

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....2
2. VIADUCTO RAMAL 2.7 REVISIÓN DE AFECCION2

APENDICE I: VIADUCTO RAMAL 2.7 REVISION DE AFECCIÓN 5

1. INTRODUCCIÓN

En el Anejo 12: Estudio Geotécnico para la Cimentación de Estructuras del proyecto de construcción de la Autovía A-57, Conexión A-52 – Pontevedra, en el tramo Vilaboa – A Ermida (Claves TP2-PO-4200 y 12-PO-4200), se estudian las condiciones del terreno para la cimentación de las estructuras proyectadas.

La información geológica y geotécnica utilizada para la definición de la cimentación de las estructuras se extraerá de los apéndices de este informe y de los anejos 3: "Geología y procedencia de materiales" y 7: "Geotecnia del Corredor".

El informe desarrollado pretende alcanzar los siguientes objetivos:

- Determinar el tipo de cimentación más adecuado para cada punto de apoyo de las estructuras y obras de fábrica proyectadas.
- Determinar la cota de referencia o apoyo de las cimentaciones, sean superficiales o profundas.
- Calcular la carga de hundimiento y tensión admisible del terreno para cada una de las cimentaciones proyectadas; para lo que se establecerá un asiento máximo admisible genérico de 2,5 centímetros salvo justificación expresa (apoyos heterogéneos...).

Dicho anejo de Estudio Geotécnico para la Cimentación de las Estructuras permanece en vigor, pero ha de ser complementado a requerimiento de lo informado en la Autorización para la redacción del Proyecto Modificado Nº 2 que en la prescripción 6, párrafos a) y b) hacen referencia a la necesidad de realizar estudios específicos en relación a la estructura ER 2.4 Paso sobre y bajo FF.CC.

A continuación se reproducen los párrafos a) y b) de la prescripción 6:

"6. Ajuste estructura ER 1.4 Paso bajo y sobre FF. CC.

- a) Se incluirá un estudio geotécnico específico de la influencia del terraplén del camino sobre la cimentación del viaducto.*
- b) Se incluirá un estudio específico de las afecciones en cada una de las fases de ejecución del viaducto caracterizado de forme conveniente las cimentaciones de las estructuras existentes y futuras."*

Para dar cumplimiento a las prescripciones antes mencionadas se incluyen en el presente Anejo Nº 12 de Estudio Geotécnico para la Cimentación de las estructuras el estudio específicos siguiente:

2. VIADUCTO RAMAL 2.7 REVISIÓN DE AFECCION

El Ramal 2.7 de la obra Autovía A-57, tramo Vilaboa – A Ermida presenta dos cruces con las líneas de ferrocarril, pues pasa sobre la línea de ferrocarril Pontevedra – Redondela y bajo el viaducto de la línea de alta velocidad.

En el Proyecto de Construcción en relación del cruce del Ramal 2.7 sobre la línea de ferrocarril Pontevedra – Redondela se optó por proyectar un viaducto designado como ER 1.4.

El paso del ramal bajo el viaducto de la línea de alta velocidad (LAV), de acuerdo con la definición del Proyecto de Construcción, correspondía a la construcción de un relleno, quedando el mismo algo próximo y asimétrico respecto a algunas de las cimentaciones profundas del viaducto existente. Este relleno podría llegar a tener alguna influencia en la respuesta de la cimentación del viaducto de la LAV.

Los técnicos que participan en la obra han desarrollado una adaptación de la solución original con la que poder efectuar el cruce bajo el viaducto de la LAV sin producir afecciones a las cimentaciones profundas del mismo. Esta solución consistiría entre otros aspectos en prolongar el viaducto inicialmente previsto sobre la línea de ferrocarril convencional hasta completar el cruce bajo el viaducto de la línea de alta velocidad.

Para evitar que la construcción del Ramal 2.7 pueda afectar a las cimentaciones del viaducto de la LAV existente, se ha previsto ampliar la estructura prevista inicialmente (ER 1.4), para realizar el cruce sobre la línea de ferrocarril convencional, hasta superar la zona de cruce con el viaducto de la LAV.

Para evitar la posible influencia en la respuesta de la cimentación del viaducto de la LAV como consecuencia de la construcción de la nueva estructura, se dispondrá, al igual que en la estructura existente, una solución de cimentación profunda en la que la punta de los pilotes quedaría en roca.

En el diseño de la cimentación de la nueva estructura se han adoptado criterios relacionados con la separación en planta entre las cimentaciones existentes y las nuevas cimentaciones a construir para evitar la afección a la cimentación de la estructura actual. La separación mínima entre los pilotes de la estructura actual y la nueva estructura resulta algo superior a 7.5 m (cinco diámetros).

Como criterio complementario se ha fijado que la diferencia de cota entre la punta de los pilotes de la estructura existente y la nueva estructura no será superior a la mitad de la separación en planta entre los mismos.

Con las separaciones en planta entre los pilotes de la estructura existente y la que se proyecta construir no se produce efecto grupo. No obstante, en el presente documento se ha efectuado un análisis de este posible efecto grupo considerando las dos cimentaciones que quedarían más próximas, que corresponden a la pila P-6 del viaducto de la LAV y la pila P7 del nuevo viaducto a construir.

