

# EL USO DE LAS TIERRAS EN CONSTRUCCION

## LAS 100 PUBLICACIONES, DE M. MATEOS, SOBRE INVESTIGACIÓN EN EL USO DE LAS TIERRAS COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN, GEOTECNIA, O SOBRE TEMAS DE EDAFOLOGÍA, CON RESÚMENES

Nuestro trabajo en la rama de la geotecnia se centró en la físico – química de las tierras en contraposición con la mecánica del suelo que no consideraba apenas que las tierras se pudieran modificar y hacerlas resistentes y así usar menos pilotes.

También estaba relacionado con tener buenos cimientos para las carreteras.

*(100 publications, mainly on the research work done by the author, on soils; some of them were written in English).*

Por Manuel Mateos de Vicente

*Doctor Ingeniero de Caminos C y P.*

*Ingeniero Técnico de Obras Públicas (Ayudante de O. P.)*

*Doctor of Philosophy (Civil Engineering), Iowa State University, Ames, Iowa, USA*

*Master of Science, Iowa State University of Science and Technology*

*Professional Highway Engineer, Iowa State Board of Engineering Examiners*

*Professional Civil Engineer, Iowa State Board of Engineering Examiners*

*Estudios de postgrado (dos años) en Antropología*

*Estudios de superiores en Edafología (equivalente a un año)*

*Estudios superiores en Ingeniería Industrial (varias asignaturas)*

*Salzburg Seminar on Urban Planning*

*Estudios de árabe en la Universidad de Baghdad*

*Ex -Profesor en la Politécnica de Madrid, en Leeds University (Inglaterra) y en Iowa State University (EE.UU.)*

Apartado 31031 – 28080 Madrid) –[www.manuelmateos.info](http://www.manuelmateos.info)– [www.manuelmateos.net](http://www.manuelmateos.net)

Fax +(34) 91 6500972. Una amplia información **sobre otros trabajos e investigación**

(seguridad vial, filología, hidráulica, antropología, etc, se puede ver en servidores de

**Internet**: escribir en “buscar” el nombre y los dos apellidos así “Manuel Mateos de Vicente”

\*\*\*\*\*

## COOPERACIÓN EN LIBROS SOBRE INGENIERÍA DEL SUELO (GEOTECNIA) O LIBROS ESCRITOS.

**LIBRO** “Soil Mechanics”, por A. R. Jumikis, Editorial D. Van Nostrand, Inc., Nueva York, 1962.

\*Manuel Mateos revisó los manuscrito por petición del profesor Richard L. Handy, de la Universidad Iowa State.

\*\*\*

**LIBRO** “Caminos de bajo coste. El uso de las tierras como material de construcción barato”, por M. Mateos, Editorial Técnica Bellisco, c. Cáceres nº 152; Madrid 11 ([www.bellisco.com](http://www.bellisco.com)), ca 2003.

\*Presenta el autor la investigación que realizó el grupo del Dr. Davidson, con el cual estuvo trabajando 7 años, y posterior investigación hecha en España. Condensa el trabajo aparecido en otras publicaciones. Para apreciar el contenido se reproduce el Índice:

Estabilizadores de tierras:

- Cal
- Anilina Furfural
- Betunes
- Sal común
- Cloruro cálcico
- Acido fosfórico
- Melazas
- Lejías negras
- Cenizas

Aplicaciones:

- Estabilizar la Torre de Pisa
- Estabilizar arcillas inestables (quick) de Noruega
- El cemento Mateos (un material ecológico de de coste nulo)
- Construcción de casas

Notas sobre el suelo-cemento

Notas sobre métodos de construcción

\*\*\*

**LIBRO** “Conducciones”, por M. Mateos. Este libro es el Nº 9 de la *Colección Obras Hidráulicas*, dirigida por M. Mateos, Editorial Técnica Bellisco, 1997. (Otros libros del autor en esta Colección se refieren exclusivamente a temas hidráulicos: “Válvulas para Abastecimientos de Aguas”, “Válvulas de Retención”, “Válvulas Reductoras de Presión”, “Válvulas Anti inundaciones”).

\*En el libro “Conducciones” **hay varias secciones relacionadas con las tierras, como construcción y relleno de zanjas para mejorar la resistencia de los tubos**; las corrientes vagabundas o las originadas por el sistema tierra-agua-metales y su neutralización con protección catódica u otros métodos.

\*\*\*

**LIBROS** ·”La Velocidad y el Placer de Conducir”

“Bibliografía Comentada de 200 Publicaciones Sobre Seguridad Vial”

“Queremos una Conducción Segura con un Coche Seguro”

\*En estos libros escritos por M. Mateos, se refiere, en algunas de sus partes o capítulos, lo que cree errores en la construcción del pavimento, en el cual el principal elemento son las tierras, bien en estado natural -la sub-rasante- o estabilizada en las capas de base o sub-base. A veces el

## **mal estado del pavimento refleja una mala construcción del firme o no haber sabido sacar partido a las tierras de la plataforma**

-----\*\*\*-----

### **TESIS NECESARIAS PARA FINALIZAR LOS ESTUDIOS**

“EFFECT OF TRACE CHEMICALS ON STRENGTH OF OTTAWA SAND - LIME - FLY ASH MIXTURES” (Efecto de la adición de pequeñas cantidades de productos químicos en las mezclas de arena de Ottawa, cal y cenizas volantes), por M. Mateos, *TESIS* para el Master of Science, Iowa State University, Ames, Iowa, EE. UU. 1958.

\*Trabajo de tesis; un resumen del mismo se publicó con el mismo título por el Highway Research Board (de National Academy of Sciences - National Research Council de EE.UU.)

\*\*\*

“PHYSICAL AND MINERALOGICAL FACTORS IN STABILIZATION OF IOWA SOILS WITH LIME AND FLY ASH” (Factores físicos y mineralógicos en la estabilización de suelos de Iowa con cal y cenizas volantes), por M. Mateos, *TESIS* para el Doctor of Philosophy, Iowa State University, 1961.

\*La tesis, o disertación, doctoral de Manuel Mateos versó sobre estabilización de suelos, con énfasis en la utilización de un producto que causa polución de la atmósfera: las cenizas volantes. Varias partes de la tesis han sido publicadas por el anteriormente mencionado Highway Research Board.

-----\*\*\*-----

### **COMUNICACIONES A LA AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS**

“SOIL-LIME RESEARCH AT IOWA STATE UNIVERSITY” (Investigación sobre suelo-cal en la Universidad Estatal de Iowa), por M. Mateos, *PROCEEDINGS, ASCE*, Paper N° 3847, Vol. 90, - SM2 Part 1, Pág. 127 a 153, Marzo 1964. Discusión en Paper N° 4380, Vol. 91 - SM3 Part 1, Pág. 129 a 131, Mayo 1965.

\*La cal es uno de los varios productos que se pueden usar con éxito en la mejora de las características resistentes de las tierras. Hay varios factores que afectan al sistema suelo-cal-agua. Los factores primarios son: diferencias en las texturas de los suelos, tipos de los minerales de arcilla y cantidad de materia orgánica presente, así como tipo y cantidad de cal y de otros productos que se añadan. Algunos factores secundarios incluyen contenido de humedad, manera de aplicar la cal, esfuerzo de compactación, retraso en la compactación después del mezclado en húmedo, tiempo de curado y determinación de la temperatura a la que debe realizarse el mismo.

Se presenta un sumario extenso de la investigación realizada en la Universidad “Iowa State”, sobre la influencia de los factores primarios y secundarios en la estabilización suelo-cal, usando tierras y cales procedentes de varias partes de los Estados Unidos. También se estudiaron los efectos de la cal en la plasticidad, retracción, resistencia y hinchamiento de los suelos, así como su comportamiento ante las heladas y los ciclos de saturación de agua y secado. Se realizó investigación básica y aplicada y se construyeron tramos de carreteras y caminos de ensayo para poder evaluar de una manera real los diferentes aspectos de la estabilización de suelos con cal.

La cal se puede usar con suelos de tipos limoso y/o arcilloso para modificar algunas de sus características físico-químicas y mejorar el suelo como material estable de construcción. Para modificar tales características del suelo se necesitan pequeñas cantidades de cal, del orden del 1 al 3 por 100. La cal se puede usar para mejorar suelos limosos y arcillosos y obtener un material resistente y al mismo tiempo estable al agua. La cementación se produce al formarse silicatos cristalinos, algunos de ellos análogos a los que se forman en el hormigón. La cal necesaria para esta cementación oscila entre el 2 y el 8 por 100.

\*\*\*

“SOIL-LIME RESEARCH AT IOWA STATE UNIVERSITY”, por M. Mateos, *TRANSACTIONS, ASCE*, Vol. 130, Pág. 433-435, 1965.

\*Es un resumen de la comunicación del mismo título que aparece en los Proceedings.

\*\*\*

“DISCUSSION” a la comunicación “Soil Stabilization with Cement and Sodium Additives” (Estabilización de suelos con cemento y aditivos de sodio), por Manuel Mateos, *PROCEEDINGS, ASCE*, Paper N° 3528, Vol. 89 - SM3, Part 1, Pág. 181-187, Mayo 1963.

