que se sigue lo especificado en el Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010, en su edición vigente, para la realización de los trabajos correspondientes al procedimiento de diseño y construcción de una base estabilizada con cemento BE-25. Al realizar la revisión de la sección, se identifica que se hace referencia a la base estabilizada con las siglas BE-35, siendo BE-25 la denominación que indica el “CR-2010”.

En el apartado 302.03. Diseño de Mezcla, no se indica que se debe incluir una gráfica en la que se pueda identificar el contenido óptimo de cemento, en la cual se debe representar la resistencia a la compresión para cada uno de los contenidos de cemento utilizados, con esto identificar el punto en el que se alcanza la resistencia a la compresión de 3 MPa a los 7 días.

La sección 302 no incluye los apartados correspondientes a los requisitos de construcción, en los cuales se establecen los requisitos para el correcto mezclado y colocación del material, construcción de un tramo de prueba, compactación, acabado, curado, elaboración de juntas de construcción y control de calidad en la obra.

Por último, al igual que en secciones anteriores, en esta sección se obvió la inclusión del apartado de requisitos mínimos para muestreo y ensayo. Se considera recomendable incluir este apartado, ya que establece los requisitos que se deben cumplir para asegurar el cumplimiento y calidad de los materiales utilizados.

VI. Comentarios al grupo de documentos: Lote 2B “Intercambio Circunvalación”

Al igual que en los documentos anteriormente revisados, se observa que los documentos para estos sitios cuentan con un claro desarrollo explicativo respecto a las actividades realizadas para obtener el diseño de cada obra propuesta en el sitio de estudio. Sin embargo, para algunos casos no es clara la determinación de ciertos parámetros o bien estos no fueron determinados. A continuación, se comenta con mayor especificidad para cada documento revisado, los hallazgos encontrados.

VI.1 A54-MEM-01-R00_Memoria Descriptiva: apartados 6.3 y 6.7

Se revisa el documento “Estudios y anteproyecto de las obras impostergables (OBIS) del fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales, lote 2B: Proyecto del Intercambio circunvalación y, de demolición y construcción del puente sobre el río Torres. Anteproyecto. 01 – Memoria. Informe 01 – Memoria descriptiva”, elaborado por el consorcio IDOM – DEHC. En este documento de memoria descriptiva, se hace una explicación clara de la problemática que se encuentra en los sitios del puente del río Torres y en la zona del intercambio de circunvalación en los estacionamientos 3+700 y 4+100 de la autopista General Cañas, así como de la solución propuesta con su correspondiente justificación.

El documento cuenta con la topografía del sitio, el inventario vial, la geotecnia de la zona de estudio, el diseño geométrico de las soluciones propuestas, el estudio de hidrología, el diseño del pavimento y estructuras, la propuesta de seguridad vial, iluminación, redes de servicio y expropiaciones.

La revisión en este documento se concentró en el apartado 6.3 “Geotecnia” y en parte del 6.7 “Estructuras” sobre todo en lo concerniente a obras geotécnicas y especificaciones de materiales.



VI.1.1 Apartado 6.3 “Geotecnia”

En este apartado se indica que para establecer el modelo geotécnico de los sitios del puente del río Torres y de la estructura del Intercambio de circunvalación, se utilizan la información de las descripciones geotécnicas y geofísicas estudios de suelos anteriores, adicionado a una pequeña campaña de comprobación realizada por el consorcio IDOM – DEHC. El detalle de las campañas realizadas así como los resultados obtenidos se discutirán en el apartado VI.2.

Sin embargo, en los apartados 6.3.1 y 6.3.2 se hace una descripción de los tipos de materiales encontrados en ambos sitios con descripción de consistencia, con algunos valores de resistencia al corte no drenada de algunos de los materiales.

Para el caso del río Torres, se describen tres capas de materiales que son rellenos antrópicos, una capa que está constituida por lahares y cenizas, y por último se encuentran lavas andesíticas. La capa de lahares y cenizas es caracterizada únicamente con los resultados de los valores de velocidad de onda proveniente de la geofísica realizada. Para este sitio en este documento no se hace referencia al nivel de cimentación por lo que se comentará al respecto en el apartado VI.2.

