

ANEJO Nº 8

ESTUDIO GEOLOGICO **Y GEOTECNICO DE LOS** **PRESTAMOS**

DICIEMBRE 09

PRÉSTAMOS DEL TRAZADO DE LA AUTOVIA A-15, TRAMO NAVARRO. SUBTRAMO 2 (DEL PK29+000 AL PK33+600)



<u>1</u>	<u>Introducción</u>	<u>3</u>
<u>2</u>	<u>Objetivo del proyecto</u>	<u>3</u>
<u>3</u>	<u>Trabajos realizados</u>	<u>3</u>
3.1	Trabajos de campo	3
3.2	Ensayos de laboratorio	4
<u>4</u>	<u>Características geotécnicas del suelo</u>	<u>6</u>
4.1	Préstamo A	6
4.2	Préstamo B	9
4.3	Préstamo C y D	11
4.4	Préstamo E y F	15
4.5	Préstamos G, H, I	20
<u>5</u>	<u>Conclusiones</u>	<u>26</u>
5.1	Excavabilidad	26
5.2	Aprovechamiento de material	26
5.3	Estabilidad de taludes en desmontes	29

ANEJO. ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEJO. REGISTRO DE CALICATAS

1 Introducción

El presente documento constituye el estudio de los préstamos proyectados para su utilización en el PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA AUTOVÍA DE NAVARRA A-15, TRAMO NAVARRO promovido por el GOBIERNO DE NAVARRA (DPTO. DE OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTES Y COMUNICACIONES).

Este tramo se divide a su vez en dos subtramos:

SUBTRAMO 1: Desde el PK 16+500 al PK 29+000

SUBTRAMO 2: Desde el PK 29+000 al PK 33+600

Esta memoria se centra en los préstamos que se han seleccionado como utilización para el subtramo 2.

Se han seleccionado 9 zonas destinadas para préstamos. Los materiales que se pueden obtener en estos préstamos se describen en esta memoria, así como su potencial utilización, y otros parámetros como excavabilidad y estabilidad de taludes.

2 Objetivo del proyecto

Los principales objetivos fijados para el presente estudio han sido:

- Identificación de las características litológicas y geotécnicas de los materiales presentes y posible utilización como préstamos.
- Clasificación de los diferentes materiales existentes según el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carretera y Puentes del M.O.P.U.

3 Trabajos realizados

Para conseguir los objetivos de este anejo se ha seguido la siguiente metodología, la cual se puede dividir en cuatro fases:

3.1 Trabajos de campo

Se han realizado 20 calicatas en zonas para estudiar su viabilidad como préstamos, estas calicatas están denominadas como CP.

Los pozos o calicatas se realizaron según recomendaciones NTE, con retroexcavadora, incluyendo testificación, fotografía, descripción del perfil litológico y toma de muestras. En este tipo de reconocimiento se ha alcanzado como máximo una profundidad de 4,8 m. Se utilizan para obtener un conocimiento inicial

de los materiales presentes en la zona y obtener muestras para realizar ensayos de laboratorio destinados a caracterizar el tipo de terreno que servirá de soporte o cimiento a los viales que se proyecten.

Las muestras obtenidas a partir de estas calicatas sirven para clasificar los materiales según PG-3 de cara a su posterior aprovechamiento.

De las 20 calicatas, se ha desestimado la calicata CP-11 (cuya situación queda reflejada en la siguiente ortofoto) ya que aparecen unos materiales limosos y arenosos que no se consideran idóneos para su utilización como préstamo, por lo que no se han realizado ensayos y no se ha incluido en el presente informe como zona de préstamo.



COORDENADAS UTM ED-50		COORDENADAS UTM ETRS-89	
603569	4659499	603461	4659290

3.2 Ensayos de laboratorio

Posteriormente a la realización de los trabajos de campo, y con las muestras representativas extraídas de los diferentes sondeos y calicatas se procede a la realización de los ensayos de laboratorio, necesarios para la determinación de los diferentes parámetros geomecánicos y/o químicos.