\*Se presenta información sobre la investigación hecha por M. Mateos en el empleo de aditivos en los distintos procesos de estabilización de suelos.

\*\*\*

“DIFFERENTIATING BETWEEN SOIL TEST IN LAB AND FIELD” (Diferenciación entre los ensayos hechos en laboratorio y los hechos en el campo), por M. Mateos, *CIVIL ENGINEERING, ASCE*, Pág. 64, Marzo 1965.

\*Se sugiere una modificación en la nomenclatura de los grupos taxonómicos Casagrande de suelos. El autor recomienda que cuando se basen en análisis de laboratorio se escriban en mayúsculas y cuando lo sean en análisis visuales de campo se escriban en minúsculas.

-----\*\*\*-----

## COMUNICACIÓN PRESENTADA EN SINGAPUR

EFFECTS OF DIFFUSION OF POTASIAM SALTS IN THE STRENGTH OF A MARINE CLAY” (Efecto de la difusión de sales potásicas en la resistencia de una arcilla marina), por M. Mateos, *PROCEEDINGS*, Sexta Conferencia Regional de Asia sobre Mecánica del Suelo e Ingeniería de Cimientos, Singapur 1979.

\*Resultados de una investigación que realizó el autor en el Instituto Geotécnico de Noruega para mejorar la resistencia de una arcilla marina muy sensible. Con los productos empleados se consiguió aumentar la resistencia hasta 200 veces.

-----\*\*\*-----

## COMUNICACIONES PRESENTADAS EN LA IOWA ACADEMY OF SCIENCES

“CEMENTITIOUS PROPERTIES OF SOME IOWA FLY ASHES WITHOUT LIME ADDITIVE” (Propiedades cementicias de algunas cenizas volantes de Iowa sin añadir cal), por M. Mateos y D. T. Davidson, *PROCEEDINGS*, Iowa Academy of Sciences, Vol. 69, Pág. 362 a 369, 1962.

\*Se evaluaron siete cenizas volantes, procedentes de las centrales térmicas del Estado de Iowa, como posible material para formar terraplenes. Se moldearon probetas compactadas a la humedad óptima Proctor y se curaron a 22° C durante 28 y 120 días. Seis de las cenizas dieron resistencias entre 3 y 47 kg/cm<sup>2</sup> después de 28 días de curado.

También se curaron probetas en autoclave para hallar un posible método rápido para evaluar las calidades de las cenizas. Las resistencias obtenidas después de un día de curado en autoclave dan una indicación de las resistencias que pueden ser obtenidas en curado a temperaturas ordinarias durante períodos mayores de tiempo.

Se incluyen también gráficos de la difracción por rayos X de las cenizas. Estos indican que la radioactividad de las cenizas usadas sin cal está relacionada con la cantidad de cal libre presente en las cenizas.

Las cenizas ensayadas pueden ser utilizadas como componente exclusivo en la construcción de terraplenes. Algunas de ellas desarrollan tal resistencia que pueden justificar su uso como material para base o subbase de pavimentos.

\*\*\*

“STABILIZATION OF TWO IOWA LIMESTONES WITH FLY ASH ALONE” /Estabilización de las gravas calizas en Iowa únicamente con cenizas volantes), por M. Mateos, *PROCEEDINGS*, Iowa Academy of Science, Vol. 70. Pág. 290-294. 1963.

\*Las cenizas volantes siempre se han usado con cal en la estabilización de suelos o gravas. El autor halló que algunas cenizas endurecen y adquieren resistencia solas, sin adición de cal. Una de tales cenizas se utilizó para estabilizar dos tipos de gravas calizas. Después de 28 días de curado, probetas de caliza mezclada con un 29 % de cenizas dieron resistencias de 28 kg/cm<sup>2</sup>. La estabilización de suelos con cenizas que reaccionan puzolánicamente sin la adición de cal puede ser uno de los métodos más baratos.

-----\*\*\*-----

## COMUNICACION PRESENTADA EN CANADA

“RECHERCHES SUR LA STABILISATION DES SOLS POUR LA CHAUX ET LES CENDRES VOLANTES”(Investigación sobre la estabilización de suelos con cal y cenizas volantes). por M. Mateos. *COMPTES RENDUS*, 6º Congreso Internacional de Mecánica del Suelo e Ingeniería de Cimientos, Vol. II, Pag. 132-136, University of Toronto Press. 1965.

\*Se presenta un resumen del trabajo hecho por el autor, durante ocho años. investigando los distintos factores que afectan la estabilización de suelos con cal y cenizas volantes. Se analiza la influencia de los materiales que componen el suelo estabilizado así como los factores que afectan a la compactación. Las cenizas volantes con cal pueden ser un procedimiento competitivo en la estabilización de suelos si las cenizas son de buena calidad y baratas. Se pueden obtener resistencias a los 28 días comparables a las obtenidas con suelo-cemento.

-----\*\*\*-----

## COMUNICACIONES PUBLICADAS POR LA AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS

“VARIATION IN PUZZOLANIC BEHAVIOUR OF FLY ASHES” (Variación en la Conducta Puzolánica de las Cenizas Volantes), por R.D. Vincent, M. Mateos y D.T. Davidson. *PROCEEDINGS*, ASTM, Vol. 61, Pág. 1098-1118. 1961.

\*El objetivo de esta investigación fue determinar la efectividad relativa de las cenizas volantes para usarlas en estabilización de suelos. También se trató de relacionar la resistencia de mezclas compactadas de cenizas y cal con las propiedades de las cenizas, aislando grupos de características similares.

\*\*\*

“HEAT CURING OF SAND-LIME FLY ASH MIXTURES” (Curado a Diferentes Temperaturas de Mezclas de Arena, Cal y Cenizas Volantes), por M. Mateos. *MATERIALS RESEARCH AND STANDARDS*, ASTM, Pág. 112-117, Mayo 1964.

\*La experimentación demuestra que se pueden obtener resistencias comparables a las del hormigón, con probetas de arena, cal y cenizas compactadas y curadas a 120o.

\*\*\*

“STEAM CURING AND X-RAY STUDIES OF FLY ASHES” (Curado al vapor y análisis por rayos X de cenizas volantes), por M. Mateos y D T Davidson. *PROCEEDINGS*, ASTM, Vol. 62, Pág. 1008-1018. 1962.

\*Probetas hechas con mezclas de cenizas y cal se curaron en un autoclave (120° C y 1 Atm.) y se procedió a comparar su resistencia con las de otras probetas curadas a temperatura ordinaria. La

La calidad puzolánica de las cenizas se reflejó después de un curado de un día en autoclave. Las resistencias así obtenidas se pueden usar como criterio para una evaluación rápida de la validez de las cenizas para ser usadas como puzolanas en hormigón o en mezclas con suelos.

En los análisis por difracción de rayos X se ve que los minerales presentes en las cenizas son: cuarzo, magnetita, hematites, corindón, carbonato cálcico, anhidrita e hidróxido cálcico.

\*\*\*

“SAND-FLY ASH BRICK” (Ladrillos de Arena y Cenizas Volantes), por M. Mateos, *MATERIALS RESEARCH AND STANDARDS*, ASTM, Vol. 4, no. 8, Pág. 427-430. Agosto 1964.

\*En esta comunicación se presenta un estudio sobre la posibilidad de fabricar ladrillos con arena y cenizas volantes solamente. Descubre el autor que algunas cenizas son, en sí mismas, hidráulicas y no necesitan la adición de cal para ser cementicias. Las resistencias obtenidas después de 3 días de curado en autoclave, a tan sólo 127° C y 1.8 atmósferas de presión, llegan a ser de 100 kg/cm<sup>2</sup> con algunas de las cenizas. La producción de cenizas en España es de varios millones de toneladas al año.

\*\*\*

“CLAYEY SOIL-LIME SPECIMENS HARDENED BY STEAM” (Probetas de suelo arcilloso y limo curadas al vapor”, por Manuel Mateos. *JOURNAL OF MATERIALS*, ASTM, Vol. 3, no. 2, Pág. 294-303. Junio 1968

\*Se emplearon en estos estudios 4 suelos, 3 arcillosos y uno arenoso, y se mezclaron con cal calcítica, cal dolomítica y cemento portland. Con las mezclas se hicieron probetas compactadas, curándose de dos maneras: a 120° C y 1 Atm., y a 14° C y 90 por 100 de humedad relativa. Las probetas curadas al vapor mostraron una gran resistencia. Por ejemplo, después de 1 hora al vapor las resistencias son mayores que después de 90 días a temperatura ordinaria. La cal calcítica dio mayores resistencias en las probetas curadas al vapor que la cal dolomítica o el cemento portland.

Las probetas preparadas con suelo arcilloso, tratadas con tan sólo un 5 por 100 de cal calcítica, compactadas a la máxima densidad Proctor y curadas una hora al vapor, dieron resistencias de 40 kg/cm<sup>2</sup> después de permanecer sumergidas en agua por espacio de 24 horas, para eliminar cualquier cohesión aparente. Las probetas hechas con suelo arenoso y curadas de la misma manera dieron tan sólo una resistencia de 7 kg/cm<sup>2</sup>.

