



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

LanammeUCR

Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

Programa de Ingeniería Geotécnica

Informe: EIC-Lanamme-INF-0269-2023

Informe de revisión de estudio de suelos del Proyecto La Galera

INFORME FINAL



Fuente: CRHoy

Preparado por:

Ing. Ana Lorena Monge Sandí, M.Sc.
Programa de Ingeniería Geotécnica

San José, Costa Rica
Marzo, 2023



| | | |
|--|------------------------------------|---|
| 1. Informe EIC-Lanamme-INF-0269-2023 | | 2. Copia No. 1 |
| 3. Título y subtítulo: Informe de revisión de estudio de suelos del Proyecto La Galera | | 4. Fecha del Informe 3 marzo 2023 |
| 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>Por solicitud de la Unidad de Auditoría Técnica, se realiza la revisión de los documentos correspondientes al proyecto La Galera, que consiste en un paso a desnivel que solucionaría la vialidad entre las Rutas Nacionales No. 2 y No. 251. En general, se establece que la información proporcionada es adecuada, sin embargo, se considera recomendable considerar lo siguiente:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Para el apartado 3.4 del documento de licitación pública, a pesar de que se considera adecuado mostrar cantidades mínimas para la exploración geotécnica, a la larga este tipo de instrucciones pueden supeditar a los oferentes a limitarse en la exploración geotécnica y presentar información insuficiente para realizar a posteriori los diseños geotécnicos correspondientes y por ello se considera recomendable que, para sucesivos carteles de licitación, no se limite la exploración geotécnica • Existe un error en la referencia del formulario No. 10 de la licitación pública • Al revisar el apartado 4.2.3 del documento de licitación pública, no es clara la razón por la cual en el apartado 3.4 se solicita la información que se muestra en la Figura 1, pues en el apartado en cuestión, se exige al contratista realizar una mayor exploración geotécnica • Se considera pertinente solicitar la aclaración respecto al uso de la información para el establecimiento del modelo geológico – geotécnico por parte del consorcio Conansa – Puentepresa – Tyspa, pues existen datos que podrían ser empleados para brindar mayor respaldo técnico y robustez a la determinación de dichos valores geomecánicos para ambas unidades geotécnicas establecidas • Se estima importante solicitar la aclaración en cuanto al establecimiento de las propiedades de los materiales a utilizarse para las cargas de empuje y en las excavaciones subterráneas, ya que el consorcio Conansa – Puentepresa – Tyspa no contempla ángulo de fricción para la UG1, siendo que el estudio de suelos si muestra valores de este parámetro para todas las capas del sitio • El documento de las memorias de cálculo se considera limitado en cuanto a la información mostrada, la cual parece no estar claramente definida y faltan los diseños de los muros de retención mostrados en los planos “21 Estructura - Muros de contención 1” • Se considera pertinente solicitar la memoria de cálculo correspondiente para realizar la revisión el plano “21 Estructura - Muros de contención 1” | | |
| 8. Palabras clave Ensayos de campo, ensayos de laboratorio, exploración geotécnica, capacidad de soporte, cimentación tipo cajón, parámetro geomecánicos | 9. Nivel de seguridad: - | 10. Núm. de páginas 11 |
| 11. Preparado y aprobado por: Ana Lorena Monge Sandí, MSc. Coordinadora Programa Ingeniería Geotécnica | | |



Contenido

| | | |
|-------|--|----|
| I. | Introducción | 4 |
| II. | Documento: Licitación pública “Diseño y construcción del paso a desnivel en el cruce “La Galera”, Rutas Nacionales Nos. 2 y 251” | 5 |
| II.1 | General | 5 |
| II.2 | Apartado 3.4 “Estudios geotécnicos” | 5 |
| II.3 | Apartado 4.2.3 “Estudio geológico- geotécnico” | 6 |
| III. | Documento: “Diseño y construcción del paso a desnivel en el cruce “La Galera”, Rutas Nacionales Nos. 2 y 251 – Informe geotécnico” | 6 |
| III.1 | Documento de informe geotécnico | 7 |
| III.2 | Documento “Estudio Geotécnico – Proyecto paso a desnivel en intersección La Galera” | 9 |
| III.3 | Documento “Anexo 2 – Memorias de cálculo” | 9 |
| IV. | Documento “Protocolo para estudio geológico del terreno” | 9 |
| V. | Planos | 9 |
| VI. | Comentarios finales | 10 |
| VII. | Referencias | 10 |