Los ensayos a realizar para la caracterización geomecánica y geoquímica de los materiales, así como la normativa a seguir serán los siguientes:

- | | |
|---|---------------------------|
| 1. Análisis granulométrico por tamizado | UNE 103.101 |
| 2. Límites de Atterberg | UNE 103.103 - UNE 103.104 |
| 3. Determinación de la humedad | UNE 103.300 |
| 4. Contenido en materia orgánica | UNE 103.204 |
| 5. Contenido en sales solubles | NTL 114 |
| 6. Contenido en yeso | NTL 115 |
| 7. Contenido en sulfatos | UNE 103.201 |
| 8. Ensayo de colapso | NTL 254 |
| 9. Ensayo de hinchamiento libre en edómetro | UNE 103.601 |
| 10. Ensayo proctor normal | UNE 103.500 |
| 11. Ensayo proctor modificado | UNE 103.501 |
| 12. Índice C.B.R. | UNE 103.502 |
| 13. Contenido en carbonatos de un suelo | UNE 103.200 |
| 14. Densidad de un suelo | UNE 103.301 |

4 Características geotécnicas del suelo

Para determinar las características geotécnicas y conocer la naturaleza y el estado del terreno, a parte de los trabajos de campo, son necesarios los ensayos de laboratorio.

Se han tomado muestras representativas de cada tipo de material con el objeto de determinar sus características geotécnicas (los resultados pueden consultarse en el Documento 2: ENSAYOS DE LABORATORIO), junto con una tabla resumen con el total de muestras ensayadas.

A continuación se describen las características geotécnicas de los materiales que aparecen en cada una de los préstamos que se nombran de la A a la I.

4.1 Préstamo A

Ubicación: Este préstamo se localiza en las proximidades de la carretera NA-160 de Tudela a Cintruénigo, cercano al punto kilométrico del trazado de la A-15, PK-28+900.

En la siguiente imagen se observa la situación de este préstamo en una ortofoto y las calicatas realizadas.



En esta zona se han realizado 4 calicatas CP-4, CP-5, CP-14, CP-15. Aparecen dos tipos de materiales:

- Gravas de matriz arenosa de grano fino con cantos de subredondeados a subangulosos y hasta 15 cm. de diámetro. Un espesor medio de 1.8 m.
- Materiales finos: Arenas de grano medio-grueso, limos y arcillas. Entre ellos aparecen niveles de grava intercalados. Un espesor medio de 1.6 m.

Código de muestra	Préstamo	Profundidad	Ensayos realizados														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
149247-GEO-TNA-CP4-M1	A	1,0 m.	*	*	*	*	*	*	*	*				*	*	*	
149247-GEO-TNA-CP5-M1	A	3,4 m.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
149247-GEO-TNA-CP7-M1	C	2,4 m.	*	*	*	*	*	*	*				*	*	*		
149247-GEO-TNA-CP9-M1	E	2,0 m.	*	*	*	*	*	*	*				*	*	*		
149247-GEO-TNA-CP-14-M1	A	2.0 m.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
154198-GEO-TNA-CP-19-M1	B	2.0 m.	*	*	*	*	*	*	*				*	*		*	
154198-GEO-TNA-CP-21-M1	C	0.8 m.	*	*	*	*	*	*	*				*	*		*	
154198-GEO-TNA-CP-24-M1	F	1.0 m.	*	*	*	*	*	*	*				*	*		*	
154198-GEO-TNA-CP-25-M1	G	1.4 m.	*	*	*	*	*	*	*				*	*		*	
154198-GEO-TNA-CP-27-M1	I	1.5 m.	*	*	*	*	*	*	*				*	*		*	
154198-GEO-TNA-CP-28-M1	I	0.8 m.	*	*	*	*	*	*	*				*	*		*	

Los resultados de los ensayos realizados a estos materiales son los siguientes:

NIVELES DE GRAVA (CP-4)