Esta investigación muestra que hay un método económico de fabricar ladrillos usando arcillas y cal, curándolos por muy poco tiempo al vapor.

-----\*\*\*-----

### **COMUNICACION PUBLICADA POR AL-MUHANDIS, BAGHDAD. Iraq**

“RESEARCH ON SOIL- LIME STABILIZATION” (Investigación sobre estabilización de suelos con cal), por M. Mateos, *AL-MUHANDIS*, Vol. 10, no.2, Pág. 14-18. Septiembre 1966

\*Presenta el autor los resultados obtenidos en investigación sobre suelo-cal en la que ha estado trabajando durante varios años.

-----\*\*\*-----

### **COMUNICACIONES PRESENTADAS AL HIGHWAY RESEARCH BOARD (HOY TRANSPORTATION RESEARCH BOARD) DE LA NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. WASHINGTON DC.**

“ACTIVATION OF THE LIME-FLY ASH REACTION BY TRACE CHEMICALS” (Activación Química de la Reacción entre la Cal y las Cenizas Volantes), por T. D. Davidson, M. Mateos y R. R. Katti, *BULLETIN* No 231, Highway Research Board, Pág. 67-81. 1959.

\*En esta investigación se presentan los resultados obtenidos al añadir pequeñas cantidades de productos químicos en mezclas de arena de Ottawa, cal y cenizas volantes. Se usaron 47 productos

químicos diferentes. Se ofrece una explicación sobre el mecanismo de actuación de los productos químicos.

\*\*\*

“IMPROVEMENT OF LIME STABILIZATION OF MONTMORILLONITIC CLAY SOILS WITH CHEMICAL ADDITIVES” (Mejoramiento con Aditivos Químicos de la Estabilización de Suelos Arcillosos Montmorilloníticos), por D.T.Davidson, M Mateos y H.F.Barnes. *BULLETIN* No. 262, Highway Research Board Pág. 33-50. 1961.

\*Esta investigación muestra que la cal en combinación con pequeñas cantidades de productos inorgánicos baratos puede contribuir económicamente a la estabilización de suelos para su utilización en pavimentos.

\*\*\*

“DISCUSSION” a la comunicación “Effect of Freezing and Thawing on Unconfined Compressive Strength of Lime-Stabilized Soils” (Efecto de la heladicidad en la resistencia a compresión simple de suelos estabilizados con cal), por M. Mateos. *Highway Research Record* No. 229, Pág.9-11. 1965.

\*El autor establece objeciones a la comunicación reseñada.

\*\*\*

“FURTHER EVALUATION OF PROMISING CHEMICAL ADDITIVES FOR ACCELERATING HARDENING OF SOIL-LIME-FLY ASH MIXTURES” (Evaluación de Aditivos Químicos Prometedores como Aceleradores del Endurecimiento de Mezclas de Suelo-Cal-Cenizas Volantes), por M. Mateos y D.T.Davidson. *BULLETIN* No. 304, Highway Research Board, Pág. 32-50. 1961.

\*Se presentan los resultados de una investigación sobre el efecto de 12 productos químicos en la resistencia de una mezcla de arena-cal-cenizas volantes. También se presentan los efectos de cuatro productos químicos seleccionados, en las mezclas de suelo-cal-cenizas, incluyendo cuatro suelos, dos cales y tres cenizas. Se hace una evaluación de mezclas prometedoras, incluyendo análisis de heladicidad.

\*\*\*

“EVALUATION OF GYPSUM AS A SOIL STABILIZING AGENT” (Evaluación del yeso como agente estabilizador de suelos), por D.T. Davidson y M. Mateos. *ABSTRACTS*, Vol. 31, no.6, Pág. 20. Highway Research Board. Junio 1961.

\*Se presenta un resumen de una investigación. El yeso no resulta buen agente estabilizador de suelos.

\*\*\*

“DISCUSSION” de la comunicación sobre “Stabilization of Fine Grained Soils with Cutback Asphalt and Secondary Additives” (Estabilización de suelos de grano fino con asfalto diluido y aditivos secundarios), por M. Mateos y C. de Sousa, *BULLETIN* No.309, Highway Research Board, Pág. 33-35. 1962.

\*En esta discusión presentan los autores los resultados de una investigación que realizaron sobre el uso de la cal como un aditivo auxiliar en la estabilización de suelos con asfalto diluido.

\*\*\*

“COMPARISON OF VARIOUS COMMERCIAL LIMES FOR SOIL STABILIZATION” (Comparación de Varias Cales Comerciales para Usarlas en Estabilización de Suelos), por J. W. H. Wang, D. T. Davidson, E. A. Rosauer y M. Mateos, *BULLETIN* No. 335, Highway Resarch Board, Pág. 65-79. 1962

\*Los resultados de esta investigación indican que las probetas hechas con cal calcítica dieron resistencias más bajas y menos variables que las hechas con cal dolimítica meno-hidratada. Se cree que

las variaciones son debidas a las condiciones de calcinación y a los contenidos en SiO<sub>2</sub>, R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y carbonatos (R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = FeO<sub>3</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

Las resistencias de las probetas hechas con cal dolomítica tienen grandes variaciones para el mismo suelo. Se introduce el concepto de índice de calcinación para apreciar la calidad de una cal. Se hacen análisis de rayos X para relacionar las resistencias con el tamaño de los cristales de MgO.

\*\*\*

“LIME AND FLY ASH MIXTURES AND SOME ASPECTS OF LIME STABILIZATION”

(Proporciones de Cal y Cenizas Volantes en Mezclas de Suelo-Cal-Cenizas Volantes y Algunos Aspectos de la Estabilización de Suelos con Cal), por M. Mateos, y D.T.Davidson. *BULLETIN* No. 335, Highway Research Board, Pág. 40-64. 1962.

\*El objetivo principal de esta investigación era el hallar una posible relación óptima cal-cenizas y una cantidad óptima de la mezcla para estabilizar suelos de diferentes texturas, determinar los efectos de la cantidad de cal y período de curado en la resistencia de mezclas suelo-cal y comparar las resistencias de los suelos tratados con cal, cal más cenizas o cemento.

\*\*\*

“MOISTURE-DENSITY, MOISTURE-STRENGTH AND COMPACTATION CHARACTERISTICS

OF CEMENT TREATED SOILS” (Características de Compactación-Humedad-Resistencia de Suelos Tratados con Cemento), por D.T.Davidson, G.L.Pitre, M. Mateos y K.P.George. *BULLETIN* No. 353, Highway Research Board, Pág. 42-63. 1962.

\*Se llevó a cabo esta investigación para hallar la relación existente entre la resistencia y la densidad de mezclas de suelo y cemento compactadas con diferentes contenidos de humedad. Se utilizaron una arena de duna y tres arcillas para preparar artificialmente mezclas de arena-arcilla con distintas proporciones de los minerales en las arcillas. Se hicieron probetas de las mezclas de suelos, tratadas con cemento, compactadas a las máximas densidades Proctor normal y modificado.

Los resultados indican que la humedad óptima para la densidad máxima y para la máxima resistencia no son necesariamente la misma. La humedad óptima para la máxima resistencia está en el lado seco de la máxima densidad para mezclas arena-arcilla donde domina la arena y en el lado húmedo donde domina la arcilla. Se presenta el aumento en la resistencia al aumentar el esfuerzo de compactación. No parece ser importante la influencia de los distintos tipos de minerales en la arcilla.

\*\*\*

“FLY ASH AND SODIUM CARBONATE AS ADDITIVES TO SOIL-CEMENT MIXTURES”

(Cenizas Volantes y Carbonato Sódico como Aditivos en las Mezclas de Suelo-Cemento) por C.A.O'Flaherty, M. Mateos y D.T.Davidson *BULLETIN* No. 353, Highway Research Board, Pág. 108-123. 1962.

\*En esta investigación se usaron tres suelos y tres cenizas. Los resultados obtenidos indican que las cenizas se pueden usar como un aditivo o como un sustituto de parte del cemento. Las ventajas de las cenizas se reflejan en las resistencias a largo plazo. La adición de cenizas tiende a retardar el fraguado de las mezclas de suelo-cemento, permitiendo por consiguiente, un mayor lapso de tiempo entre el mezclado húmedo y la compactación. El añadir carbonato sódico en pequeñas cantidades puede hacer aumentar las resistencias a corto plazo pero puede ser perjudicial a largo plazo.

\*\*\*

“DISCUSSION” a la comunicación sobre “Curing Lime Stabilized Soils” (Curado de Suelos Estabilizados con Cal) por M. Mateos y J.H.W.Wang. *Highway Research Record*, No. 29, Pág. 24-25.1963.

\*Los autores indican que puede haber variaciones en la resistencia dependiendo de los distintos tipos de cal.