Informe de revisión de estudio de suelos del Proyecto La Galera

I. Introducción

Por solicitud de la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR a continuación, se presenta la revisión de la información suministrada del proyecto La Galera. Los documentos revisados son los siguientes:

- Licitación pública “*Diseño y construcción del paso a desnivel en el cruce “La Galera”, rutas nacionales Nos. 2 y 251*”
- Documento: “*Diseño y construcción del paso a desnivel en el cruce “La Galera”, Rutas Nacionales Nos. 2 y 251 – Informe geotécnico*”
- Documento “*Estudio Geotécnico – Proyecto paso a desnivel en intersección La Galera*”
- Documento: “*Anexo 2 – Memorias de cálculo*”
- Documento “*Protocolo para estudio geológico del terreno*”
- Planos:
 - 19 Estructura - *Muros del túnel*
 - 20 Estructura - *Muros y losa de fondo (túnel)*
 - 21 Estructura - *Muros de contención 1*
 - 22 Estructura - *Muros de contención (cuantificaciones)*

En general los documentos cuentan con información adecuada para una etapa de diseño preliminar del proyecto y es información que se convierte en un insumo para el diseño y construcción del proyecto. Sin embargo, se considera recomendable revisar la inclusión de algunos otros datos dentro de los análisis para determinar las propiedades geomecánicas empleadas para el diseño de las obras.

No obstante, el documento de las memorias de cálculo se considera limitado en cuanto a la información mostrada, la cual parece no estar claramente definida y faltan los diseños de los muros de retención mostrados en los planos “*21 Estructura - Muros de contención 1*”.

Los detalles de la revisión de las secciones que componen el informe se muestran en los siguientes apartados.

| | | |
|-----------------------------------|---------------|----------------|
| Informe EIC-Lanamme-INF-0269-2023 | Marzo de 2023 | Página 4 de 11 |
|-----------------------------------|---------------|----------------|



II. Documento: Licitación pública “*Diseño y construcción del paso a desnivel en el cruce “La Galera”, Rutas Nacionales Nos. 2 y 251*”

A continuación, se muestra la revisión realizada al documento que contiene los requerimientos de la licitación pública “*Diseño y construcción del paso a desnivel en el cruce “La Galera”, rutas nacionales Nos. 2 y 251*” presentado por la gerencia de contratación de vías y puentes del Consejo Nacional de vialidad, en lo referente a aspectos de materiales y geotécnicos.

II.1 General

Al revisar la información de manera general del documento, en la sección de secuencia de actividades en la etapa de Diseño, no se observa que se solicite explícitamente el estudio geotécnico preliminar de la zona, por lo que no se tiene claro si para esta etapa el diseñador contó con los parámetros geotécnicos específicos para realizar el diseño de las obras, tanto en cimentaciones como en muros de retención y análisis de estabilidad de taludes.

Se observa que en la etapa constructiva si se realiza una descripción de estudios geotécnicos esperados, sin embargo cabe recordar que las campañas geotécnicas más fuertes deben realizarse durante la etapa de diseño y más bien en la etapa constructiva se espera realizar exploraciones geotécnicas de verificación o bien de mayor investigación si es que al realizar las actividades de construcción, se encuentran condiciones distintas a las estudiadas en la etapa de campaña de estudios geotécnicos y diseño.

En el documento se hace mención del material “hormigón” en la tabla 7.4 y en el apartado 4.1 “*Requisitos generales – Requisitos para los planos de los informes II y III*”, sin embargo, en el resto del documento se refieren al material “concreto”. A este respecto, el término adecuado para este material en Costa Rica es “concreto” y se debe contemplar ser consistente en el documento en cuanto a la terminología a utilizar pues puede presentarse a confusiones.

Por último, en este documento de licitación pública que fue generado en octubre del 2019, se hace referencia a normas INTECO cuya nomenclatura cambió desde el año 2017, por lo que se considera recomendable utilizar la nomenclatura de las normas actualizada para evitar que se presenten equivocaciones.