ENSAYOS	RESULTADO	
Materia orgánica (UNE 103 204)	0,15 %	
Sales solubles en agua, incluido yeso (NLT 114)	0,06 %	
Tamaño máximo (UNE 103 101)	80 mm.	
Cernido tamiz 2 (UNE 103 101)	32 %	
Cernido tamiz 0.4 (UNE 103 101)	17 %	
Cernido tamiz 0.08 (UNE 103 101)	7 %	
Límite líquido (UNE 103 103)	N.P.	
Límite plástico (UNE 103 104)	N.P.	
Contenido en yeso (NLT 115)	0,04 %	
Contenido en sulfatos (UNE 103 201)	0,02 %	
Contenido en carbonatos (UNE 103 200)	15,06 %	
Proctor modificado (UNE 103501)	Densidad máxima	Humedad óptima
	2,24 g/cm ³	5.7 %
Índice CBR (UNE 103502)	49	
SUELO TOLERABLE		

NIVELES DE ARENA (CP-5)

ENSAYOS	RESULTADO	
Materia orgánica (UNE 103 204)	0,28 %	
Sales solubles en agua, incluido yeso (NLT 114)	0,60 %	
Tamaño máximo (UNE 103 101)	2 mm.	
Cernido tamiz 2 (UNE 103 101)	100 %	
Cernido tamiz 0.4 (UNE 103 101)	90 %	
Cernido tamiz 0.08 (UNE 103 101)	28 %	
Límite líquido (UNE 103 103)	N.P.	
Límite plástico (UNE 103 104)	N.P.	
Contenido en yeso (NLT 115)	0,13 %	
Contenido en sulfatos (UNE 103 201)	0,06 %	
Contenido en carbonatos (UNE 103 200)	37,39 %	
Asiento ensayo de colapso (NLT 254)	0,31 %	
Hinchamiento ensayo expansión (UNE 103 601)	0,00 %	
Proctor modificado (UNE 103501)	Densidad máxima	Humedad óptima
	1,95 g/cm ³	8,1 %
Índice CBR (UNE 103502)	12	
SUELO TOLERABLE		

NIVELES ARCILLOSOS (CP-14)

ENSAYOS	RESULTADO	
Materia orgánica (UNE 103 204)	0,57 %	
Sales solubles en agua, incluido yeso (NLT 114)	0,66 %	
Tamaño máximo (UNE 103 101)	5 mm.	
Cernido tamiz 2 (UNE 103 101)	99 %	
Cernido tamiz 0.4 (UNE 103 101)	95 %	
Cernido tamiz 0.08 (UNE 103 101)	80 %	
Límite líquido (UNE 103 103)	29.85.	
Límite plástico (UNE 103 104)	21.61	
Contenido en yeso (NLT 115)	0,21 %	
Contenido en sulfatos (UNE 103 201)	0,10 %	
Asiento ensayo de colapso (NLT 254)	0,00 %	
Hinchamiento ensayo expansión (UNE 103 601)	0,20 %	
Proctor modificado (UNE 103501)	Densidad máxima	Humedad óptima
	1,90 g/cm ³	11.4 %
Índice CBR (UNE 103502)	2	
SUELO TOLERABLE		

EXCAVABILIDAD

Se consideran Terrenos Medios; su excavación puede realizarse normalmente sin dificultad por medios mecánicos.

TALUDES

Constituyen depósitos no consolidados, estables en condiciones naturales si no se alteran sus condiciones de equilibrio. Las pendientes a adoptar en taludes naturales son de 3H/2V. Se tiene que tener en cuenta la caída de cantos sueltos en caso de que queden aislados de la matriz por efecto del agua de lluvia o vibraciones.

APTITUD PARA PRÉSTAMO

Todos los materiales que aparecen en estas catas (gravas, arenas y arcillas) se clasifican como **Suelos Tolerables**. Podrán emplearse como cemento y núcleo de terraplén.

A la hora de explotación del préstamo se mezclarán las gravas, las arenas, y gravas con arcillas de manera que se deberán realizar ensayos durante la explotación para concretar los parámetros del material mezclado (Proctor y CBR...)

4.2 Préstamo B

Ubicación: Este préstamo se localiza en las proximidades de la carretera NA-160 de Tudela a Cintruénigo, cercanos al punto kilométrico del trazado de la A-15, PK-28+900. En parcelas contiguas a las del préstamo A.