Adoptando hipótesis conservadoras, en el análisis de la posible interferencia en la respuesta de las cimentaciones, se concluye que, con las medidas previstas, no se producirán afecciones sobre la cimentación de la estructura del viaducto de la LAV con las cimentaciones de la nueva estructura del Ramal 2.7.

Para confirmar que no se produce afección a la cimentación de la estructura existente, se ha previsto un sistema de auscultación con el que efectuar un control de movimientos en la estructura existente durante la fase de construcción de la nueva estructura.

En el **Apéndice I** del presente Anejo se incluye el estudio: **Viaducto Ramal 2.7 Revision de Afección**, que analiza la posible influencia que el terraplén puede tener en la cimentación del nuevo viaducto para el Ramal 2.7 sobre el viaducto existente de la LAV.

APENDICE I: VIADUCTO RAMAL 2.7 REVISION DE AFECCIÓN

AUTOVÍA A-57

TRAMO: VILABOA – A ERMIDA
(PONTEVEDRA)

VIADUCTO RAMAL 2.7
REVISIÓN DE AFECCIÓN SOBRE EL VIADUCTO EXISTENTE
(NOTA N.º 9)



CEA SORIANO GEOTECNIA

ENERO 2020



CEA SORIANO GEOTECNIA

TRAMO: VILABOA – A ERMIDA
(PONTEVEDRA)

VIADUCTO RAMAL 2.7
REVISIÓN DE AFECCIÓN SOBRE EL VIADUCTO EXISTENTE
(NOTA N.º 9)

ÍNDICE

| | <u>Págs.</u> |
|--|--------------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. CIMENTACIÓN VIADUCTO LAV | 3 |
| 3. ESTRATIGRAFÍA GENERAL | 5 |
| 4. CIMENTACIÓN VIADUCTO RAMAL 2.7 | 7 |
| 5. RESPUESTA CIMENTACIÓN EXISTENTE | 8 |
| 6. PRECAUCIONES COMPLEMENTARIAS | 13 |
| 7. CONCLUSIONES | 15 |

1. INTRODUCCIÓN

El Ramal 2.7 de la obra de referencia presenta dos cruces con las líneas de ferrocarril, pues pasa sobre la línea de ferrocarril Pontevedra – Redondela y bajo el viaducto de la línea de alta velocidad.

En el Proyecto de Construcción en relación del cruce del Ramal 2.7 sobre la línea de ferrocarril Pontevedra – Redondela se optó por proyectar un viaducto designado como ER 1.4.

El paso del ramal bajo el viaducto de la línea de alta velocidad (LAV), de acuerdo con la definición del Proyecto de Construcción, correspondía a la construcción de un relleno, quedando el mismo algo próximo y asimétrico respecto a algunas de las cimentaciones profundas del viaducto existente. Este relleno podría llegar a tener alguna influencia en la respuesta de la cimentación del viaducto de la LAV.

Los técnicos que participan en la obra están desarrollando una adaptación de la solución original con la que poder efectuar el cruce bajo el viaducto de la LAV sin producir afecciones a las cimentaciones profundas del mismo. Esta solución consistiría entre otros aspectos en prolongar el viaducto inicialmente previsto sobre la línea de ferrocarril convencional hasta completar el cruce bajo el viaducto de la línea de alta velocidad.

El objeto de la presente nota, la cual se redacta en respuesta a la solicitud efectuada por Constructora San José, es analizar la posible influencia que puede tener la cimentación del nuevo viaducto para el Ramal 2.7 sobre el viaducto existente de la LAV.

La información que se ha dispuesto para la redacción de la presente nota, la cual ha sido facilitada por Constructora San José, es la que se indica a continuación:

- Información correspondiente al Proyecto de Construcción.
- Planos del viaducto de la LAV. Este viaducto presenta cimentación profunda en la zona objeto de estudio.
- Plano de planta de la estructura a construir.
- Resultados de la campaña de investigación complementaria efectuada en fase de obra. Esta información figura en informe editado por Galaicontrol (Estudio Geotécnico Complementario) en diciembre de 2019.

La información anterior se complementa con la que ha sido transmitida verbalmente por los técnicos de Constructora San José y con las observaciones realizadas en diferentes visitas efectuadas a la zona objeto de estudio.

Con las consideraciones que se incluyen en la presente nota se procura aportar elementos de juicio que puedan resultar de utilidad en la toma de decisiones a los técnicos que participan en la obra.

2. CIMENTACIÓN VIADUCTO LAV

En la Figura n.º 1 se muestra la planta de cimentación del viaducto de la LAV, la cual se ha tomado de los planos recibidos (editados en septiembre de 2012). Con esta estructura se resolvía un doble cruce sobre la línea de ferrocarril convencional.