II.2 Apartado 3.4 “*Estudios geotécnicos*”

Al revisar el apartado de estudios geotécnicos en durante la etapa de anteproyecto, se encuentra que se solicitan los siguientes ensayos:

| SUMARIO | | |
|-----------------------------|----------|-----------------|
| Ítem | Cantidad | Unidades |
| Perforaciones SPT | 260 | Metros lineales |
| Perforaciones NQ (rotación) | 80 | Metros lineales |
| Geofísica | 120 | Metros lineales |
| Triaxiales UU | 8 | Unitario |
| Consolidación | 6 | Unitario |

Figura 1 *Tabla de ensayos geotécnicos indicados en licitación*
Fuente: CONAVI Licitación Pública proyecto La Galera

Al observar estas indicaciones se considera adecuado mostrar un mínimo de exploración geotécnica esperada, e incluso tipo y cantidad de ensayos mínimos por realizar. Sin embargo, este tipo de

| | | |
|-----------------------------------|---------------|----------------|
| Informe EIC-Lanamme-INF-0269-2023 | Marzo de 2023 | Página 5 de 11 |
|-----------------------------------|---------------|----------------|



instrucciones pueden supeditar a los oferentes a limitarse en la exploración geotécnica y presentar información insuficiente para realizar a posteriori los diseños geotécnicos correspondientes.

Por ello, se considera recomendable que para sucesivos carteles de licitación, no se limite la exploración geotécnica y más bien se indique que en esta etapa se espera contar con un modelo geotécnico del sitio basado en exploración geotécnica suficiente para determinar de manera adecuada los estratos de materiales que se pueden encontrar en el sitio, los parámetros geotécnicos requeridos para las obras a diseñar y construir, nivel freático presente, entre otros, y que para ello se debe contar con un experto en geotecnia responsable de esta etapa de diseño del anteproyecto.

Por último, se indica que se debe llenar el formulario 10 indicando el precio unitario o por metro de cada uno de los ítems mostrados en la Figura 1. Sin embargo, al observar el formulario No. 10 (ver Figura 2) la información solicitada es la que debe plasmar el profesional responsable como parte de la carta de compromiso del personal propuesto.

| Formulario No. 10 Carta de compromiso del personal propuesto |
|---|
| <p>El suscrito, _____ (nombre del profesional o técnico) _____, _____ (indicar calidades) _____, hago constar que conozco la oferta presentada por la empresa _____ (empresa oferente) _____, para la Licitación Pública, "Diseño y construcción del paso a desnivel en el cruce "La Galera", Rutas Nacionales Nos. 2 y 251" y que manifiesto mi compromiso de participar en el puesto de _____ (indicar puesto a ocupar en el proyecto) _____ en la ejecución del proyecto en caso de resultar adjudicataria y formalizarse el contrato correspondiente.</p> <p style="text-align: center;">_____ Firma del profesional o técnico ofrecido</p> |

Figura 2 *Formulario No. 10* indicado en licitación
Fuente: CONAVI Licitación Pública proyecto La Galera

II.3 Apartado 4.2.3 "Estudio geológico- geotécnico"

Al revisar el presente apartado, se puede notar que la calidad de la información que se solicita para esta etapa del proyecto es adecuada. Sin embargo, después de su lectura, no queda clara la razón por la que en el apartado 3.4 del mismo documento se solicitan los ítems solicitados en la Figura 1, ya que durante la etapa de diseño se observa que al contratista se le exige una mayor exploración geotécnica. Incluso, se considera que la exploración que se solicite en la etapa de anteproyecto, puede ser un valioso insumo para la etapa de diseño, de ahí la interrogante acerca de la información geotécnica solicitada en la etapa de anteproyecto.

En cuanto a los aspectos geotécnicos tratados en el resto del documento, la información se considera adecuada para las distintas etapas del proyecto.