Para el caso del Intercambio de circunvalación, también se hace la descripción de las capas de material encontradas en el sitio. Existe una primera capa constituida por suelo orgánico, la cual se indica se debe remover por completo. La segunda capa se trata de un relleno antrópico constituido en su mayoría por limos de baja plasticidad, pero no se mencionan valores geomecánicos asociados a él. La tercera capa se trata de limos arcillosos con intrusiones de lentes de limos arenosos, con características de alta y baja plasticidad. Esta capa tampoco muestra valores geomecánicos asociados. Por último, se encuentra una capa constituida por un suelo color café con números de golpe entre 15 a 50. Se indica un rango de resistencia al corte no drenada esperado de entre 48 a 96 kPa. Es la única capa que cuenta con caracterización geotécnica numérica y no solo descriptiva.

Para las obras propuestas de ambos sitios, en este apartado no se indica el nivel o en su defecto la capa sobre la cual se debe colocar la cimentación por lo que no se pueden hacer comentarios al respecto. En el apartado VI.1.2 se comentará al respecto.

Un aspecto que se considera recomendable, es que se presenten de manera explícita parámetros geomecánicos o valores de capacidad de soporte indirectos obtenidos a partir del SPT, para verificar las condiciones de los materiales y establecer la conveniencia del nivel de cimentación propuesto.

Por último, se considera importante que en el documento exista consistencia en las unidades utilizadas al momento de definir los parámetros mecánicos de los materiales, en algunos casos no se utiliza el Sistema Internacional de unidades, el cual se debe utilizar de manera uniforme y obligatoria en los informes oficiales para Costa Rica, dada la reglamentación nacional al respecto

VI.1.2 Apartado 6.7 “Estructuras”

En el apartado de estructuras, se realiza una descripción de los criterios tomados en cuenta para el diseño preliminar de las mismas. En el apartado 6.7.4.2, para el caso específico del diseño de muros, el consorcio IDOM – DEHC indica que se ha considerado como caso general tomar en cuenta el empuje activo de los suelos, tal como se comentó en el apartado III.1.2. Por lo tanto, aplican los mismos comentarios realizados a este respecto.



En el apartado 6.7.5 se colocan dos tablas indicando los parámetros de resistencia de los materiales tomados en cuenta para el diseño y especificaciones de las obras. Estas tablas contienen la misma información discutida en el apartado III.1.2, por lo que igualmente aplican los mismos comentarios.

En el apartado 6.7.7 se indican las características de las obras por construir en cada sitio y es en esta sección donde se mencionan las características asociadas de las cimentaciones propuestas y en algunos casos la capacidad de soporte. En el apartado 6.7.7.1 se indica que para el puente del río Torres, se construirá una cimentación profunda en cada bastión compuesta por 12 pilotes de 1.5 m de diámetro y 15 m de longitud. No es posible apreciar sobre cuál capa yacerá pues no se muestra el modelo geotécnico del sitio, por lo que no se puede discutir sobre la idoneidad de esta configuración. Además, se indica que la capacidad soportante se espera de 3900 kN. En el apartado VI.2 se discutirá acerca de la idoneidad de la cimentación recomendada.

Para el caso de los colectores norte y sur del Intercambio de la circunvalación (apartados 6.7.7.2 y 6.7.7.3), el consorcio IDOM – DEHC sugiere la colocación de un muro de retención conformado por pilotes de 0.8 m de diámetro y 20 m de longitud, con una separación entre ejes de 1.55 m, acompañado de un anclaje de 510 kN cada 2 pilotes. Adicional a esto, se indica que para el sostenimiento del tablero, se deberán colocar 4 pilotes de 1.20 m de diámetro y 20 m de longitud, y por último se colocará una pila que será cimentada sobre 6 pilotes de 1.20 m de diámetro y 18 m de longitud. La verificación de estas estructuras sugeridas se comentará en el apartado VI.2.

Al igual que en los documentos revisados anteriormente, en el apartado 6.7.7.4 se menciona que los muros se diseñaron para contener las obras indicadas, sin embargo, no se observa ningún cálculo al respecto. Además, no se tiene claro si el diseño es de muros estructurales del puente o si se trata del diseño de muros de retención. Se considera adecuado presentar el diseño de las estructuras y especificar el tipo de muro diseñado.