En la siguiente imagen se observa la situación de estos préstamos en una ortofoto y la calicata realizada.



En esta zona se ha realizado 1 calicata, CP-19. Aparecen dos tipos de materiales:

- Gravas de matriz arenosa de grano fino con cantos de subredondeados a subangulosos y hasta 15 cm. de diámetro. Un espesor medio de 2.8 m.
- Materiales finos: Arenas de grano medio con limos. Entre ellos aparecen niveles de grava intercalados. Se ha localizado un espesor de hasta 0.8 m.

Los resultados de los ensayos realizados a estos materiales son los siguientes:

NIVELES DE GRAVA (CP-19)

ENSAYOS	RESULTADO	
Materia orgánica (UNE 103 204)	0,11 %	
Sales solubles en agua, Incluido yeso (NLT 114)	0,06 %	
Tamaño máximo (UNE 103 101)	110 mm.	
Cernido tamiz 2 (UNE 103 101)	9 %	
Cernido tamiz 0.4 (UNE 103 101)	5 %	
Cernido tamiz 0.08 (UNE 103 101)	3 %	
Límite líquido (UNE 103 103)	N.P.	
Límite plástico (UNE 103 104)	N.P.	
Contenido en yeso (NLT 115)	0,05 %	
Contenido en sulfatos (UNE 103 201)	0,02 %	
Contenido en carbonatos (UNE 103 200)	4,95 %	
Proctor modificado (UNE 103501)	Densidad máxima	Humedad óptima
	2,21 g/cm ³	6,1 %
Índice CBR (UNE 103502)	36	
SUELO TOLERABLE		

Las arenas que aparecen a partir de 3.0 m. de profundidad, son similares a las descritas y caracterizadas en la calicata CP-5 del Préstamo A, por lo que no se realizan ensayos de las mismas. Estas arenas se clasifican como suelos tolerables.

EXCAVABILIDAD

Se consideran Terrenos Medios; su excavación puede realizarse normalmente sin dificultad por medios mecánicos.

TALUDES

Constituyen depósitos no consolidados, estables en condiciones naturales si no se alteran sus condiciones de equilibrio. Las pendientes a adoptar en taludes naturales son de 3H/2V. Se tiene que tener en cuenta la caída de cantos sueltos en caso de que queden aislados de la matriz por efecto del agua de lluvia o vibraciones.

APTITUD PARA PRÉSTAMO

Todos los materiales que aparecen en esta cata (gravas y arenas) se clasifican como **Suelos Tolerables**. Podrán emplearse como cimiento y núcleo de terraplén.

A la hora de explotación del préstamo se mezclarán las gravas y las arenas de manera que se deberán realizar ensayos durante la explotación para concretar los parámetros del material mezclado (Proctor y CBR...)

4.3 Préstamo C y D

Estos préstamos han sido agrupados debido a la proximidad de los mismos, únicamente están separados por un camino, y a que las calicatas y los ensayos de laboratorio han reflejado materiales de características similares y espesores de la misma entidad.

Ubicación: Estos préstamos se localizan en las proximidades de la carretera NA-6810 de Tudela a Corella, cercanos al punto kilométrico del trazado de la A-15, PK-31+300.

En la siguiente imagen se observa la situación de estos préstamos en una ortofoto y las calicatas realizadas.



Los materiales que aparecen en esta zona son gravas de matriz limosa de color pálido con cantos subangulosos y heterométricos, hay abundantes bolos de 30 cm. de diámetro. Aparecen niveles de grava cementada de espesor decimétrico. Se han realizado 6 calicatas CP-6, CP-7, CP-8, CP-20, CP-21 Y CP-22. El espesor medio de la capa de gravas es de 3.5 m.

En algunas calicatas no se ha podido profundizar más de 1.4 metro debido a la aparición de un nivel cementado muy duro.