III. Documento: "Diseño y construcción del paso a desnivel en el cruce "La Galera", Rutas Nacionales Nos. 2 y 251 – Informe geotécnico"

Se revisan tres documentos como parte del informe geotécnico realizado por el consorcio Conansa – Puenteprefa – Typsa. El documento principal denominado "*Diseño y construcción del paso a desnivel en el cruce "La Galera", Rutas Nacionales Nos. 2 y 251 – Informe geotécnico*", se basa en los aspectos geotécnicos fundamentalmente en el estudio de suelos realizado por INGEOTEC "Estudio Geotécnico – Proyecto paso a desnivel en intersección La Galera" que se encuentra en el

| | | |
|-----------------------------------|---------------|----------------|
| Informe EIC-Lanamme-INF-0269-2023 | Marzo de 2023 | Página 6 de 11 |
|-----------------------------------|---------------|----------------|



anexo 1. Para los cálculos realizados para la cimentación del paso a desnivel, se muestra el documento “Anexo 2 – Memorias de cálculo”.

III.1 Documento de informe geotécnico

El documento “Diseño y construcción del paso a desnivel en el cruce “La Galera”, Rutas Nacionales Nos. 2 y 251 – Informe geotécnico” muestra en resumen los resultados de la investigación geotécnica realizada por la empresa INGEOTEC entre febrero del año 2020 a enero 2021. Además, contextualiza el concepto del proyecto y su ubicación contemplando las rutas nacionales que intervendrá.

Este proyecto tratará de solucionar la vialidad entre las rutas nacionales: la ruta primaria N°2 “Ruta Interamericana Sur” y la ruta secundaria N°251 “Carretera vieja a Cartago”, como se muestra en la Figura 3. La propuesta consiste en la construcción de un paso a desnivel, por lo que se requiere construir una cimentación tipo cajón que a su vez funge la función de retención para las zonas laterales.



Figura 3 Rutas Nacionales con zona del proyecto paso a desnivel La Galera

En general el documento parece contener información adecuada del sitio explorado, tomado en cuenta que gran parte de esta fue tomada del informe emitido por INGEOTEC.

Específicamente, en el apartado 15 “Estratigrafía geotécnica” el análisis de la información y el establecimiento del modelo geológico – geotécnico lo realiza el consorcio Conansa – Puenteprefa – Typsa, basándose en los resultados obtenidos en el informe de INGEOTEC, el cual se basa en la presencia de dos unidades geotécnicas, cuyas características se presentan en la Tabla 1 y que se basa en los resultados de las perforaciones SM5, SM6 y SM7 para los parámetros mecánicos, y las perforaciones SM6 y SM9 para los parámetros de deformación.

| | | |
|-----------------------------------|---------------|----------------|
| Informe EIC-Lanamme-INF-0269-2023 | Marzo de 2023 | Página 7 de 11 |
|-----------------------------------|---------------|----------------|



Tabla 1 *Unidades geotécnicas del modelo geológico – geotécnico del sitio*

| Unidad | Profundidad (m) | Cohesión (kPa) | Ángulo fricción (°) | Módulo elasticidad (kPa) | e_0 | m_v (m ² /kN) | P_c (kPa) |
|--------|-----------------|----------------|---------------------|--------------------------|-------|----------------------------|-------------|
| UG-1 | 0 – 16 | 138 | - | 5.25 | 1.99 | 0.0001 | 98 |
| UG-2 | 16 – 21.5 | 37 | 30 | 997 | - | | |

A este respecto, se considera que hubiese sido conveniente, utilizar la información de perforaciones adicionales y cercanas para determinar estos parámetros establecidos para el modelo geológico – geotécnico, como por ejemplo las perforaciones SM3, SM8 y SM10, tal como lo muestra el informe de estudios de suelo presentado por la empresa INGEOTEC, esto con el fin de dar mayor respaldo técnico a los valores elegidos.

Específicamente, con respecto a la unidad geotécnica UG-1, la cual fue descrita como un limo de alta compresibilidad, extraña que se hayan basado únicamente en la información de los ensayos de compresión inconfiada de las perforaciones SM5 y SM7, y en los resultados del ensayo triaxial UU de la perforación SM6 para determinar la cohesión, sin considerar que las perforaciones SM6 y SM10 cuentan con resultados de ensayos de corte directo.

Es posible que lo anterior se deba a que los materiales en los ensayos de compresión inconfiada y triaxial UU se encuentran en una condición no saturada, mientras que en el ensayo de corte directo se encuentran en condición saturada, y que para las condiciones de trabajo en el sitio se prefiera trabajar con las condiciones no saturadas. Sin embargo, esta situación no se indica de manera clara en el análisis de resultados por parte del consorcio Conansa – Puenteprefa – Tyspa, por lo que se considera pertinente solicitar la aclaración al respecto.