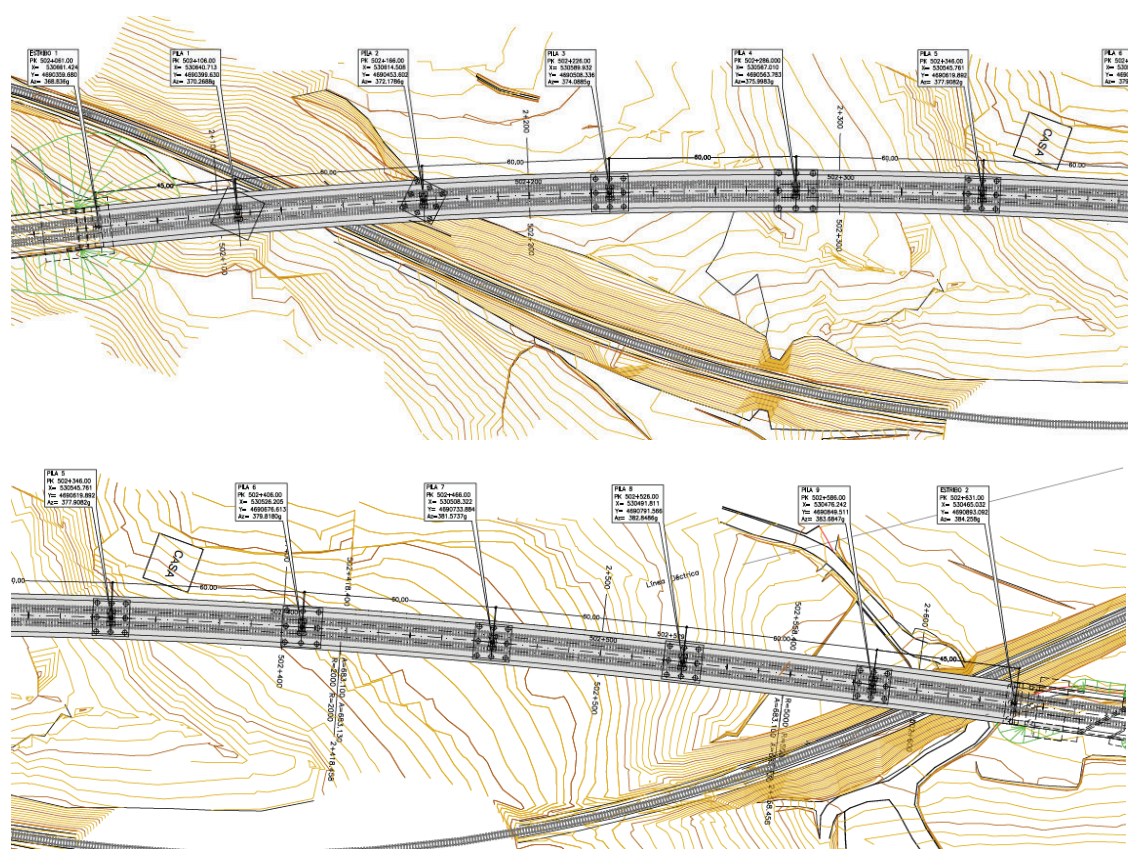


Figura n.º 1. Planta de cimentación del viaducto de la LAV

En los apoyos de la parte del viaducto de la LAV situada entre los dos cruces con la línea de convencional se ha adoptado una solución de cimentación profunda mediante pilotes. Únicamente se ha adoptado cimentación directa en el estribo E-1 y en la pila P-1, pero esos apoyos quedan alejados de la nueva estructura a construir.

Los apoyos del viaducto de la LAV que quedan relativamente próximos a los del nuevo viaducto del Ramal 2.7 a construir serían los correspondientes a las pilas P-4 a P-7 (según numeración de los planos recibidos).

Para la cimentación del viaducto de la LAV se ha adoptado un diámetro de pilote de 1.5 m. A continuación, para las pilas P-4 a P-7. se indican las longitudes de los pilotes de los apoyos respecto a la cara inferior del encepado, así como la cota absoluta de la punta de los pilotes:

- Pila P-4
 - Pilotes de 16 m de longitud.
 - Cota punta pilotes +5.4.
- Pila P-5
 - Pilotes de 19 m de longitud.
 - Cota punta pilotes +4.3.
- Pila P-6
 - Pilotes de 18 m de longitud.
 - Cota punta pilotes +11.0.
- Pila P-7
 - Pilotes de 12 m de longitud.
 - Cota punta pilotes +20.2.

3. ESTRATIGRAFÍA GENERAL

En la Figura n.º 2 se muestra la planta de situación de las investigaciones realizadas en la zona objeto de estudio, tanto las efectuadas para la redacción del Proyecto de Construcción como las llevadas a cabo en fase de obra. Esta información se ha tomado del informe editado por Galaicontrol.