Los resultados de los ensayos realizados a estos materiales son los siguientes:

ENSAYOS	CP-7	CP-21		
Materia orgánica (UNE 103 204)	0,02 %	0,15 %		
Sales solubles en agua, incluido yeso (NLT 114)	0,03 %	0,14 %		
Tamaño máximo (UNE 103 101)	133 mm.	50 mm.		
Cernido tamiz 2 (UNE 103 101)	9 %	38 %		
Cernido tamiz 0.4 (UNE 103 101)	6 %	31 %		
Cernido tamiz 0.08 (UNE 103 101)	3 %	22 %		
Límite líquido (UNE 103 103)	N.P.	N.P.		
Límite plástico (UNE 103 104)	N.P.	N.P.		
Contenido en yeso (NLT 115)	0,01 %	0,05 %		
Contenido en sulfatos (UNE 103 201)	0,01 %	0,02 %		
Contenido en carbonatos (UNE 103 200)	4.16 %	5.99 %		
Proctor modificado (UNE 103501)	Humedad óptima	Densidad máxima	Humedad óptima	Densidad máxima
	6.2 %	2,24 g/cm ³	6,6 %	2,17 g/cm ³
Índice CBR (UNE 103502)	61	32		
SUELO TOLERABLE				

EXCAVABILIDAD

Se consideran Terrenos Medios; su excavación puede realizarse normalmente sin dificultad por medios mecánicos. La excavación de los niveles cementados se deberá realizar mediante una retroexcavadora de alta potencia, siendo posible el uso de martillo percutor.

En las calicatas CP-6, CP-20, CP-21 Y CP-22 la retroexcavadora no pudo bajar más de 1.4 metros debido a la cementación de las capas de grava.

TALUDES

Constituyen depósitos no consolidados estables en condiciones naturales si no se alteran sus condiciones de equilibrio. Las pendientes a adoptar en taludes naturales son de 3H/2V. Debido a que se encuentran parcialmente cementadas, tal y como se observó en la realización de las calicatas, se puede dejar un talud 1H/2V. Se tiene que tener en cuenta la caída de cantos sueltos en caso de que queden aislados de la matriz por efecto del agua de lluvia o vibraciones.

APTITUD PARA PRÉSTAMO

Se clasifican como **Suelos Tolerables** por la presencia de bolos mayores de 10 cm.

Tras el cribado del material para la separación de los bolos de 10 cm. el material se clasificará como **Suelo Seleccionado**.

Las capas superiores presentan menos bolos y están cementadas, mientras las capas inferiores tienen mayor porcentaje de bolos.

Podrán emplearse como cimientado y núcleo de terraplén. Si se tamizan para retirar los cantos superiores a 10 cm. se podrán utilizar además como coronación de terraplén.

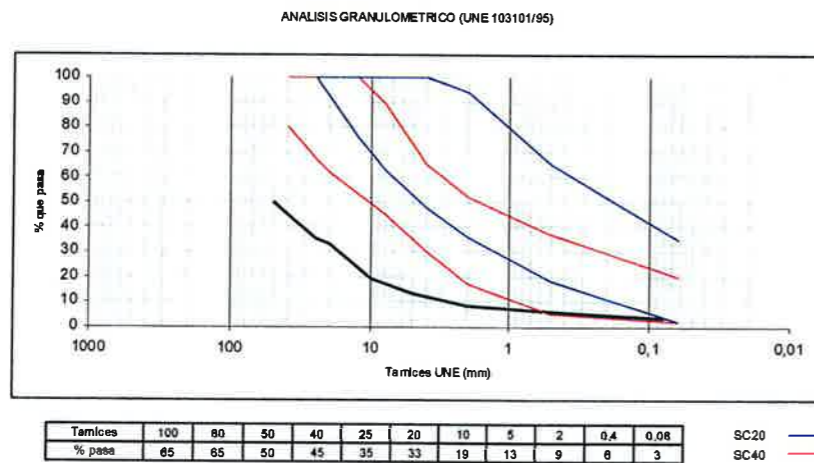
Suelos estabilizados

Se pueden utilizar como suelo estabilizado con cemento. (S-EST1, S-EST2 y S-EST3) siempre que se eliminen los bolos con tamaño superior a 80 mm.