Por su parte, para la unidad UG-2, la cual está compuesta por un material compuesto por intercalaciones de arena limosa y limos arenosos de consistencia dura de origen ígneo, se toman los datos de la compresión inconfiada de la perforación SM5 para determinar los parámetros geomecánicos. Sin embargo, en el informe de INGEOTEC se observa que existen resultados de compresión inconfiada de muestras extraídas a la profundidad correspondiente a esta unidad de perforaciones cercanas como SM6 y SM7. Es claro por lo indicado en el informe del consorcio Conansa – Puenteprefa – Tyspa, que se está utilizando la condición más desfavorable, sin embargo, como se comentó en párrafos anteriores, se podría contar con una mayor robustez de datos para determinar estos parámetros.

Para el diseño de la cimentación tipo cajón, se considera que la información mostrada en este texto es limitada pues no muestra aspectos específicos considerados tanto en la determinación de la capacidad de soporte, análisis de asentamientos y la revisión por expansión del suelo. Se entiende que las secciones del informe en que se tratan estos aspectos no son una memoria de cálculo para determinar el valor final. Sin embargo, la memoria de cálculo también es carente de especificidades que dificultan su revisión. Esto se tratará en el apartado III.3 del presente informe de revisión.

En cuanto a los parámetros utilizados para establecer las cargas de empuje para los muros, el consorcio Conansa – Puenteprefa – Tyspa indica que se basa en la información mostrada en el informe de estudios de suelo de la empresa INGEOTEC, sin embargo, al revisar la información esta no es concordante. En el apartado 9 del informe de INGEOTEC se muestran los valores de empuje correspondiente para a las capas de material encontrado en el sitio, destacando el hecho que cuentan con un valor de ángulo de fricción específico para cada capa, mientras que en el informe del consorcio Conansa – Puenteprefa – Tyspa, se considera que la capa UG1 no tiene ángulo de fricción. Por estas inconsistencias, es que se considera adecuado solicitar las aclaraciones pertinentes para estas suposiciones.



III.2 Documento “Estudio Geotécnico – Proyecto paso a desnivel en intersección La Galera”

Se revisa el documento “Estudio Geotécnico – Proyecto paso a desnivel en intersección La Galera” elaborado por la empresa INGEOTEC. Este documento muestra información adecuada para establecer el modelo geológico – geotécnico del sitio y para determinar las propiedades geomecánicas de los materiales encontrados en el sitio del proyecto.

Adicionalmente, muestra los resultados de la capacidad de soporte de las distintas capas de materiales encontrados en el sitio y para cada perforación realizada, con respecto al número de golpes resultante del ensayo del SPT realizado en campo, lo cual se estima adecuado. Sin embargo, esta información, aunque amplia, no permite que el diseñador de las obras conozca el nivel de desplante recomendado por el ingeniero geotecnista para un sitio en específico.

Por último, se muestra la información que se debe considerar para diseñar obras de retención y obras subterráneas, la cual también se considera adecuada.

III.3 Documento “Anexo 2 – Memorias de cálculo”

Se revisa el documento “Anexo 2 – Memorias de cálculo” preparado por el consorcio Conansa – Puenteprefa – Tyspa. Este documento, aunque muestra algunos cálculos realizados para determinar algunos parámetros y resultados del diseño de las obras, tablas y esquemas, es un documento en que la información proporcionada no es clara. Se considera necesario solicitar que se especifique más claramente los datos y resultados obtenidos para cada aspecto evaluado de las estructuras.

IV. Documento “Protocolo para estudio geológico del terreno”

Con respecto al documento “Protocolo para estudio geológico del terreno”, elaborado por la Geol. Ana Elena Vega, se observa que además de realizar la descripción geológica del sitio, toma elementos del estudio de suelos realizado por la empresa INGEOTEC, sobre todo en la exploración geotécnica realizada cuyas perforaciones generan insumo para complementar la información geológica e hidrogeológica de pozos de SENARA. Además, realiza un estudio básico del riesgo ante amenazas naturales de la zona.

Se considera que es un documento que cuenta con información concisa y adecuada para ser presentado como Estudio de Geología Básica del Terreno ante la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA).