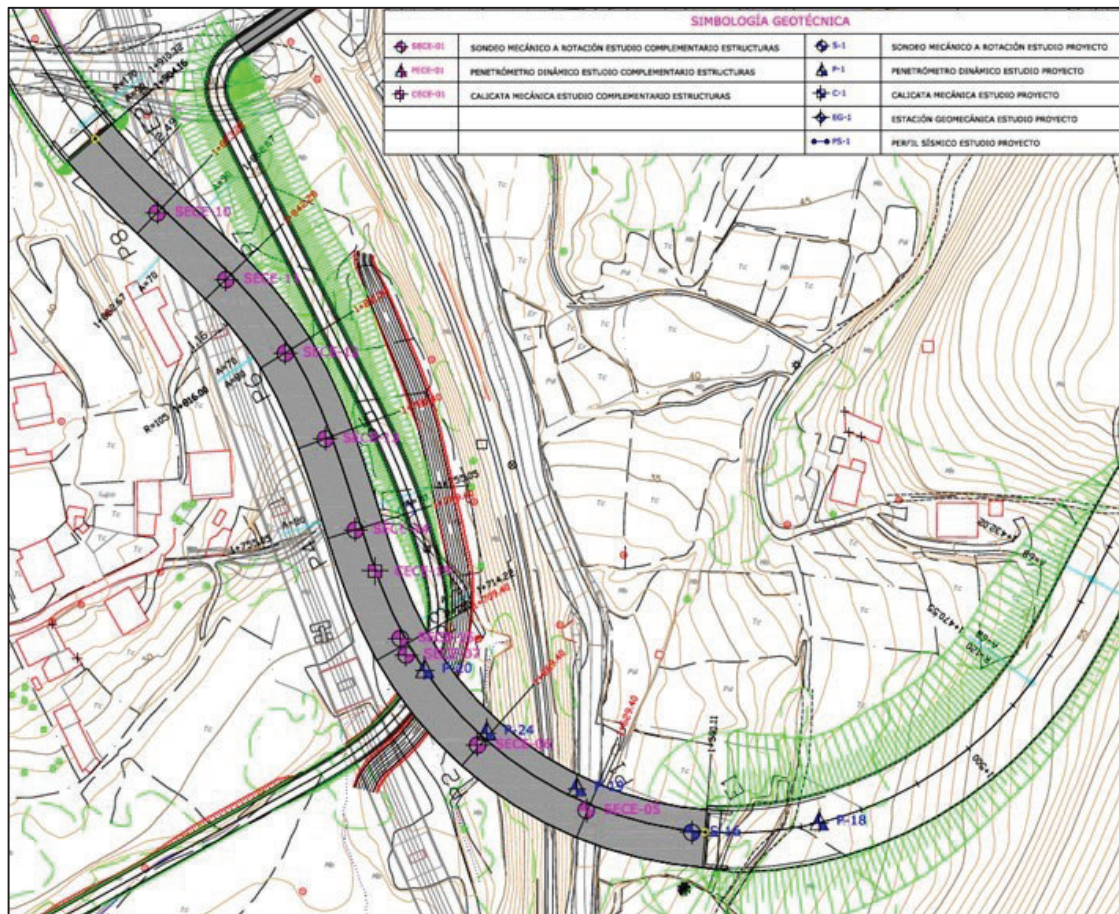


Figura n.º 2. Planta de situación de las investigaciones (información tomada del informe de Galaicontrol)

En la Figura n.º 3 se muestra el perfil geológico-geotécnico de la parte de la estructura a construir que quedaría más próxima al viaducto de la LAV, que corresponde a las pilas designadas en el perfil como pila P3 a pila P8.