VI.2 A54-MEM-04-R00_Geotecnia (incluidos los anexos y planos)

Se revisa el documento “Estudios y anteproyecto de las obras impostergables (OBIS) del fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales, lote 2B: Proyecto del Intercambio circunvalación y, de demolición y construcción del puente sobre el río Torres. Anteproyecto. 01 – Memoria. Informe 04 – Geotecnia y Mecánica de suelos”, elaborado por el consorcio IDOM – DEHC. En este documento, se realiza una descripción de la metodología a utilizar para el diseño de las cimentaciones de los puentes del río Ciruelas y el río Alajuela. Además, se muestra en detalle los perfiles geotécnicos para cada sitio, así como la descripción de las consideraciones para determinar el nivel y tipo de cimentación para los mismos. Adicionalmente, el documento cuenta con los planos y los anexos: I. Sondeos y II. Informe de geofísica.

Al igual que en el documento revisado anteriormente en los apartados III.2, IV.1 y V.2, se considera adecuado corregir la palabra “asiento” por “asentamiento” que es el término mayormente utilizado en Costa Rica. A continuación, se realizan los comentarios de las secciones de los documentos revisados.

VI.2.1 Apartado 2 “Metodología”

Al igual que en el documento A51-MEM-04-R00_Geotecnia, para la sección del proyecto de los puentes del río Ciruelas y el río Alajuela, se hace una descripción de la metodología empleada para el diseño de las estructuras de cimentaciones. El contenido es semejante, por lo que los comentarios que se realizaron en el apartado III.2.1 son válidos para esta revisión.



Adicionalmente, en este documento también se agregó el apartado 2.6 “Tipo de suelo de cimentación para el diseño sísmico”, en el que se describen los suelos encontrados con la tipificación presentada en el informe de los ensayos geofísicos (Anexo II). Esta clasificación corresponde con lo indicado en el Código Geotécnico de taludes y laderas de Costa Rica, por lo que se considera adecuada, tal como se indicó en el apartado IV.1.1, por lo que los comentarios también aplican.

Finalmente, el consorcio IDOM – DEHC recomienda utilizar para el sitio del puente de río Torres un suelo tipo S3 y para el sitio del Intercambio de circunvalación un suelo tipo S2-S3. Esto se considera adecuado, dada la información con que se cuenta.

VI.2.2 Apartado 3 “Puentes”

En este apartado se hace una descripción de la tipología de las obras a realizar en cada uno de los sitios tanto del Intercambio de circunvalación como del río Torres. También, se hace una descripción de los trabajos de exploración realizados anteriormente y la investigación complementaria realizada por el consorcio IDOM – DEHC. Esta se resume en las tablas 5 y 6.

Tabla 5. Exploración del sitio de Intercambio de circunvalación

Euroestudios	Consorcio IDOM – DEHC		
<i>Perforaciones</i>	<i>Perforaciones</i>	<i>Geofísica</i>	<i>Trincheras**</i>
SPT49*: 2.7 m	SE-CIR-1†: MD-20.40 m	MAM-CIR-1	CPD-CIR-1: MI-20 m
SPT50*: MD-8 m	SE-CIR-2†: MI-25.20 m		CPD-CR-2: C-12,8 m
SPT51*: MI-6.3 m			

*SPT

†Perforación a rotación con aplicación de SPT

**Con penetrómetro

Tabla 6. Exploración del río Torres

Euroestudios	Consorcio IDOM – DEHC	
<i>Perforaciones</i>	<i>Perforaciones</i>	<i>Geofísica</i>
P47*: MD-4.9 m	SE-T-1†: MD-30 m	MAM-T-1
P48*: MI-9.9 m	SE-T-2†: MI-15 m	
PR-1**: MI-18 m		
PR-2**: MD-19 m		

*SPT

**Perforación a rotación

†Perforación a rotación con aplicación de SPT

Con la información descrita de los ensayos realizados tanto por Euroestudios como por la exploración complementaria, que se encuentra en los apartados 3.1.1 y 3.2.1, y anexos adjuntos, el consorcio IDOM – DEHC realiza una descripción más geológica y geotécnica. Con esta información que parece ser mayor que los sitios (lotes) anteriormente revisados, establece para cada sitio el perfil geotécnico. Esto se puede observar en los apartados 3.1.1.9 y 3.2.1.8, donde se muestran los parámetros geomecánicos obtenidos para los materiales encontrados.

