



MINISTERIO
DE FOMENTO

CEDEX

CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS

INFORME TÉCNICO
para
PAVIMENTOS ECOLÓGICOS TERRIZOS, S.L.

**CONVENIO DE
CARACTERIZACIÓN DE PAVIMENTO ECOLÓGICO
ARIPAQ**

INFORME ÚNICO Y DEFINITIVO
TOMO ÚNICO

Clave CEDEX : 31-504-5-108

Madrid, octubre de 2004

Centro de Estudios de Carreteras



TITULO:

CARACTERIZACIÓN DE PAVIMENTO ECOLÓGICO ARIPAQ

CLIENTE:

PAVIMENTOS ECOLÓGICOS TERRIZOS, S. L.

EL PRESENTE INFORME CONSTITUYE UN DOCUMENTO OFICIAL DE ESTE TRABAJO Y, DE ACUERDO CON LAS NORMAS GENERALES DEL ORGANISMO, SU ENTREGA SUPONE EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTUACIONES TÉCNICAS DEL MISMO REFERENTES A LA MATERIA OBJETO DEL INFORME.

VALIDEZ OFICIAL

VISTO EL CONTENIDO DEL INFORME Y SIENDO ACORDE CON LAS CLAUSULAS DEL CONVENIO DE COLABORACION CORRESPONDIENTE, SE PROPONE AUTORIZAR SU EMISIÓN.

V.I. RESOLVERÁ.

EL DIRECTOR DEL CENTRO DE ESTUDIOS
DE CARRETERAS


Fdo. Aurelio Ruiz Rubio

AUTORIZA LA EMISIÓN DEL INFORME:

Madrid, octubre de 2004

EL DIRECTOR GENERAL DEL CEDEX


Fdo. Ángel Aparicio Mourelo

SÓLO SON INFORMES OFICIALES DEL CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS (CEDEX) LOS REFRENDADOS POR SU DIRECCIÓN GENERAL.



1. ANTECEDENTES

A petición de la empresa PAVIMENTOS ECOLÓGICOS TERRIZOS S. L. el Centro de Estudios de Carreteras del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) ha realizado el trabajo denominado “CARACTERIZACIÓN DE PAVIMENTO ECOLÓGICO ARIPAQ”.

Existe una larga tradición en el empleo de conglomerante puzolánico en la fabricación del material tipo gravacemento o suelocemento. Se obtiene un material apto para capas de base y subbase de firme de carreteras, con pocos agrietamientos por retracción y una resistencia reducida.

En este trabajo se estudia una mezcla de conglomerante puzolánico, formado por un producto vítreo de manera mayoritaria, con una arena caliza.

El interés del Centro de Estudios de Carreteras del CEDEX en la realización del trabajo, se basa en la ampliación de sus conocimientos sobre posibles mejoras en la técnica de las gravas tratadas para firmes de carretera.

El trabajo se ha dirigido a la caracterización de la mezcla estudiada. Para la realización del trabajo se firmó una Carta Oferta en febrero de 2004.



10. RESUMEN Y CONCLUSIONES

En este trabajo se ha estudiado un material denominado ARIPAQ; se trata de un material pétreo de tipo calizo tratado con un conglomerante de tipo puzolánico, denominado con el mismo nombre de ARIPAQ. Dicho conglomerante, suministrado por el peticionario, está formado principalmente por un producto vítreo y por reactivos básicos, se utiliza principalmente en caminos o aparcamientos en los que se busque una finalidad medioambiental, sin recubrimiento. La mezcla se ha dosificado con un 8% del conglomerante.

Sobre el material tratado se han estudiado las siguientes características:

- la compactabilidad mediante el ensayo de compactación Proctor Modificado, según UNE 103501,
- la capacidad de soporte, mediante el ensayo CBR, según UNE 103502,
- la capacidad estructural, mediante el ensayo de resistencia a compresión, y el ensayo de resistencia a tracción (a distintas edades de las probetas), según las normas NLT-304, NLT-305 y NLT-310,
- la resistencia ante la acción del agua, mediante el ensayo de resistencia por inmersión en agua (inmersión-compresión), según NLT-312, y
- la rigidez mediante el ensayo de módulos dinámicos (a distintas edades de las probetas), según NLT-349.

La durabilidad del pavimento ejecutado con el material tratado, en lo que se refiere a la acción de los agentes climáticos, se ha estudiado mediante ensayos de pérdida de masa de probetas sometidas a ciclos de humedad-sequedad y a ciclos de congelación-deshielo, según las normas NLT-302 y NLT-303, respectivamente.