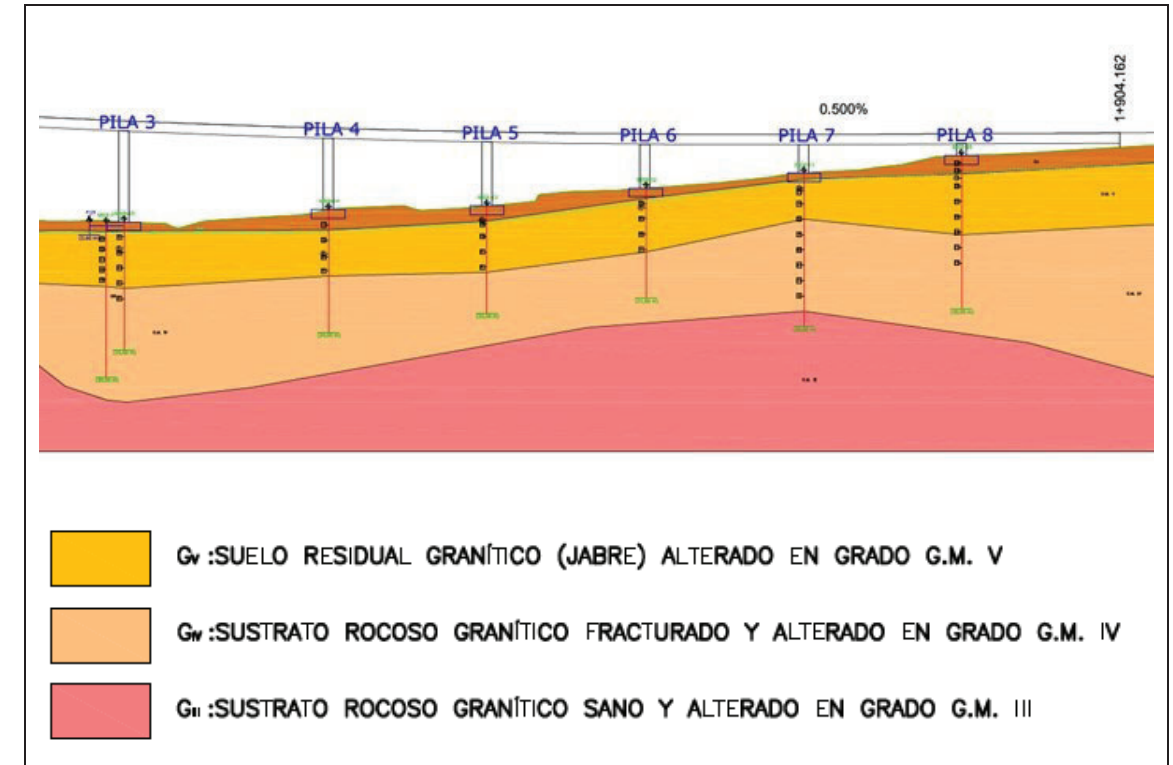


Figura n.º 3. Perfil geológico-geotécnico (zona próxima LAV) (información tomada del informe de Galaicontrol)

De acuerdo con la información disponible, a poca profundidad respecto a la superficie del terreno se encuentran los niveles eluviales correspondientes a la alteración de la roca (jabre GM V). Este nivel presenta una compacidad media a muy densa aumentando progresivamente con la profundidad.

Superado el nivel de jabre, se ha reconocido el sustrato granítico con GM IV, de compacidad muy densa en el que se obtiene rechazo sistemático en la realización de los ensayos SPT.

4. CIMENTACIÓN VIADUCTO RAMAL 2.7

Como solución de cimentación para la nueva estructura a construir se ha previsto adoptar una cimentación profunda mediante pilotes. En la Figura n.º 4 se muestra un esquema con la ubicación de los apoyos de la nueva estructura, así como de los encepados del viaducto de la LAV.

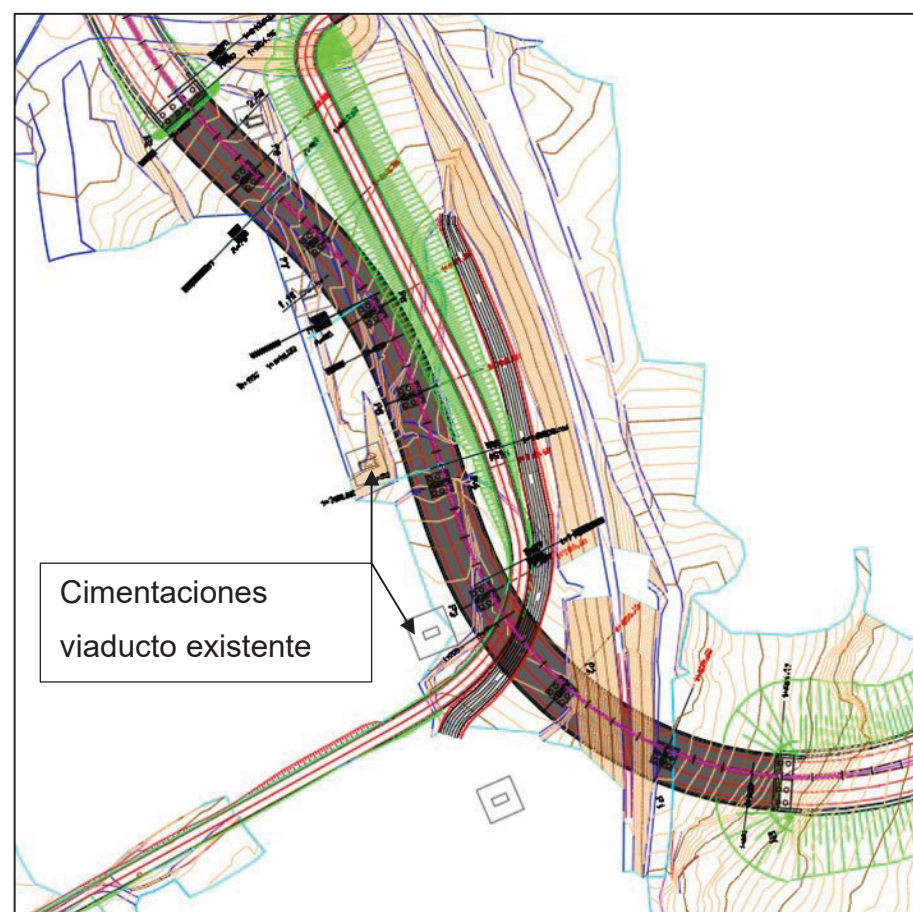


Figura nº 4. Situación apoyos nueva estructura.

Uno de los aspectos principales que se ha considerado, al analizar por parte de los técnicos que participan en la obra la solución de cimentación, ha sido el de evitar la afección a las cimentaciones profundas del viaducto de la LAV existente.

5. RESPUESTA CIMENTACIÓN EXISTENTE

La pila del viaducto de la LAV que queda más próxima a las nuevas cimentaciones es la pila P-6. Esta pila se sitúa entre las progresivas de las pilas P6 y P7 del nuevo viaducto.

En la Figura n.º 6 se muestra la distribución de pilotes de la pila P-6 del viaducto de la LAV. La pila dispone de nueve pilotes de 1.5 m de diámetro. Del eje de los pilotes laterales al borde de encepado la distancia es de 1.25 m y la separación entre ejes de pilotes es de 5 m (3.3 diámetros).