V. Planos

Se revisan los planos proporcionados y se encuentra que los que podrían tratar de temas geotécnicos son los siguientes:

- 19 Estructura - Muros del túnel: no se tienen comentarios al respecto
- 20 Estructura - Muros y losa de fondo (túnel): no se tienen comentarios al respecto
- 21 Estructura - Muros de contención 1: se desconoce el diseño de estos muros pues en las memorias de cálculo no se encuentran. Se considera pertinente solicitar la memoria de cálculo correspondiente para realizar la revisión
- 22 Estructura - Muros de contención (cuantificaciones): no se tienen comentarios al respecto

| | | |
|-----------------------------------|---------------|----------------|
| Informe EIC-Lanamme-INF-0269-2023 | Marzo de 2023 | Página 9 de 11 |
|-----------------------------------|---------------|----------------|



VI. Comentarios finales

Una vez finalizada la revisión de los documentos aportados para el proyecto La Galera, se puede considerar que en general la información es adecuada. Sin embargo, a pesar de ello, se considera pertinente destacar los siguientes aspectos:

- Para el apartado 3.4 del documento de licitación pública, a pesar de que se considera adecuado mostrar cantidades mínimas para la exploración geotécnica, a la larga este tipo de instrucciones pueden supeditar a los oferentes a limitarse en la exploración geotécnica y presentar información insuficiente para realizar a posteriori los diseños geotécnicos correspondientes y por ello se considera recomendable que para sucesivos carteles de licitación, no se limite la exploración geotécnica y más bien se indique que en esta etapa se espera contar con un modelo geotécnico del sitio basado en exploración geotécnica suficiente para determinar de manera adecuada los estratos de materiales que se pueden encontrar en el sitio, los parámetros geotécnicos requeridos para las obras a diseñar y construir, nivel freático presente, entre otros
- Existe un error en la referencia del formulario No. 10 de la licitación pública
- Al revisar el apartado 4.2.3 del documento de licitación pública, no es clara la razón por la cual en el apartado 3.4 se solicita la información que se muestra en la Figura 1, pues en el apartado en cuestión, se exige al contratista realizar una mayor exploración geotécnica
- Se considera pertinente solicitar la aclaración respecto al uso de la información para el establecimiento del modelo geológico – geotécnico por parte del consorcio Conansa – Puenteprefa – Typsa, pues existen datos que podrían ser empleados para brindar mayor respaldo técnico y robustez a la determinación de dichos valores geomecánicos para ambas unidades geotécnicas establecidas
- Se estima importante solicitar la aclaración en cuanto al establecimiento de las propiedades de los materiales a utilizarse para las cargas de empuje y en las excavaciones subterráneas, ya que el consorcio Conansa – Puenteprefa – Typsa no contempla ángulo de fricción para la UG1, siendo que el estudio de suelos si muestra valores de este parámetro para todas las capas del sitio
- El documento de las memorias de cálculo se considera limitado en cuanto a la información mostrada, la cual parece no estar claramente definida y faltan los diseños de los muros de retención mostrados en los planos “21 Estructura - Muros de contención 1”
- Se considera pertinente solicitar la memoria de cálculo correspondiente para realizar la revisión el plano “21 Estructura - Muros de contención 1”

VII. Referencias

1. CONAVI. “Licitación pública – Diseño y construcción del paso a desnivel en el cruce “La Galera”, rutas nacionales Nos. 2 y 251”. San José, 2019.
2. Conansa – Puenteprefa – Typsa. “Diseño y construcción del paso a desnivel en el cruce “La Galera”, Rutas Nacionales Nos. 2 y 251 – Informe geotécnico”. San José, 2022.

| | | |
|-----------------------------------|---------------|-----------------|
| Informe EIC-Lanamme-INF-0269-2023 | Marzo de 2023 | Página 10 de 11 |
|-----------------------------------|---------------|-----------------|



3. Conansa – Puenteprefa – Typsa. “Anexo 2 – Memorias de cálculo”. San José, 2022.
4. Conansa – Puenteprefa – Typsa. “Planos”. San José, 2022.
5. Ingeotec. “Estudio Geotécnico – Proyecto paso a desnivel en intersección La Galera”. San José, 2021.
6. Vega, A.E. “Protocolo para estudio geológico del terreno”. San José, 2022.