\*\*\*

“COMPARATIVE EFFECTS OF HIDRAULIC, CALCITIC AND DOLOMITIC LIMES AND CEMENT IN SOIL STABILIZATION” (Efectos Comparativos de las Cales Hidráulicas, Calcíticas y Dolomíticas y Cemento en la Estabilización de Suelo) por J.H.W.Wang, M. Mateos y D.T Davidson. *HIGHWAY RESEARCH RECORD*, No. 29, Pág. 42-54, 1963.

\*La adición de cal a los suelos comporta cambios en los mismos, reflejados en variaciones en la plasticidad y en la resistencia. Para estudiar estos cambios se tomaron muestras representativas de diferentes tipos de cal: hidráulica, calcítica, dolomítica, monohidratada y dolomítica dihidratada. Para efectos comparativos también se usó cemento portland. Los efectos en la plasticidad se estudiaron con una arcilla muy plástica, y los efectos en la resistencia con dos suelos de grano fino. Los resultados obtenidos indican que hay una marcada diferencia en la plasticidad y en la resistencia dependiendo del tipo de cal empleada.

\*\*\*

“STABILIZATION OF SOILS WITH FLY ASH ALONE” (Estabilización de Suelos con Cenizas Volantes Solamente) por M. Mateos. *HIGHWAY RESEARCH RECORD*, No. 92, Pág. 9-11.1965.

\*En esta comunicación, los resultados obtenidos indican que la mejor humedad de compactación para tener una resistencia máxima se encuentra en el lado seco de la humedad óptima, para la máxima densidad en los suelos arenosos, y en el lado húmedo, para los suelos arcillosos. La temperatura de los materiales no tiene una marcada influencia en la resistencia. Es de mayor importancia reducir el lapso de tiempo que media entre el mezclado húmedo y la compactación, cuando el suelo contiene partículas de arcilla que puedan reaccionar con la cal, pues bajan la densidad y las resistencias de las mezclas compactadas. Al pasar de densidad Proctor normal a modificada, las resistencias aumentaron entre el 50 y el 160 por ciento.

-----\*\*\*-----

## COMUNICACIONES PUBLICADAS EN LA REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

“ESTABILIZACION DE SUELOS CON CLORURO CALCICO”, por M. Mateos. *REVISTA DE OBRAS PUBLICAS*, Pág. 155-158. Marzo 1961.

\*Presenta el autor un análisis de los beneficios que puede reportar el cloruro cálcico en la estabilidad de algunos suelos.

\*\*\*

“VALORACION DE LA ADICION DE CAL EN MEZCLAS DE SUELO-ASFALTO”, por M. Mateos y C.de Sousa. *REVISTA DE OBRAS PUBLICAS*, Pág. 321-323. Mayo 1962.

\*Se presentan los resultados de una investigación limitada sobre el uso de la cal para mejorar el mezclado y la estabilidad de las mezclas de suelos plástico con asfalto.

\*\*\*

“ESTABILIZACION DE SUELOS DE ALASKA CON ADITIVOS INORGANICOS” por M. Mateos y D.T.Davidson. *REVISTA DE OBRAS PUBLICAS*, Pág. 511-519. 1963.

\*Se presenta un estudio para hallar las posibilidades de estabilización de suelos árticos. Se seleccionaron cuatro suelos para someterlos a tratamientos con varios agentes estabilizadores; cal, cal y cenizas volantes, cemento, cemento y cenizas volantes y aditivos químicos que fueron usados con algunos de los otros agentes estabilizadores. Se presentan los efectos de estos agentes estabilizadores en la resistencia de los suelos seleccionados,

\*\*\*

“ESTUDIOS SOBRE SUELO-CAL” por M. Mateos. *REVISTA DE OBRAS PUBLICAS*, Pág. 43-46. Enero 1966.

\*Se presenta un sumario y las conclusiones de la comunicación “Soil-Lime Research at Iowa State University”: Esta comunicación resume el trabajo sobre suelo-cal que se realizó durante varios años en los laboratorios de Ingeniería Civil de la Universidad Estatal de Iowa.

\*\*\*

“CARACTERISTICAS MINERALOGICAS DE SUELOS DE MESOPOTAMIA”, por M. Mateos, *REVISTA DE OBRAS PUBLICAS*, Pág. 121-123. Febrero 1973.

\*Se presentan los resultados de varios análisis por difracción de rayos X tendentes a identificar los minerales de arcilla presentes en algunos suelos de Mesopotamia.

\*\*\*

“RESISTENCIA DE MEZCLAS DE PUZOLANA NATURAL, CAL Y ARENA”, por M. Mateos. *REVISTA DE OBRAS PUBLICAS*, Pág. 37-42. Enero 1977.

\*En esta comunicación se evalúan las posibilidades de utilizar puzolanas naturales con cal en la estabilización de suelos para firmes. Las resistencias obtenidas indican que se pueden utilizar en bases y sub-bases de pavimentos. Este trabajo obtuvo, compartido, el premio Luxán de 1974.

\*\*\*

“EFECTO DE LA DIFUSIÓN DE SALES POTÁSICAS EN LA RESISTENCIA DE UNA ARCILLA MARINA”, por M. Mateos, *REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS*, Pág. 607-610, Septiembre 1982.

\*Las arcillas marinas inestables, del tipo llamado en inglés “quick”, pueden aumentar considerablemente la resistencia al ser tratadas con algunas sales potásicas.

\*\*\*

“SOBRE LAS PRESAS COMO COMPLEMENTO DE LAS CENTRALES TÉRMICAS”. *REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS*, Pág. 839-841, Octubre 1985.

\*Refleja la preocupación del autor por el poco uso de los millones de toneladas de cenizas volantes que se producen en España, así como por la investigación.

\*\*\*

“SOBRE IMPERMEABILIZACIÓN DE VASOS DE EMBALSE”, por M. Mateos, *REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS*, Pág. 471-472., Junio 1986.

\*Se refiere la gran variedad de los minerales de arcilla, los cuales hay que tener en cuenta al realizar una impermeabilización.

\*\*\*

“SOBRE HORMIGÓN CON ADICIÓN DE CENIZAS VOLANTES EN CUANTÍA ELEVADA E INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS SOBRE EL MISMO”, por M. Mateos, *REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS*, Pág. 11-113, Febrero 1987.

\*Se hacen varios comentarios sobre el uso de la cal y cenizas para mejorar la resistencia de los suelos. Se transcriben las 26 conclusiones sobre el tema, de la tesis doctoral del autor.

\*\*\*

“SOBRE INFLUENCIA DEL DRENAJE SUBTERRÁNEO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS CARRETERAS”, por M. Mateos, *REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS*, Pág. 895-897, Septiembre 1988.

\*Se aporta información sobre el sub-drenaje, con una bibliografía.

\*\*\*

“SOBRE IMPERMEABILIZACIÓN DE EMBALSES DE ANLLARES”, por M. Mateos, *REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS*, Pág. 696, Julio 1988.

\*Al impermeabilizar un embalse conviene saber que variedad de arcilla existe para no cometer errores.

\*\*\*

“SOBRE EL EMPLEO DE LAS CENIZAS VOLANTES EN LA FABRICACIÓN DE HORMIGONES”, por M. Mateos, *REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS*, Pág. 49-51, Enero 1989.

\*Se listan las normas ASTM que se refieren a las cenizas, entre las cuales están las que se emplean en la estabilización de suelos con cal y con cemento.

\*\*\*

“SOBRE EMPLEO DE LAS CENIZAS VOLANTES EN CAPAS DE BASE DE FIRMES DE CARRETERAS”, por M. Mateos, *REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS*, Pág. 211-213, Marzo 1989.

\*Se dan algunos consejos prácticos sobre el procedimiento.

\*\*\*

“SOBRE LAS INUNDACIONES EN ESPAÑA VALORACIÓN DE DAÑOS, PREVENCIÓN Y GESTIÓN”, por M. Mateos, Pág. 47-49, Febrero 1991.

\*Se centra sobre la prevención y sobre la necesidad de que se desarrolle una agricultura que mantenga el agua y la tierra; o sea se desarrolle la ciencia de la Conservación.

\*\*\*

“SOBRE EL PLAN HIDROLÓGICO”, por M. Mateos, *REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS*, Pág. 76-78, Agosto 1993.

\*Insiste el autor una vez más sobre la necesidad de llevar a cabo una política de Conservación del Agua y del Suelo.

-----\*\*\*-----

### **COMUNICACIONES PUBLICADAS EN CAUCE**

“SALVAR LA TORRE DE PISA”, *CAUCE*, No. 88, Pág. 71, Septiembre-Octubre 1998.

\*Sobre el procedimiento del autor.

\*\*\*

“LA PRESA DE SANTA EUGENIA”, por M. Mateos, *CAUCE*, Pág. 4.

\*Sobre las presas de suelo-cemento.

-----\*\*\*-----

### **COMUNICACIONES PUBLICADAS EN LA VOZ DEL COLEGIADO**

“LA CONSERVACIÓN DE SUELOS Y LA ROTURA DE LAS PRESAS COMO EL CASO TOUS”, por M. Mateos, Pág. 20-26, Abril 1997

\*Se comenta acerca de la ciencia del suelo, edafología, su historia y sus beneficios.