Para la pila, los bastiones y los colectores norte y sur del Intercambio de circunvalación, así como para el puente en el río Torres, se muestran los resultados de los cálculos de los pilotes de cimentación y de carga lateral en las tablas 20, 21, 23, 24, 26, 27 y 35. Este cálculo se realiza con las características de los pilotes dadas en el apartado VI.1.2. Para este cálculo, en las tablas 19, 22, 25 y 34 se muestra la columna estratigráfica utilizada con los valores de los parámetros geomecánicos de los materiales para los sitios de cada obra. Sin embargo, la proveniencia de estos valores no se encuentra completamente clara en el documento.

Por lo anteriormente comentado y dada la información suministrada en el documento, parece adecuado el establecimiento de los niveles de cimentación, pero no es posible verificarlo con resultados del diseño de las cimentaciones por no aportarse la información clara en el documento. Por lo tanto, se considera adecuado solicitar la información pertinente para realizar la verificación de los diseños.

VI.2.3 Apartado 4 “Movimiento de tierras”

Para el caso de los movimientos de tierra, en este apartado se muestra el análisis de estabilidad de taludes realizado a partir de la descripción de los materiales con parámetros geomecánicos asociados dada en el apartado 4.1.1.2 para el Intercambio de circunvalación y para el sitio del puente del río Torres no se muestra claramente el perfil geotécnico o en su defecto la caracterización de los materiales. Sin embargo, al igual que en el resto de los documentos revisados, no se tiene clara la procedencia de estos valores, pues al revisar los resultados de los ensayos de laboratorio del Anexo III o bien de las descripciones de los materiales realizadas en el apartado 4.1.1, no se observan los valores de parámetros geomecánicos específicos de estos materiales.

El resultado del análisis de estabilidad mediante el programa Slide parece adecuado, dada la información del modelo y a las condiciones estudiadas: estática y pseudoestática con un valor de aceleración de 0.2g. Adicionalmente, se hace la indicación que se revisa igualmente la condición a corto plazo y largo plazo, pero no se define en el texto cuál es la característica distintiva de esta clasificación que implique una diferenciación de los resultados. Por lo observado en las condiciones de análisis del programa Slide, si existe diferencia en las características de la resistencia (Mohr – Colomb, o no drenada). La aplicación de estas formas de determinar la resistencia al deslizamiento de los taludes se considera adecuada.

Para ambos sitios (Intercambio y río Torres), se obtienen valores de factores de seguridad para ambas condiciones adecuados al comparar con los factores de seguridad del Código Geotécnico de taludes y laderas elegidos dadas las condiciones del proyecto en cuanto a riesgos ambientales y riesgo de vidas. Se considera adecuado realizar la comparación con el factor de seguridad de 1.3 para la condición estática y mayor que 1.0 para la condición pseudoestática.

Lo anterior se considera suficiente si es que se trata de una etapa de anteproyecto, pero cuando se encuentren en la etapa de diseños finales, se considera adecuado realizar un nuevo análisis de estabilidad para la altura final, con los materiales que se encontrarán en el sitio de los cortes por si resultan tener una altura distinta a la analizada en estas secciones del documento.

Cabe destacar si para estas condiciones de movimientos de tierra se deben construir muros, estos no se encuentran diseñados en este documento y no se cuenta con ningún otro documento para establecer que los muros diseñados son apropiados para las condiciones analizadas.

VI.2.4 Anexo I: “Sondeos”

Se revisa la información de los resultados de los ensayos de campo complementarios realizados por IIG Ingeniería (exploraciones adicionales), empresa subcontratada por el consorcio IDOM – DEHC. El grado de investigación es mayor para estos sitios que para el resto de los revisados para el proyecto San José – San Ramón.



Se observa que la información suministrada de los resultados tanto de los ensayos de campo como de laboratorio, son las herramientas utilizadas para definir el perfil geotécnico y las caracterizaciones de los materiales, mostrados en el cuerpo del informe.

VI.2.5 Anexo II: “Informe geofísica”

Al revisar este informe, no se tienen comentarios más que se trata de un trabajo completo y claro, con información relevante para el establecimiento del modelo geotécnico del sitio.

VI.2.6 Anexo III: “Ensayos de laboratorio”

Al revisar el Anexo III con los resultados de laboratorio, se observa que los resultados en general se encuentran en unidades del Sistema Internacional. El único comentario que se tiene al respecto de los ensayos realizados es que en el ensayo de resistencia a la compresión confinada, le llaman a la resistencia “tensión” y esto puede generar confusión ya que el ensayo realizado aplica fuerzas compresivas y no de tensión, por lo que es conveniente que no se utiliza esa terminología y es mejor que se use la terminología de la norma correspondiente.