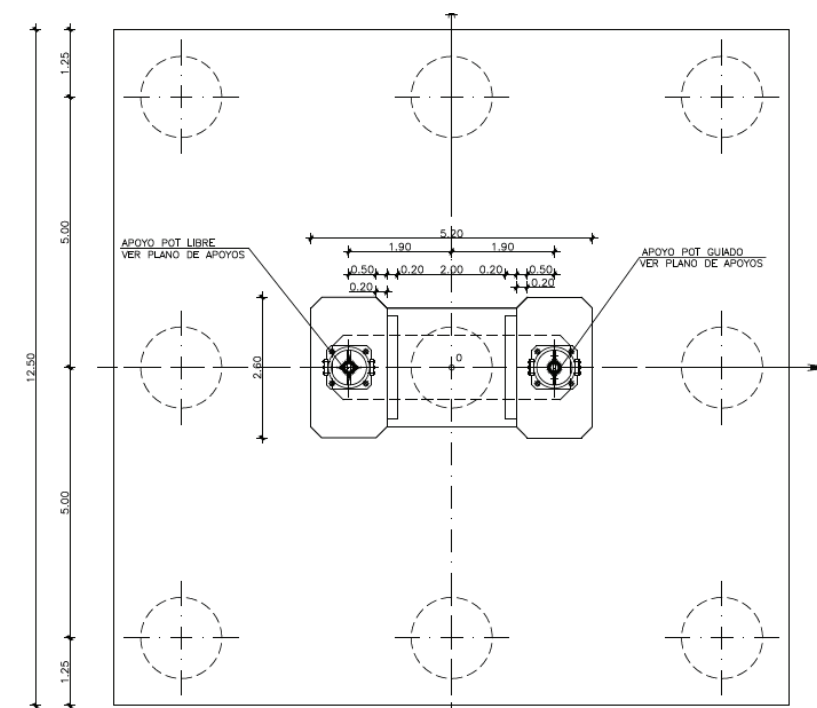


Figura nº 5. Distribución pilotes pila P-6 viaducto LAV

En la Figura n.º 6 se muestra la posición de los apoyos P6 y P7 del nuevo viaducto a construir respecto a la cimentación de la pila P-6 del viaducto de la LAV. En el encepado de la pila P-6 del viaducto de la LAV se ha representado

un cuadrado interior que correspondería a la posición de los ejes de los pilotes perimetrales.

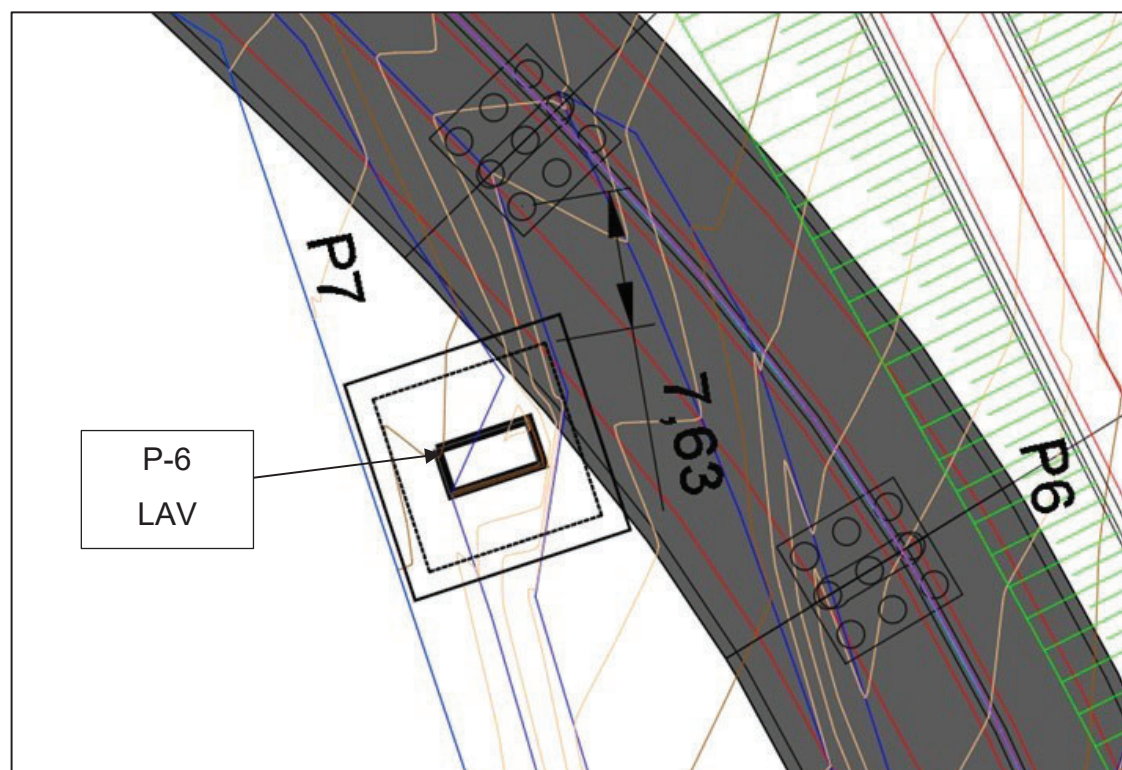


Figura nº 6. Apoyos P6 y P7

La distancia entre ejes de pilotes más próximos de la nueva estructura y la estructura existente es de 7.6 m y corresponde a la separación entre el pilote de esquina de la pila P7 del nuevo viaducto y el pilote de esquina de la pila P-6 del viaducto de la LAV.