-----\*\*\*-----

### **COMUNICACIONES PUBLICADAS POR EL MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS**

“COMPOSICIONES ARCILLOSAS DE CORRIMIENTOS DE TIERRAS EN CARRETERAS DE GUADALAJARA Y SANTANDER”, por M. Mateos, *BOLETIN DE INFORMACION*, MOP Pág. 15-16. Diciembre 1968.

\*Se presentan los tipos de arcillas presentes en varias muestras de suelos, basándose en el análisis por difracción de rayos X.

\*\*\*

“LAS CENIZAS VOLANTES CON CAL EN LA CONSTRUCCION DE FIRMES”, por M. Mateos. *BOLETIN DE INFORMACION*, Ministerio de Obras Públicas, No. 137, Pág. 21-22. Mayo 1969.

\*Se presentan un sumario de la investigación y experiencias del autor en el uso de las cenizas con cal para estabilizar suelos para pavimentos de carreteras, aparcamientos y aeropuertos.

-----\*\*\*-----

## COMUNICACIONES PRESENTADAS EN PUBLICACIONES DEL INSTITUTO E. TORROJA

“LADRILLOS DE ARENA Y CENIZAS VOLANTES”, por M. Mateos. *BOLETIN* Sociedad Española de Mecánica del Suelo y Cimentaciones. Pág. 5-15. Mayo 1965.

\*Traducción de la comunicación aparecida en *Materials Research and Standards-ASTM*, Vol, 4, No. 8, Pág. 427-430. Agosto 1964.

\*\*\*

“ESTABILIZACION DE DOS GRAVAS CALIZAS CON CENIZAS VOLANTES “por M. Mateos. *BOLETIN* Sociedad Española de Mecánica del Suelo y Cimentaciones, Pág. 16-24, Inst. E. Torroja, Mayo 1965.

\*Traducción de la comunicación aparecida en *Proceedings, Iowa Academy of Science*, Vol. 69, Pág. 362-369. 1962.

\*\*\*

“CURADO A DIFERENTES TEMPERATURAS DE MEZCLAS DE ARENA-CAL-CENIZAS VOLANTES”, por M. Mateos. *MATERIALES DE CONSTRUCCION*, No. 125, Pág. 53-62. Inst. E.Torroja, Enero 1967.

\*Traducción de la comunicación aparecida en *Materials Research and Standards- ASTM*, Mayo 1964. Pág. 112-117.

\*\*\*

“EL SUELO Y SUS TERMINOS”. por M;Mateos. *BOLETIN* Sociedad Española de Mecánica del Suelo y Cimentaciones, Pág. 31-33. Inst. E.Torroja. Mayo 1968.

\*Analiza el autor los términos usados para designar los distintos tipos de suelos y grava

-----\*\*\*-----

## COMUNICACIONES PUBLICADAS EN LA REVISTA CARRETERAS

“”EL ACIDO FOSFORICO, UN PRODUCTO ANTIGUO COMO NUEVO MATERIAL DE CARRETERAS”, por M. Mateos. *CARRETERAS*, No. 75, Pág. 17-24. Mayo 1963.

\*Se presenta una de las técnicas de estabilización de suelos.

\*\*\*

“LA RESINA ANILINA-FURFURAL EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS”, por M. Mateos. *CARRETERAS*, No. 79, Pág. 30. Julio 1963.

\*Pequeñas cantidades de la resina anilina-furfural pueden estabilizar algunos tipos de suelos.

-----\*\*\*-----

## COMUNICACIONES PUBLICADAS EN CIMBRA

“PAVIMENTOS PARA CAMINOS VECINALES”, por M. Mateos. *CIMBRA*, No.3, Pág.9-14. Mayo 1964

\*Se refiere el autor a la técnica de cálculo y construcción de caminos vecinales, que había cambiado sustancialmente en los anteriores 20 años. Se revisan algunas de las técnicas en uso y se exponen otras que se están incorporando o se incorporarán a la práctica de construcción de caminos de bajo costo.

\*\*\*

“EL TRIANGULO DE TEXTURAS DE SUELOS”, por M. Mateos. *CIMBRA*, No.26, Pág. 30-31. Febrero 1967.

\*Se presenta una terminología fácil para la clasificación textural de los suelos.

\*\*\*

“¿TUBOS POROSOS O NO POROSOS?”, por M. Mateos, *CIMBRA*, No. 33, Pág. 21-23. Septiembre 1967.

\*El autor analiza los tubos usados en drenajes e indica que los tubos no porosos pueden ser más eficaces que los porosos.

\*\*\*

“EFECTOS DE LA ADICION DE ARCILLA MONTMORILLONITICA O CAOLINITICA EN LAS RESISTENCIAS DE MEZCLAS DE ARENA NORMALIZADA DE OTTAWA, CAL Y CENIZAS VOLANTES”, por M. Mateos. *CIMBRA*, No.44, Pág. 17-20. Septiembre 1968.

\*Las conclusiones de esta comunicación son que la arcilla caolinítica en cantidades de hasta un 5 por 100 y probablemente mayores, es beneficiosa en las mezclas de cal y cenizas volantes.

Pequeñas cantidades de arcilla sódica bentonítica, del orden del 2 por 100, mejoran las resistencias de mezclas de cal y cenizas volantes. Cantidades mayores de un 3 por ciento pueden no ser beneficiosas y hasta pueden resultar perjudiciales.

\*\*\*

“CARACTERISTICAS MINERALOGICAS DE UNA ARCILLA DE BUJEO”, por M. Mateos. *CIMBRA*, No. 48, Pág.31. Enero 1969.

\*Se han hallado los minerales de una arcilla de bujeo; suelo que causa graves problemas y del que no conocía su composición mineralógica.

\*\*\*

“EFECTO DE ADITIVOS QUIMICOS EN LA RESISTENCIA DE MEZCLADOS DE ARENA, CAL Y CENIZAS VOLANTES CURADAS A BAJA TEMPERATURA”, por M. Mateos. *CIMBRA*, No. 57, Pág. 11-14. Noviembre 1969.

\*En esta investigación se emplearon pequeñas cantidades de carbonato sódico, hidróxido sódico, meta-silicato sódico y cloruro sódico. Se halló que los tres primeros hacían aumentar las resistencias de mezclas compactadas de arena-cal-cenizas, curadas a baja temperatura. El cloruro sódico no puede ser considerado como un aditivo que mejore las resistencias.

\*\*\*

“CLASIFICACION DE SUELOS”, por M. Mateos, *CIMBRA*, No.64, Pág.29. Junio 1970.

\*Diferenciación en la nomenclatura de Casagrande entre ensayos hechos en el campo y en el laboratorio.

\*\*\*

“PREVENCION DE LA CORROSIÓN EN TUBERIAS ENTERRADAS DE HORMIGÓN ARMADO”, por M. Mateos, No. 68, Diciembre de 1970.

\*Estas tuberías pueden dar lugar a que se formen corrientes debidas a que las aguas con ciertas sales hagan de electrolitos. También pueden entrar corrientes vagabundas en las armaduras. Ambas pueden dar lugar a roturas en las tuberías, que a veces ocurren antes de un año después de ser enterradas las tuberías. Para remediar la corrosión se puede recurrir a la protección catódica.

“PAVIMENTO RURAL”, por M. Mateos. *CIMBRA*, No. 138, Pág.33. Febrero 1977.

\*Refiere el autor su teoría de que muchas calles de pueblos se asientan sobre suelos muy densos, debido a la compactación de un tránsito de siglos. Bajo este criterio reparó una calle únicamente con una capa de rodadura, asumiendo que el suelo se podía considerar como una base.

\*\*\*

“ESTABILIZACION DE DOS TIPOS DE CALIZA CON CENIZAS VOLANTES SOLAMENTE”, por M. Mateos. *CIMBRA*, No.148, Pág.5.Diciembre 1977.

\*Comunicación publicada por la Iowa Academy of Science, PROCEEDINGS Vol. 70. 1963.

\*\*\*

“IDENTIFICACION DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCION DE CARRETERAS”, por M. Mateos, *CIMBRA*, No. 185, Pág.15. Septiembre 1981.

\*Presenta los varios triángulos de texturas existentes para la clasificación textural de los suelos desde el punto de vista del constructor.

\*\*\*

“ASPECTOS POCO CONSIDERADOS EN LA SEGURIDAD DE LAS PRESAS”, por M. Mateos, *CIMBRA*, No. 222, Pág. 13-16, Mayo de 1985.

\*Menciona el posible uso de las cenizas volantes como parte de las presas de tierra.

\*\*\*

“LAS SOLUCIONES PEQUEÑAS PUEDEN SER GRANDES SOLUCIONES - ALTERNATIVA PARA UNA EPOCA EN CRISIS”, por M. Mateos, *CIMBRA*, No. 225, Pág. 21-24, Junio 1985.