La durabilidad del pavimento ejecutado con el material tratado, en lo que se refiere a capacidad para soportar las cargas producidas por un tráfico ligero, se ha

estimado mediante un cálculo analítico realizado a partir de las propiedades mecánicas medidas en los ensayos citados anteriormente.

Un resumen de los principales resultados obtenidos en estos ensayos se presenta en las Tablas 10.1 a 10.3 y Figuras 10.1 y 10.2.

Probeta	Índice CBR	Hinchamiento %	Densidad g/cm ³
1	163	0,09	1,977
2	284	0,09	2,103
3	350	0,09	2,165

Tabla 10.1 Resultados del ensayo de capacidad de soporte CBR

Mezcla	Propiedades	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Probeta 4	Probeta 5
Aripaq	Densidad g/cm ³	2,035	2,072	2,151	2,114	2,073
	Humedad %	3,2	5,0	6,9	8,7	10,3

Tabla 10.2 Resultados del ensayo Proctor Modificado

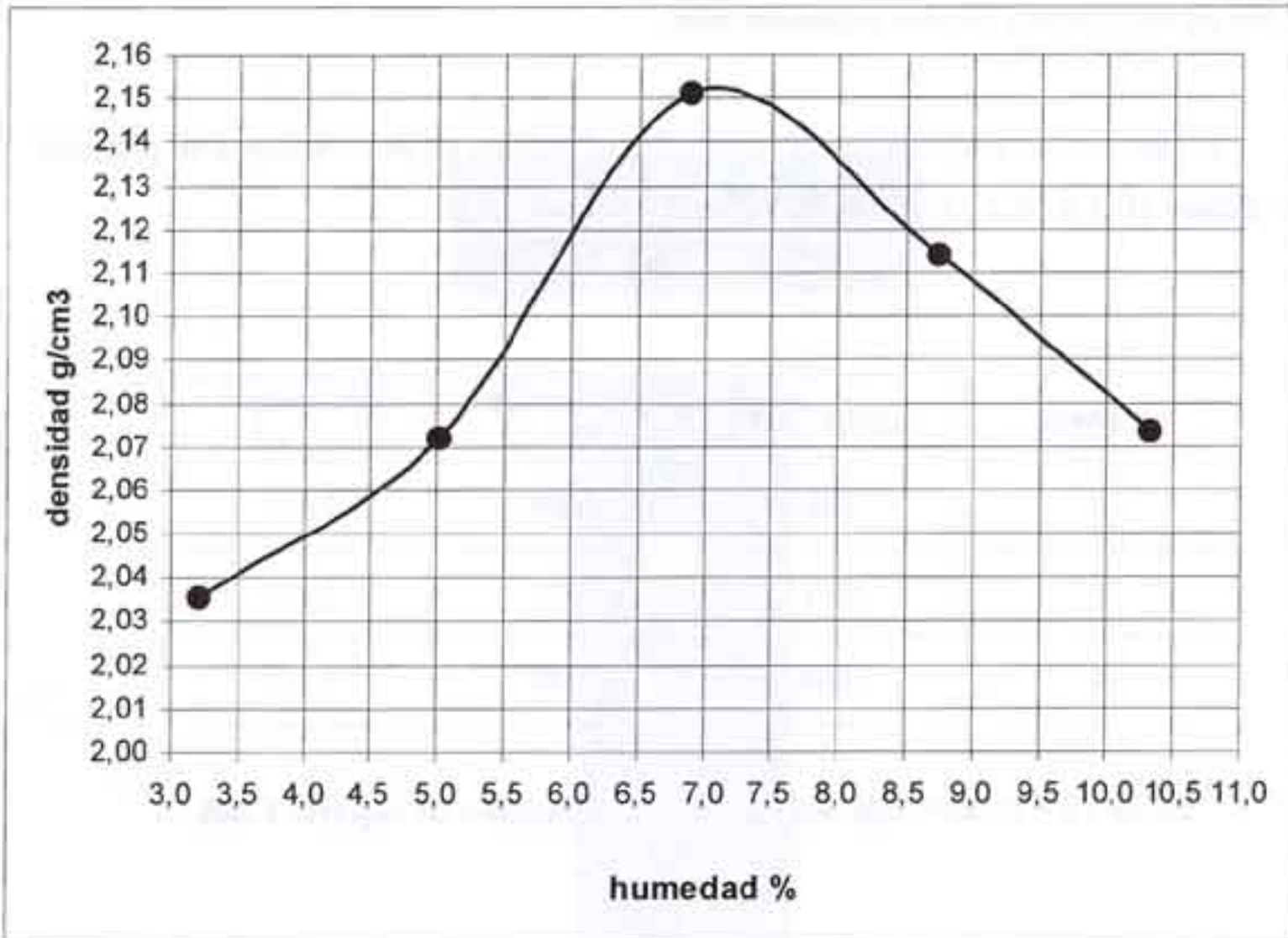


Figura 10.1 Resultados del ensayo Proctor Modificado

Edad días	Resistencia a compresión MPa	Resistencia a tracción MPa
7 (cámara húmeda)	2,39	-
28 (cámara húmeda)	4,64	0,48
90 (cámara húmeda)	7,55	0,94
83 (cámara húmeda) +7 (agua)	6,59	-

Tabla 10.3 Resistencia a compresión y tracción, a distintas edades

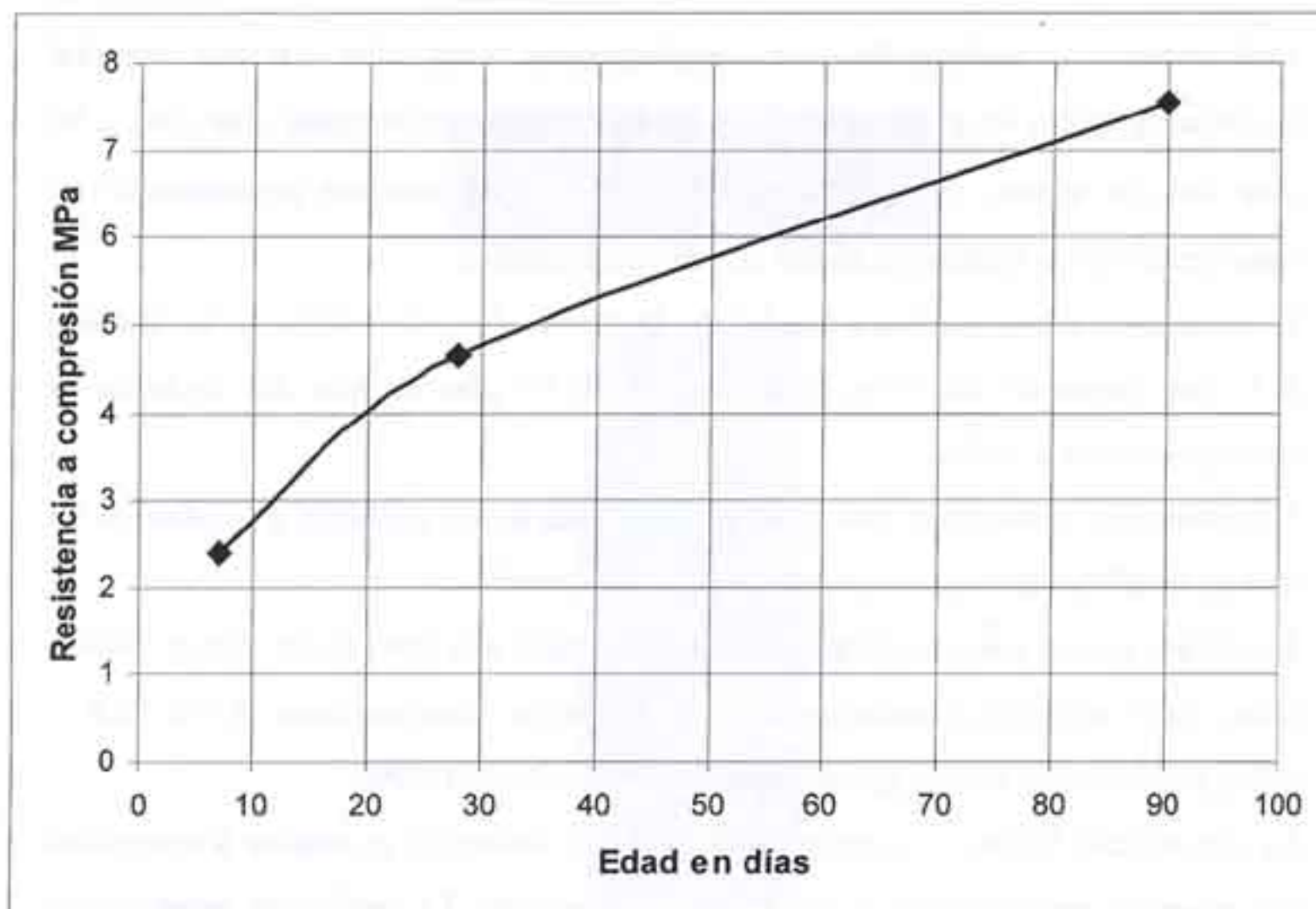


Figura 10.2 Relación de la resistencia a compresión con la edad

De estos resultados se obtienen las siguientes conclusiones:

- La capacidad de soporte CBR a la edad de siete días es de 335, valor muy superior al mínimo exigido para un suelo estabilizado del tipo S-EST 2 (establecido en 12), y del mismo orden que los valores presentados usualmente en las zahorras artificiales (100-300). El hinchamiento reflejado en los ensayos es muy reducido, por lo que no es de esperar hinchamientos en el pavimento
- La densidad máxima y humedad óptima de compactación son de $2,15 \text{ g/cm}^3$ y 7% respectivamente.



- La resistencia a compresión a la edad de 7 días cumple las especificaciones establecidas para un suelo estabilizado S-EST 3 (mínimo de 1,5 MPa) y para un suelocemento, considerando este conglomerante como un cemento especial (valores incluidos en el intervalo 2,13-3,83MPa). Las resistencias obtenidas a 90 días son del mismo orden de magnitud que las que presenta generalmente un suelocemento ejecutado con suelos de adecuada calidad.
- La resistencia a compresión a la edad de 28 días es de casi el doble de la obtenida a 7 días (aumento del 94%) y la obtenida a 90 días es más del triple de la correspondiente a 7 días.
- La resistencia conservada tras inmersión en agua de las probetas a la edad de 90 días es de 87%, valor que se puede considerar elevado.
- La rigidez es elevada: el módulo dinámico obtenido a la edad de 90 días es 19.000 MPa, valor superior al usualmente obtenido en un suelocemento (8.000-10.000 MPa) y próximo al de una gravacemento (20.000-25.000 MPa).
- La durabilidad frente a la acción de los agentes climáticos es similar a materiales con parecida granulometría y fabricados con cemento. La pérdida de masa en los ensayos de ciclos de humedad-sequedad y congelación-deshielo es de 2,6 % y 3,7 % respectivamente. En materiales similares formados por arena y 5-6% de cemento, en probetas curadas a 7 días, se han obtenido pérdidas en el ensayo de ciclos de humedad-sequedad del 1-5%, y en el ensayo de congelación-deshielo del 4-7%.
- Para reproducir en el pavimento las condiciones de curado aplicadas en los ensayos, es necesario su curado mediante riego con agua u otro procedimiento adecuado. La ausencia de curado puede reducir las resistencias y durabilidad obtenidas en el estudio.
- Una vez realizado un cálculo analítico de un firme con este material como pavimento, sobre base de zahorra de más de 20 cm de espesor, y que reposa directamente sobre una explanada de CBR 5, los resultados indican la idoneidad de un espesor de 10 cm para tráfico ligero de turismos y de 15 cm para tráfico de vehículos comerciales muy ligeros (2 t/eje).



CEDEX

- Con tráfico pesado, no puntual este material parece más indicado como capa de base, en espesores mayores que los indicados en el anterior párrafo, y con una rodadura bituminosa.

Madrid, octubre de 2004

LOS AUTORES DEL INFORME

Fdo.: Julián García Carretero

Jorge Serrano Leal

EXAMINADO Y CONFORME,
EL DIRECTOR DEL LABORATORIO
DE ESTRUCTURA VIARIA

Fdo.: Recaredo Romero Amich

VºBº

EL DIRECTOR DEL CENTRO
DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS



Fdo.: Aurelio Ruiz Rubio



CEDEX

ANEJO DE ESPECIFICACIONES Y NORMATIVA REFERENCIADA

1. NORMAS NLT I.- Ensayos de Carreteras. Dirección General de Carreteras. MINISTERIO DE FOMENTO

2. ORDEN de 27 de diciembre de 1999, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes en lo relativo a conglomerantes hidráulicos y ligantes hidrocarbonados (BOE 22-1-2000). MINISTERIO DE FOMENTO

3. ORDEN FOM / 891 / 2004, de 1 de marzo, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a firmes y pavimentos. MINISTERIO DE FOMENTO

4. ORDEN FOM / 3460 / 2003, de 28 de noviembre por la que se aprueba la norma 6.1-IC "Secciones de firmes", de la Instrucción de Carreteras. MINISTERIO DE FOMENTO