Suelo cemento

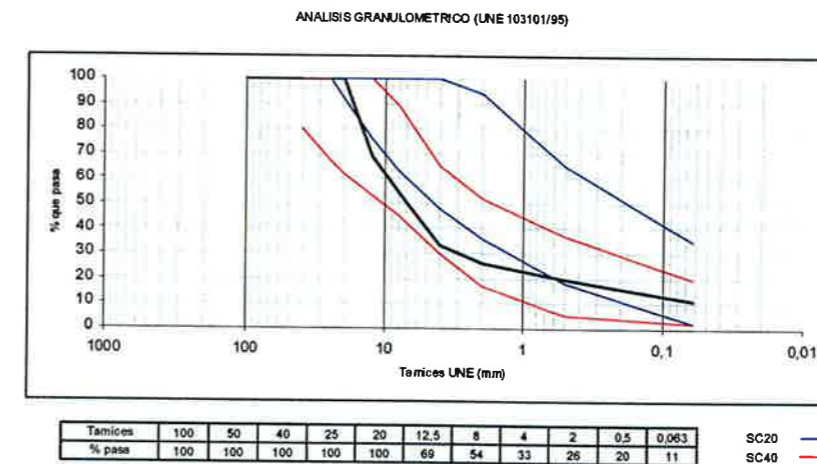
Estos materiales por su composición química (materia orgánica menor del 1% y sulfatos menores del 0,8 %) y su plasticidad (límite líquido inferior a 30 e índice de plasticidad inferior a 15) cumplen las condiciones para ser tratados con cemento. La granulometría deberá ajustarse a uno de los husos indicados (SC20, SC40). El tipo SC20 sólo se podrá emplear en carreteras con categoría de tráfico pesado T3 y T4 y en arcenes.

Granulometría CP7

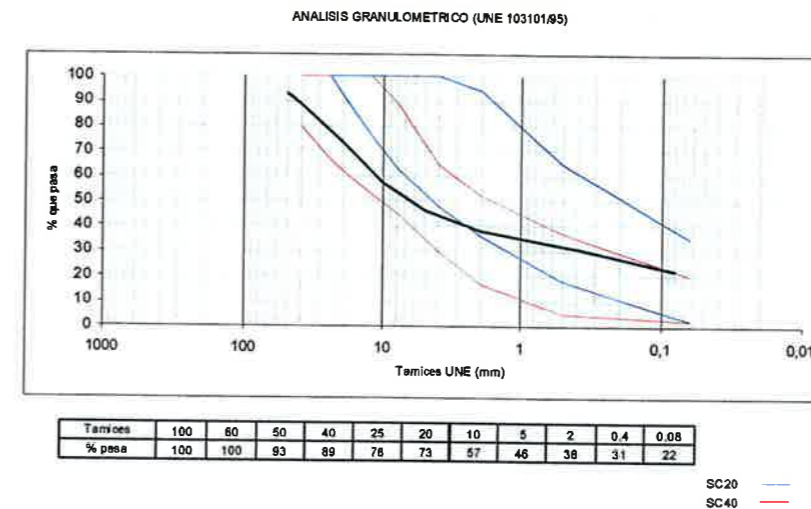


Una vez hecha la granulometría de las muestras se comprueba que no se ajusta a ninguno de los dos husos. **Para lograr ajustarlo al huso SC40 se ha realizado un cribado por el tamiz 20 mm.** Este proceso será el que se tendrá que seguir en obra para que los materiales de este préstamo cumplan las condiciones para ser utilizados como suelocemento.

Granulometría CP7 con un cribado por el tamiz 20 mm. donde se comprueba que con este tratamiento la muestra está dentro del huso SC40.



Granulometría CP21



En este caso, la granulometría de la CP-21 se ajusta dentro del uso de la SC-40. Hay que recordar que esta granulometría se refiere a las primeras capas cementadas del nivel de gravas.

Se recomienda la realización de ensayos durante la explotación de estos préstamos para ajustar el cribado necesario para su uso como SC-40.