\*Sobre uso de técnicas especiales en corrimientos de tierras, construcción de presas, e impermeabilizar depósitos de agua construidos sobre tierra, por métodos fisico-químicos.

\*\*\*

“LOS CONOCIMIENTOS DE LAS CENIZAS VOLANTES HACE 30 AÑOS”, por M. Mateos, *CIMBRA*, No. 236, Pág. 8-11, Octubre 1986.

\*Se extiende sobre el uso de las cenizas para mezclarlas con la tierra y tener un material para construcción de firmes para carreteras.

\*\*\*

“CONTRIBUCIÓN A LA UTILIZACIÓN DE LAS CENIZAS VOLANTES”, por M. Mateos, *CIMBRA*, No 243, Pág. 22-24, Junio 1987.

\*Sobre el uso de las cenizas para mejorar las tierras, los tapiales, hacer ladrillos de tierra, etc.

\*\*\*

“LA UTILIZACIÓN DE LAS CENIZAS VOLANTES CON CAL EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS”, por M. Mateos, *CIMBRA*, No. 253, Pág. 13-15, Junio 1988.

\*Se pueden usar millones de toneladas de cenizas para mejorar las tierras, como material de construcción. Cita el autor las 26 conclusiones de su tesis doctoral.

\*\*\*

“LAS PRESAS Y EL MEDIO AMBIENTE”, por M. Mateos, *CIMBRA*, Pág. 23-26, Marzo 187.

\*Se extiende el autor sobre el atarquinamiento de las presas y la conservación de las tierras y del agua en las cuencas. Es un comentario sobre la desertización que se nos avecina.

\*\*\*

“PROCEDIMIENTO ESPAÑOL PARA ESTABILIZAR LA TORRE DE PISA”, por M. Mateos, *CIMBRA*, No 330, Pág. 30, Octubre 1999.

\*Explica el procedimiento, que es poco costoso.

-----\*\*\*-----

## **COMUNICACIONES PUBLICADAS EN CAMINOS Y CONSTRUCCION PESADA, CHICAGO**

”EFECTOS DEL ACIDO FOSFORICO EN LA ESTABILIDAD DE LOS SUELOS ARCILLOSOS”, por M. Mateos, *CAMINOS Y CONSTRUCCION PESADA*, Chicago, Pág. 27-28. Febrero 1962.

\*Se presentan las bases técnicas de la estabilización de suelos con ácido fosfórico. Este agente estabilizador puede ser empleado con suelos arcillosos ácidos para aumentar su resistencia y disminuir la plasticidad. Debido a consideraciones económicas que pueden variar en cada país, la máxima cantidad de ácido que se debe emplear es un 2 por 100. Con esta cantidad puede competir económicamente con otros agentes estabilizadores.

\*\*\*

“FUNDAMENTOS DE LA ESTABILIZACION DE SUELOS CON CAL”, por M. Mateos. *CAMINOS Y CONSTRUCCION PESADA*, Pág. 15-19. Agosto 1962.

\*Se analizan los distintos factores que intervienen en la estabilización de suelos con cal.

La estabilización con cal puede emplearse para tratar un suelo a fin de usarlo en la sub-rasante, para construir una “plataforma de trabajo” y para secar un suelo, o para ayudar a secarlo por un aumento en el esponjamiento del suelo, creado por la floculación de las partículas de arcilla. Para estas aplicaciones se necesitan pocas cantidades de cal, generalmente de 1 al 4 por 100. También se usa la cal en la construcción de sub-bases y, en circunstancias especiales, bases, necesitándose en estos casos del 3 al 12 por ciento de cal. El espesor de un pavimento puede ser reducido cuando la sub-rasante, base o sub-base son tratadas con cal. Los procedimientos de construcción son, prácticamente, los usados en la estabilización de suelos, con algunas variaciones impuestas por el uso de la cal como agente estabilizador.

\*\*\*

“EL CLORURO CALCICO COMO AGENTE ESTABILIZADOR DE SUELOS”, por M. Mateos, *CAMINOS Y CONSTRUCCION PESADA*, Pág. 11-15. Septiembre 1962.

\*El cloruro cálcico es uno de los agentes estabilizadores de suelos más económicos, siendo usado, por los beneficios que reporta, tanto en las capas de sub-base y base de autopistas, como en capas de rodadura de caminos ordinarios de tierra. El cloruro, debe advertirse, no contiene un suelo en un material con las características del suelo-cemento, por ejemplo, sino que origina cambios en el suelo, que son a veces intangibles, pero que mejoran la estabilidad de los pavimentos y reducen el coste de su conservación. En este artículo se presenta el estado de la práctica de la estabilización de suelos con cloruro cálcico y se exponen los fundamentos de su uso.

\*\*\*

“CAMINOS ESTABILIZADOS CON SAL”, por M. Mateos y John B: Sheeler. *CAMINOS Y CONSTRUCCION PESADA*. Pág. 11-21. Octubre 962.

\*Desde el momento en que se supo que la sal común, o cloruro sódico, era valiosa como agente estabilizador de suelos, los ingenieros de caminos se han mostrado muy interesados en este estabilizador, debido, sobre todo, a su bajo coste inicial. Algunos ingenieros han llegado a exagerar los

beneficios que la sal común puede reportar en la estabilización de suelos, lo que puede conducir a una falsa apreciación de su uso y a reducir su empleo cuando los beneficios obtenidos son menores que los esperados. En este artículo se presenta una revisión del estado actual de la estabilización de suelos con sal, incluyendo los beneficios y perjuicios de su uso en la construcción de caminos.

\*\*\*

“EL USO DE LAS MELAZAS EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS”, por M. Mateos. *CAMINOS Y CONSTRUCCION PESADA*, Pág. 15-17. Noviembre 1962.

\*Las melazas son un subproducto de las refinerías del azúcar. Entre los varios usos de las melazas figura el de ser empleadas en la estabilización de suelos. Se pueden conseguir en las refinerías grandes cantidades de este producto, a un precio lo suficientemente bajo como para que los ingenieros de caminos lo puedan considerar como agente para el tratamiento de suelos, sub-bases de pavimentos o como paliativo del polvo en carreteras de tierra.

Se presentan varios aspectos de este material así como sus ventajas e inconvenientes.

\*\*\*

“CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS CAMINOS VECINALES”, por M. Mateos. *CAMINOS Y CONSTRUCCION PESADA*, Pág. 17-21. Junio 1963.

\*Se analizan los diversos factores, tales como suelo, desagües, alcantarillas, espesor y materiales del pavimento, estabilización de suelos y refuerzo de tramos sometidos a esfuerzos intensos que influyen en los caminos vecinales.

\*\*\*

“LAS LEJIAS NEGRAS EN LA ESTABILIZACION DE PAVIMENTOS DE SUELO GRANULARES”, por M. Mateos. *CAMINOS Y CONSTRUCCION PESADA*, Pág. 24-26 y 53. Agosto 1963.

\*Otro de los productos que se puede utilizar para estabilizar suelos son las lejías negras producidas en las fábricas de pulpa para papel. Se presentan los resultados de investigaciones hechas sobre el uso de tal producto, así como sus beneficios y limitaciones.

-----\*\*\*-----

## **COMUNICACIONES PUBLICADAS EN INGENIERIA INTERNACIONAL- CONSTRUCCION, NEW YORK**

“METODO DE PRESENTACION DE DATOS SOBRE SUELOS”, por M. Mateos. *INGENIERIA INTERNACIONAL- CONSTRUCCION*, Pág. 44-45. Febrero 1964.

\*Se presenta información sobre como preparar un programa de análisis de los suelos para una obra pública.

\*\*\*

“CAL Y CENIZAS VOLANTES COMO MEDIO ESTABILIZADOR”, por M. Mateos. *INGENIERIA INTERNACIONAL- CONSTRUCCION*, Pág. 29-32. Octubre 1965.

\*Se presenta un resumen de los estudios llevados a cabo por el autor durante 8 años en estabilización de suelos con cal y cenizas volantes. Se analizan los tipos de cal, de cenizas, de suelos, sus proporciones, humedad, energía de compactación, temperatura, tiempo, efecto de aditivos, etc.

\*\*\*

“COMO ESTABILIZAR EL SUELO CON BETUN”, por M. Mateos. *INGENIERIA INTERNACIONAL-CONSTRUCCION*, Pág. 30-32 y 38. Noviembre 1965.

\*El suelo-betún es un material difícil de conseguir con una resistencia razonable. Por ello es fácil tener fracasos iniciales. Para tratar de eliminarlos se exponen en esta comunicación los distintos factores que afectan la preparación del suelo-betun

-----\*\*\*-----

## **COMUNICACIONES PUBLICADAS EN LA REVISTA ALEMAS**

“REVISION DE LAS TECNICAS DE SUELO-BETUN”, por M. Mateos, *ALEMAS*, No.69, Pág. 37-35. Agosto 1973.

\*Se comentan las bases fundamentales para la adecuada estabilización de suelos con betún.

\*\*\*

!DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS CON ESCASOS MEDIOS”, por M. Mateos, *ALEMAS*, No. 17, Pág. 37-35. Agosto 1973.