La separación de 7.6 m entre ejes de pilotes es algo superior a 5 diámetros (considerando un diámetro de pilote de 1.5 m). Cualquier pilote de otro encepado del nuevo viaducto se dispondría a una distancia mayor de 11 m (7 diámetros) de los pilotes del viaducto de la LAV.

Debido a la separación entre los encepados de la nueva estructura y el viaducto de la LAV ya construido, no se producirá efecto grupo entre ambas cimentaciones, por lo que no habrá interferencia en la respuesta de las mismas.

Debido a que la punta de los pilotes quedará en roca, la resistencia por punta que podrá movilizarse en la respuesta del terreno será elevada, por lo que en cierto modo las cimentaciones de los viaductos corresponderían a pilotes columna.

Para analizar el posible efecto grupo entre las nuevas cimentaciones y las existentes habría que considerar un gran pilote virtual equivalente que englobase los pilotes de dos cimentaciones próximas. Sobre ese pilote equivalente habría que estimar la carga de hundimiento considerando las mismas resistencias unitarias por fuste y punta que se consideren en la comprobación de los pilotes aislados.

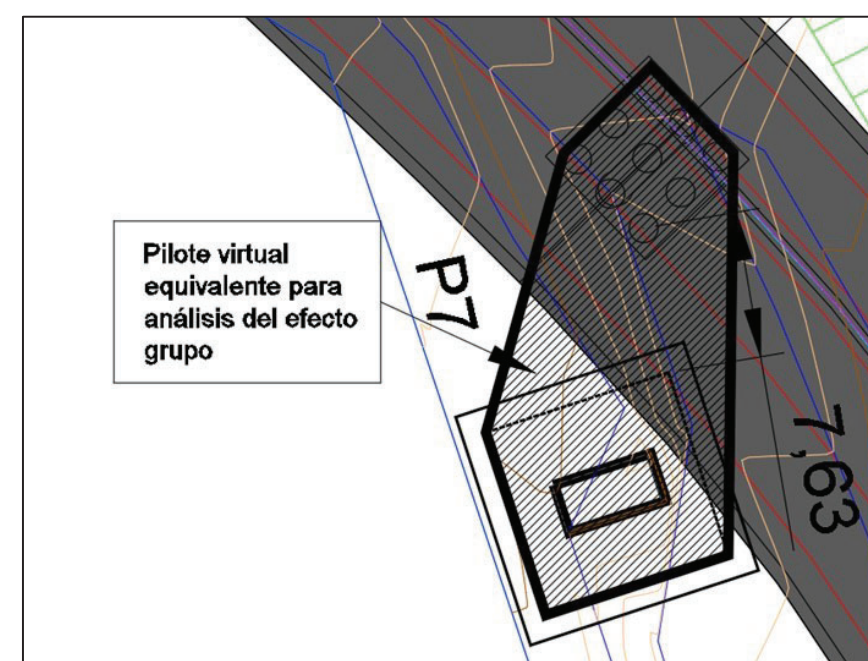


Figura nº 7. Pilote virtual equivalente

En la Figura n.º 7 se ha representado la superficie en planta que correspondería al pilote virtual equivalente para analizar la influencia de la cimentación de uno de los viaductos en la respuesta de la cimentación más próxima del otro viaducto.

La carga que actuaría sobre el pilote virtual equivalente sería la suma de las cargas transmitidas por las dos estructuras, así como el peso propio de dicho pilote virtual.

El un pilote virtual que engloba los pilotes de la pila P-6 del viaducto de la LAV y de la pila P-7 del nuevo viaducto, presentaría un área de unos 260 m². En esta área se encontrarían 18 pilotes suponiendo que la nueva cimentación también dispusiese de 9 pilotes de 1.5 m de diámetro, lo cual constituye una hipótesis conservadora.

Si se supone una longitud de pilotes de 18 m, como presentan los pilotes de la pila P-6 del viaducto de la LAV, el peso propio del pilote virtual equivalente resultaría de unas 12.000 t.

Si se supone que los pilotes transmiten al terreno una carga adicional equivalente una tensión de trabajo en el hormigón de los pilotes de 40 kp/cm², resultaría una carga adicional de unas 13.000 t.

La carga que actuaría sobre el pilote equivalente sería de unas 25.000 t. Para una sección del pilote virtual de 260 m², la tensión media que resultaría con la carga indicada sería de unos 10 kp/cm². La resistencia unitaria por punta admisible que se considere en el diseño de los pilotes ya superaría ampliamente este valor e incluso quedaría la resistencia por fuste como reserva de seguridad,

por lo que no sería necesario considerar efecto grupo y podrían analizarse las cimentaciones de ambos viaductos de modo independiente.