VI.2.7 Planos adjuntos

Se revisan los planos aportados por el consorcio IDOM – DEHC. De estos no se tienen comentarios pues no existe un aporte real a modelos geotécnicos, o bien no se muestran detalles de obras geotécnicas.

VII. Comentarios finales

A pesar de que existen observaciones de fondo, en el establecimiento de los parámetros geomecánicos a los materiales encontrados en cada sitio analizado, y que se considera deberían ser subsanadas para realizar una verificación más adecuada de los diseños propuestos, se debe comentar que se encuentra una mejora significativa en los aspectos que se deben tomar en cuenta en análisis y diseños geotécnicos, que los observados para otros proyectos viales revisados en el pasado.

Si se considera recomendable solicitar memorias de cálculo o documentos más explicativos que muestren claramente de dónde provienen los valores tomados en cuenta para caracterizar los materiales. De igual manera se considera recomendable que exista una mejora en la presentación de un modelo geotécnico que muestre estos parámetros determinados y tomados en cuenta para realizar los correspondientes diseños, en lugar de solo mostrar esquemas con perfiles estratigráficos provenientes más que todo de descripciones geológicas.

VIII. Referencias

1. Consorcio IDOM – DEHC. “Estudios y anteproyecto de las obras impostergables (OBIS) del fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales, lote 1A: Proyecto de demolición y construcción del puente sobre el río Alajuela y el puente sobre el río Ciruelas. Anteproyecto. 01 – Memoria. Informe 01 – Memoria descriptiva”. San José, 2019.
2. Consorcio IDOM – DEHC. “Estudios y anteproyecto de las obras impostergables (OBIS) del fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales, lote 1A: Proyecto de



demolición y construcción del puente sobre el río Alajuela y el puente sobre el río Ciruelas. Informe final. 01 – Memoria. Informe 04 – Geotecnia y Mecánica de suelos”. San José, 2019.

3. Consorcio IDOM – DEHC. “Estudios y anteproyecto de las obras impostergables (OBIS) del fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales, lote 1A: Proyecto de demolición y construcción del puente sobre el río Alajuela y el puente sobre el río Ciruelas. Anteproyecto. 03 – Especificaciones. Informe 01 – Normas de diseño y Especificaciones técnicas”. San José, 2019.
4. Consorcio IDOM – DEHC. “Estudios y anteproyecto de las obras impostergables (OBIS) del fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales, lote 1B. Proyecto de demolición y construcción del puente río Segundo y ampliación del nuevo paso a desnivel Firestone. 01 – Memoria. Informe 04 – Geotecnia y Mecánica de suelos”. San José, 2019.
5. Consorcio IDOM – DEHC. “Estudios y anteproyecto de las obras impostergables (OBIS) del fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales, lote 2A: Proyecto del conector Barreal – Castella y la nueva estación de peaje Los Arcos. Anteproyecto. 01 – Memoria. Informe 01 – Memoria descriptiva”. San José, 2019.
6. Consorcio IDOM – DEHC. Estudios y anteproyecto de las obras impostergables (OBIS) del fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales, lote 2A. Proyecto del conector Barreal – Castella y la nueva estación de peaje Los Arcos. 01 – Memoria. Informe 04 – Geotecnia y Mecánica de suelos”. San José, 2019.
7. Consorcio IDOM – DEHC. “Estudios y anteproyecto de las obras impostergables (OBIS) del fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales, lote 1A: Proyecto de demolición y construcción del puente sobre el río Alajuela y el puente sobre el río Ciruelas. Anteproyecto. 03 – Especificaciones. Informe 01 – Normas de diseño y Especificaciones técnicas”. San José, 2019.
8. Consorcio IDOM – DEHC. “Estudios y anteproyecto de las obras impostergables (OBIS) del fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales, lote 2B: Proyecto del Intercambio circunvalación y, de demolición y construcción del puente sobre el río Torres. Anteproyecto. 01 – Memoria. Informe 01 – Memoria descriptiva”. San José, 2019.
9. Consorcio IDOM – DEHC. “Estudios y anteproyecto de las obras impostergables (OBIS) del fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus radiales, lote 2B: Proyecto del Intercambio circunvalación y, de demolición y construcción del puente sobre el río Torres. Anteproyecto. 01 – Memoria. Informe 04 – Geotecnia y Mecánica de suelos”. San José, 2019.