\*Se expone la manera de solucionar el problema de diseño de una mezcla de suelo arenoso y betunes, con escasos medios, para tratar de proteger el talud agua abajo de una presa de tierra que forma un embalse inmenso en el desierto de Mesopotamia.

-----\*\*\*-----

## **COMUNICACION PRESENTADA AL SERVICIO GEOLOGICO DE OBRAS PUBLICAS**

“GYPSUM AS AN ADDITIVE TO STABILIZED SOILS” (Yeso como Aditivo en los Suelos Estabilizados), por M. Mateos y D.T.Davidson. *ACTAS I* Coloquio Internacional Sobre las Obras Públicas en los Terrenos Yesíferos, Servicio Geológico de Obras Públicas. Madrid 1962.

\*Se presentan los efectos de la adición de pequeñas cantidades de sulfato cálcico en los suelos estabilizados con cemento, cal y cenizas volantes. Las probetas de ensayo se moldearon a la máxima densidad Proctor y se rompieron a compresión simple después de varios períodos de curado húmedo. Los resultados indicaron que el yeso puede beneficiar o disminuir la resistencia dependiendo del tipo de suelo usado. También se presenta una investigación sobre los efectos del yeso en suelos sometidos a la prueba de congelación y descongelación.

-----\*\*\*-----

## **COMUNICACION PRESENTADA EN LAS JORNADAS INTERNACIONALES DE ESTUDIO SOBRE CAMINOS RURALES**

“PAVIMENTOS PARA CAMINOS RURALES”, por M. Mateos. Madrid, 22-25 de Mayo de 1967.

\*Este trabajo estudia la técnica del cálculo y construcción de caminos rurales. Se sugieren las etapas preliminares de investigación de suelos, canteras, terreras y otros materiales baratos que puedan usarse en la construcción. Se comenta el uso de las técnicas de estabilización de suelos y se exponen algunos conceptos que se están incorporando o se pueden incorporar a la técnica de construcción de pavimentos para caminos baratos.

-----\*\*\*-----

## **COMUNICACIONES PUBLICADAS EN REVISTAS DE AGRICULTURA**

“TERMINOLOGIA PARA LA CLASIFICACION TEXTURAL DE LOS SUELOS”, por M. Mateos. *EXPLOTACION AGRARIA*. Diciembre 1966.

\*Sobre nomenclatura de suelos.

\*\*\*

“LOAM=?”, por M. Mateos. *GRANJA*, No. Pág. 68. Enero 1967.

\*Presenta el autor una nomenclatura para clasificación de suelos.

\*\*\*

“TERMINOLOGIA DEL TRIANGULO DE TEXTURAS DE SUELOS”, por M. Mateos. *AGRICULTURA DE LAS AMERICAS*, Kansas City, EE.UU. Pág. 48. Marzo 1967.

\*Sobre nomenclatura de suelos.

-----\*\*\*-----

### COMUNICACION EN LA REVISTA POTENCIA

“COLOCACION DE TUBOS SIN ABRIR ZANJAS”, por M. Mateos. *POTENCIA* No. 99, Pág. 40-41. Noviembre 1972.

-----\*\*\*-----

### COMUNICACIÓN EN DYNA

“EL PROBLEMA DE LAS CENIZAS VOLANTES COMO PARTE DE UN PROBLEMA NACIONAL”, por M. Mateos, *DYNA*, Pág. 27, Noviembre 1987.

\*Una vez más explica su preocupación por la posible utilización de este residuo.

-----\*\*\*-----

### COMUNICACIÓN EN EDITECO

“UTILIZACIÓN DE LAS CENIZAS VOLANTES EN LA CONSTRUCCIÓN”, por M. Mateos, *EDITECO*, Pág. 110-112, Junio 1989.

\*Se insiste en la utilización de este residuo.

-----\*\*\*-----

### COMUNICACIÓN EN ARTE Y CEMENTO

“EL PROBLEMA DE LAS CENIZAS VOLANTES EN EL PAIS VASCO”, por M. Mateos, *ARTE Y CEMENTO*, Pág. 60-61, 20 Septiembre 1987.

“NORMAS ASTM PARA ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LAS CENIZAS VOLANTES, POR M. Mateos, *ARTE Y CEMENTO*, Pág. 58-59, 20 Septiembre 1987.

\*Información sobre este residuo que se puede emplear para mejorar la resistencia de las tierras.

-----\*\*\*-----

### COMUNICACION EN STREET ENGINEERING, CHICAGO

“SALT STABILIZED ROADS” (Carreteras estabilizadas con sal), por John B. Sheeler y M. Mateos. *STREET ENGINEERING*, Chicago. Pág. 18-22. Diciembre 1962.

\*Se presenta un método de estabilización de suelos con sal, informando de sus beneficios y perjuicios.

-----\*\*\*-----

### COMUNICACION PUBLICADA EN ATEMCOP

“ASPECTOS FUNDAMENTALES EN EL MEZCLADO DE SUELOS PARA CAPAS DE FIRMES”, por M. Mateos. *ATEMCOP*, No.2, Pág. 27-33. Diciembre 1968.

\*Se analizan los fundamentos para la preparación de mezclas de suelos y gravas para obtener un suelo estabilizado que pueda ser usado como base o sub-base de pavimentos.

-----\*\*\*-----

### COMUNICACION PRESENTADA EN BRASIL

“EFFECTS OF CHEMICAL ADDITIVES ON THE STRENGTH OF SOIL-CEMENT MIXTURES” (Efecto de aditivos químicos en la resistencia de mezclas de suelo-cemento), por Manuel Mateos, Robert H.Tawes y Donald T:Davidson. *PROCEEDINGS*. Segunda Conferencia Panamericana sobre Mecánica del Suelo e Ingeniería de Cimientos, Vol.1, Pág. 547-570. 14 al 24 de Julio de 1963. Editado por Associação Brasileira de Mecânica dos Solos, Caixa Postal 7141 Sao Paulo 1, S:P:Brasil.

\*Se usaron en esta investigación tres aditivos químicos con cemento portland para estabilizar suelos arenosos, limosos y arcillosos. La evaluación se hizo considerando variaciones en resistencia a la compresión simple de probetas compactadas. Se incluyen estudios de heladicidad, así como un análisis económico del suelo-cemento.

Los aditivos químicos usados fueron silicato sódico, hidróxido sódico y carbonato sódico.

El empleo de ciertos aditivos puede conllevar un aumento en la resistencia del suelo-cemento. Sin embargo, su uso parece no ser económico en condiciones normales de trabajo.

-----\*\*\*-----

### COMUNICACIONES PUBLICADAS EN DIVERSOS PERIÓDICOS

“DAÑOS Y PERJUICIOS POR LA QUEMA DE RASTROJOS”, por M. Mateos, *EL DIARIO DE AVILA*, Pág. 7, 10 de Diciembre de 1981.

\*La quema de rastrojos deja desprotegida a la tierra contra la lluvia.

\*\*\*

“UN INGENIERO ESPAÑOL QUIERE SALVAR LA TORRE DE PISA CON CAL VIVA”, *LA NUEVA ESPAÑA*, Pág. 40, 22 de Agosto de 1998.

\*\*\*

“¿ES NECESARIA LA QUEMA DE RASTROJOS?”, por M. Mateos, *EL ADELANTO*, Pág. 12, 8 de Mayo de 1989.

-----\*\*\*-----

### EN REVISTAS ESPECIALIZADAS

“MOTORISMO Y EROSIÓN DE LA TIERRA”, por M. Mateos, *MOTO SPORT*, Pág. 2-7, Junio 1983.

“MOTOCICLISMO Y EROSIÓN”, *MOTO CLUB*, Revista del Real Moto Club de Cataluña, Pág. 298-30, Diciembre 1992.

\*Evalúan la erosión causada por las motos, que es insignificante cuando se la compara con la gravedad de la erosión debida a ciertas prácticas agrícolas o urbanísticas.

\*\*\*

“LA RECARGA DE ACUÍFEROS Y LAS PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DEL AGUA Y DEL SUELO, por M. Mateos, *AEAS*, Reunión anual en Córdoba, Mayo 1992.

\*Sobre la erosión de las tierras y sus posibles soluciones.

\*\*\*

**LIBRO que recomendamos ya que fue el de texto en la primera asignatura que tomé sobre este tema (escrito por dos profesores míos):** “*Soil Engineering*”, por M. G. Spangler y R. L. Handy, Editorial Harper & Row Publishers, Nueva York, Tercera Edición.

\*Este es un libro de muy fácil comprensión sobre los problemas más comunes de Geotecnia. El estudiante sale sabiendo y con conceptos claros para resolver la mayoría de los problemas, a diferencia de otros libros de texto .