Con las separaciones indicadas y de acuerdo con el análisis efectuado, **los pilotes de la nueva estructura quedan fuera de la zona de influencia de los pilotes de la estructura existente (LAV).**

Con separaciones de pilotes superiores a 2.5 a 3.0 diámetros no se producirá afección de los pilotes de la nueva estructura a los de la estructura existente. La separación mínima estimada es de 5 diámetros, por lo que **no habrá interferencia en la respuesta del terreno entre los pilotes de la estructura existente y la nueva estructura a construir.**

6. PRECAUCIONES COMPLEMENTARIAS

I) **Cimentación profunda en el nuevo viaducto**

Con objeto de evitar que la cimentación de la nueva estructura a construir pueda influir en la respuesta de la cimentación del viaducto de la LAV se ha mantenido la solución de cimentación profunda mediante pilotes para la nueva estructura a construir, aunque en algún emplazamiento las condiciones del terreno quizá podrían permitir adoptar una solución de cimentación directa.

II) **Diferencia de cota entre las puntas de los pilotes**

Para disponer de garantías adicionales aún mayores, se establecerá un criterio de diseño adicional en los pilotes de la nueva estructura que implicará que la diferencia de cota entre la punta de los pilotes de la nueva cimentación y los de la cimentación del viaducto ya construido de la LAV no sea superior a la mitad de la separación en planta (inclinación máxima 2H:1V entre punta de pilotes).

Incluso con inclinaciones superiores a las indicadas no habría afección entre cimentaciones. En todo caso, se ha preferido adoptar el criterio de diseño conservador indicado.

De acuerdo con el criterio indicado, dado que la punta de los pilotes de la pila P-6 del viaducto de la LAV queda a la cota +11.00 (según figura en el plano de cimentación), el pilote más próximo de la pila P7 del nuevo viaducto, dado que se encuentra a unos 7.6 m de distancia en planta, no deberá quedar a una cota más alta que la +15.0.

III) **Control de movimientos durante la construcción**

Con el análisis efectuado se ha justificado que no existirá interferencia entre los pilotes del viaducto existente y la cimentación del viaducto ya construido. En todo caso, este aspecto se confirmará mediante un seguimiento de los movimientos del viaducto existente durante la construcción del nuevo viaducto.

En cada una de las cuatro pilas del viaducto de la LAV, P-4 a P-7, se dispondrán dos puntos en la parte baja de los fustes de las pilas sobre los que se efectuará el seguimiento de las deformaciones mediante control topográfico.

El seguimiento de estas deformaciones permitirá confirmar que no se produce afección sobre la cimentación del viaducto existente, ya que una variación de la respuesta de la cimentación implicaría una cierta deformación.

Deberá tenerse en cuenta la precisión del sistema de auscultación al interpretar las posibles deformaciones. No deberá interpretarse como movimiento las medidas que estén en el rango de precisión del procedimiento de auscultación.

Antes de iniciarse la construcción de los pilotes del nuevo viaducto se deberán haber realizado, como mínimo, dos campañas de lectura para poder disponer de una campaña de referencia de movimientos fiable.

7. CONCLUSIONES

Para evitar que la construcción del Ramal 2.7 pueda afectar a las cimentaciones del viaducto de la LAV existente, se ha previsto ampliar la estructura prevista inicialmente (ER 1.4), para realizar el cruce sobre la línea de ferrocarril convencional, hasta superar la zona de cruce con el viaducto de la LAV.

Para evitar la posible influencia en la respuesta de la cimentación del viaducto de la LAV como consecuencia de la construcción de la nueva estructura, se dispondrá, al igual que en la estructura existente, una solución de cimentación profunda en la que la punta de los pilotes quedaría en roca.

En el diseño de la cimentación de la nueva estructura se han adoptado criterios relacionados con la separación en planta entre las cimentaciones existentes y las nuevas cimentaciones a construir para evitar la afección a la cimentación de la estructura actual. La separación mínima entre los pilotes de la estructura actual y la nueva estructura resulta algo superior a 7.5 m (cinco diámetros).

Como criterio complementario se ha fijado que la diferencia de cota entre la punta de los pilotes de la estructura existente y la nueva estructura no será superior a la mitad de la separación en planta entre los mismos.

Con las separaciones en planta entre los pilotes de la estructura existente y la que se proyecta construir no se produce efecto grupo. No obstante, en la presente nota se ha efectuado un análisis de este posible efecto grupo considerando las dos cimentaciones que quedarían más próximas, que

corresponden a la pila P-6 del viaducto de la LAV y la pila P7 del nuevo viaducto a construir.

Adoptando hipótesis conservadoras, en el análisis de la posible interferencia en la respuesta de las cimentaciones, se concluye que, con las medidas previstas, no se producirán afecciones sobre la cimentación de la estructura del viaducto de la LAV con las cimentaciones de la nueva estructura del Ramal 2.7.

Para confirmar que no se produce afección a la cimentación de la estructura existente, se ha previsto un sistema de auscultación con el que efectuar un control de movimientos en la estructura existente durante la fase de construcción de la nueva estructura.

Madrid, enero de 2020



Cea Soriano Geotecnia S.L.
Teléf. 646 93 43 77
jacea@csggeo.es

Fdo.: Juan Antonio Cea Soriano
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
N.º Col. 13.248