\*\*\*

(Investigación sobre problemas de tierras)  
(Research on soils)

## **INTRODUCCIÓN SOBRE LAS 100 COMUNICACIONES CITADAS, EN [www.manuelmateos.com](http://www.manuelmateos.com), RELACIONADAS CON GEOTECNIA Y EDAFOLOGIA**

**(Explanation about the list of 100 citations, with summary, some of them in English, on the work done by the author in the fields of Geotechnics and Pedology)**

Manuel MATEOS, Dr. IC CP, PhD, PE, ITOP

Hay experimentos que hacer sobre otras soluciones técnicas en Geotecnia. Cualquiera puede experimentar si se empeña en ello y le dedica tiempo, bien sea en ésta o en otras especialidades.

Mis primeros trabajos, después de doctorarme, los quise hacer en España en la especialidad tierras (Geotecnia). Tuve la suerte de coincidir con el Ayudante de Obras Públicas, D. José Torija, cuando, en 1967, tuvo una nueva rotura del Canal cubierto del Jarama, de la empresa Canal de Isabel II, debido a un corrimiento de tierras; esto ocurrió en un lugar de corrimientos recurrentes que habían sido tratados por los procedimientos conocidos y descritos en los libros, como impermeabilización del camino de servicio que discurría paralelo al canal, y a la construcción de cunetas de guarda y de una amplia red de pozos y galerías de drenaje.

Analicé las arcillas (Ver “Composición es arcillosas de corrimientos de tierra en Guadalajara y Santander”, por M. Mateos, *Boletín de Información del MOP*, 16 de diciembre

de 1968) y le propuse un procedimiento especial para su consolidación. Tuve que explicar in-situ, a varios ingenieros del Canal, mi procedimiento así como las reacciones físico – químicas que esperaba. Se creyó en mi propuesta, basada en hacer perforaciones y verter un producto; como estaba el corrimiento en una gran pendiente, y saldría muy caro emplear maquinaria, tuve que diseñar unos aparatos para hacer las perforaciones a mano a un coste muy razonable (mucho más barato que con máquinas: hemos hecho sondeos, a mano, hasta 8 m de profundidad).

El éxito de mi procedimiento hizo que me confiaran el solucionar otros varios problemas de inestabilidad de las tierras, en los que también empleé otras soluciones distintas de la mencionada anteriormente. En uno de los tratamientos, el técnico D. Estanislao Chaves me dijo que no creía que mi solución iba a dar resultado, pero al terminarlo y ver la cantidad de agua que se desaguaba de la zona inestable tuvo que cambiar de opinión.

Las soluciones que di a los corrimientos hizo que se me consultara para otros problemas del Canal de Isabel II, no relacionados con las tierras. Por ejemplo: por la inestabilidad del apoyo izquierdo de la presa del Atazar, el entonces Director del Canal de Isabel II, D. José García Agustín me propuso estudiar su consolidación. Como no se sabía como consolidar tierras micáceas empecé a hacer análisis por mi cuenta hasta que descubrí un método nuevo para cementarlas, con muy altas resistencias (explicado en Internet).

Cuando fui a estudiar al Instituto Geotécnico de Noruega, en 1970 y 1971, aproveché para investigar la posible mejora de la resistencia de las arcillas marinas, de las más inestables (quick clays), que se colapsan ante cualquier vibración. Descubrí que uno de los productos que investigué aumentaba la resistencia de las arcillas más de 100 veces, desapareciendo la inestabilidad ante las vibraciones (También en Internet, en inglés).

Como más representativas de las arcillas expansivas están las “tierras de bujeo”. En el canal del Guadalorce tenían problemas de roturas de los canales debido a las arcillas expansivas, de ese tipo. Tuve la suerte de que el Ingeniero de Montes D. Carlos Monteagudo creyera en mis métodos y me encargó el tratamiento de una de las zonas más inestables. Estudiadas las arcillas desarrollé un método para parar el corrimiento sin necesidad de hacer sondeos. La oportunidad que se me ofrecía era tal que compré una tienda de campaña para vivir en el mismo tajo, día y noche, seguir los cambios y programar la manera de actuar. Había ya una gran grieta, iniciación del “círculo sueco”, que los primeros días se iba abriendo. Hacia el quinto día se estabilizó y al final del tratamiento, que duró unos 15 días la grieta se había cerrado. Varios años después visité el lugar y seguía el corrimiento completamente estabilizado. No conozco ningún caso similar a éste: **parar un corrimiento de tierras activo sin necesidad de grandes obras costosas, ni de hacer sondeos**. Al cambiar de dirección técnica, el nuevo ingeniero, compañero, prefirió hacer un túnel a un coste supuestamente cincuenta veces más caro.

En el año 1986 hubo un corrimiento de tierras que amenazaba con enterrar el pueblo de Moclín (Granada). Llamé al Alcalde para ofrecerle mis servicios, quien se mostró interesado pero quiso que fuera al pueblo. Desgraciadamente acababa de tener yo un infarto y no podía

desplazarme. El procedimiento de estabilizar actuando en superficie hubiera funcionado, a un coste muchas veces menor de lo que costó su tratamiento tradicional.

Enterado de que el en pueblo de Benamejí había casas que eran arrastradas por un corrimiento, propuse al Alcalde, hace unos 30 años, tomar las cotas de algunos puntos cercanos al lugar del desastre. Como en la segunda medición comprobamos que el terreno había descendido en algunos puntos, o sea se aplastaba, decidí no hacer la tercera medición por no creerla necesaria y evitar gastos inútiles al pueblo. En las observaciones que hice me di cuenta de que había una gran posibilidad de que todo se remediara por un coste de menos de un millón de pesetas. He ofrecido hacer un análisis por un coste insignificante para cerciorarme de ello, pero no lo he conseguido pues el Alcalde me ha dicho que estaba en manos de los geólogos de la Universidad de Granada donde tenían para ello un presupuesto del orden de 60 millones de pesetas. Desde entonces se han venido abajo muchas casas; espero que los geólogos se den cuenta de que pudiere haber una solución muy barata. Claro que yo he tomado muchas asignaturas relacionadas con las tierras, aparte de también investigar en la ciencia de la estabilización de las mismas

Otros casos. Ofrecí a compañeros de la Renfe hacer un tratamiento superficial de los tramos de los ferrocarriles por procedimientos químicos realizados desde un tren en marcha, en los sitios donde hubiera arcillas colapsables o expansivas. También, ofrecí otro procedimiento distinto para mejorar la estabilidad de la infraestructura de la vía donde se inyectaba cemento en tierras arcillosas. Hubieran sido unas novedades, y según mi experiencia daría buenos resultados (supuestamente mejor que inyectar cemento) por un coste muy razonable. He visto tramos de vía donde la grava se incrusta en el terreno cuando está húmedo, necesitando una continua recarga del balasto.

En la entonces Diputación de Madrid, hacia 1970, el equipo técnico formado por D. Pedro Diges y D. Isidoro Carretero me encargaron consolidar un corrimiento de tierras que había invadido una de sus carreteras. El presupuesto del que podían disponer era de unas 30 mil pesetas. Apliqué un tratamiento superficial especial y se consolidó la zona inestable.

Aparte de los muchos tratamientos que hice para el Canal de Isabel II, que fueron todos exitosos, me fue imposible seguir obteniendo trabajos de esta clase, principalmente porque se enseñaba entonces la mecánica del suelo como una técnica complicada, lo que impedía que se optara por procedimientos especiales, pues prácticamente todos los tratamientos que hice fueron a instancia de los Técnicos de Obras Públicas, Montes o Agrónomos; decidí, entonces, marginar mis máquinas de sondeos y dedicarme a otras actividades de la profesión y a investigar otros problemas.

Aparte de lo mencionado también estuve involucrado en Estados Unidos en varios trabajos, como la construcción de carreteras de ensayo, y dirigí una estabilización con cenizas en las calles de la central “Stout” de Indianápolis, para lo cual usamos las mismas cenizas volantes que la empresa producía. También se me permitió en España ensayar procedimientos especiales en caminos de tierra, pero solamente por Ingenieros T. de Obras Públicas que vieron mis procedimientos con claridad.

En la Diputación de Madrid les asesoré en la construcción del primer trabajo de suelo-cemento (mi profesor de tesis, Dr. D. T. Davidson, fue Presidente del Comité sobre Suelo - Cemento del Highway Research Board, de la National Academy of Sciences, de EE. UU.)

Se puede ampliar esta información pues está el listado donde aparecen citadas, y con resumen, mis 100 publicaciones sobre investigación y experiencias en el campo de la Geotecnia y de la Edafología. (Verlo en Internet: [www.manuelmateos.com](http://www.manuelmateos.com)).

Mi preparación doctoral en Geotecnia estuvo dirigida a la parte química, o físico-química, teniendo que tomar asignaturas, aparte de las dos basadas en el libro de Spangler y en el de Taylor, tres en física del suelo, una en génesis de las tierras, otra en conservación del suelo en agricultura, otra en identificación del tipo de suelos por fotografías aéreas, una en físico-química, cuatro donde se combinaba la geomorfología, con la química y con las distintas técnicas existente sobre mejora de las tierras como material de construcción, tipos de arcillas y sus propiedades, una en el uso de los rayos X, otra sobre el análisis térmico diferencial, y otra sobre identificación de arcillas por microscopio electrónico