

Empleo del residuo “desgomado de soja” para el mejoramiento de vías no pavimentadas de bajo tránsito.

J. Rivera, G. Botasso y A. Porro

jriviera@frlp.utn.edu.ar; gerardobot@hotmail.com.ar; anaelarp@gmail.com

LEMaC Centro de Investigaciones Viales UTN FRLP - CIC PBA, Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional La Plata, Calle 60 y 124, (1900) La Plata, Bs. As., Argentina.

RESUMEN: La presente investigación consiste en el estudio de un residuo aceitoso denominado “desgomado de soja”, producto del proceso de obtención del aceite de soja, con la finalidad de obtener mejoras desde el punto de vista vial. A este material se accede sin costos a través del Municipio de Rivadavia (Provincia de Buenos Aires), donde se ha empleado en experiencias piloto en el mejorado de vías no pavimentadas de su red vial y quienes, en vistas de analizar desde un punto de vista técnico las implicancias viales y potencialidades de esta práctica, se ponen en contacto con el LEMaC, para encarar un estudio en tal sentido. Para ello, se adoptaron suelos representativos de la zona y se plantearon tres tipos de procedimientos a través de los cuales se pudo analizar si la aplicación del residuo aportaba aptitudes estabilizantes, impermeabilizantes o como paliativo de polvo. De este modo se pudo arribar a la caracterización de materiales implicados, a los resultados obtenidos y establecimiento de conclusiones a ser aplicadas en los procedimientos de obra relacionados y redacción de los mismos, adaptados al empleo del producto arribando finalmente a prácticas aplicables por aquellos profesionales que deban llevar a cabo tareas relacionadas.

ABSTRACT: This research is based on the study of an oily residue called "soy degumming", produced in obtaining soybean oil, in order to achieve improvements from the road point of view. This material is accessed free of charge through the Municipality of Rivadavia (Province of Buenos Aires), where it has been used in pilot experiences to improve its own unpaved roads. The Municipality contacted the LEMaC to undertake a study in order to analyze from a technical point of view the road implications and potential of this practice. For this, representative soils of the region were adopted and three procedures were proposed to analyze whether the application of the residue provides stabilizing, waterproofing or dust palliative effects. In this way, the characterization of the materials involved was carried out, useful results were obtained and conclusions were established to be applied in road works, adapted to the use of the product through practices applicable by professionals who carry out this type of task.

Palabras clave: INGENIERIA VIAL – PALIATIVO DE POLVO – RESIDUOS EN CAMINOS RURALES.

Keywords: ROAD ENGINEERING - DUST PALLIATIVE - RESIDUES ON RURAL ROADS.

1 INTRODUCCIÓN

Al Noroeste de la provincia de Buenos Aires podemos hallar el Municipio de Rivadavia con dos particularidades relevantes al presente estudio: por un lado, dentro de sus actividades agrícolas se encuentra el cultivo de soja y por el otro el tipo de suelo característico de la zona.

A partir de la explotación agrícola mencionada es que se accede sin costo a un residuo del proceso de obtención del aceite de soja, comúnmente denominado “desgomado de soja”. Este material se ha empleado en experiencias piloto en el mejorado de vías no pavimentadas de su red vial.

La región se conoce como Pampa Húmeda y haciendo foco en las características de los suelos se puede identificar la Pampa Arenosa, en la cual podemos encontrar suelos con propiedades referentes a la siembra o en este caso buenas cualidades en cuanto a materia vial.

El presente trabajo refleja los análisis realizados en las instalaciones del LEMaC, en busca de analizar desde un punto de vista técnico las implicancias viales y potencialidades de las pruebas piloto realizadas en campo a partir de la aplicación del residuo en las vías no pavimentadas de la zona.

2 MATERIALES

Los dos materiales imprescindibles para las prácticas fueron el “desgomado de soja” y suelo arenoso obtenido de la región en cuestión. Además, se emplearon contenidos de agua para diluir el producto y ejecutar la dosificación que se desarrolla en el apartado 3 “Procedimiento”.

2.1 *El “desgomado de soja”*

En las instalaciones de la empresa América Pampa S.A. (Figura 1), ubicada en el Partido de Rivadavia, se efectúa la extracción del aceite de soja de la cual se obtiene este producto. Es de color amarillo, con un aspecto gomoso artificial, que al dejarlo en reposo se genera un aceite residual en estado líquido en el fondo. Durante una visita a dicha planta, personal del LEMaC realiza la toma de una muestra representativa de dicho material (Figura 2).



Figura 1. Planta de extracción de aceite de soja. Fuente: elaboración propia



Figura 2. Muestra de desgomado de soja en el laboratorio. Fuente: elaboración propia

2.2 Suelo arenoso

El suelo natural a ser tratado es de tipo arenoso y responde a la tipología típica de suelos naturales del oeste de la Provincia de Buenos Aires (Figura 3). A los fines de la investigación el tipo de clasificación empleada es la H.R.B - Highway Research Board, según Normas de Ensayo de la Dirección Nacional de Vialidad VN-E1, VN-E2 y VN-E3; este sistema se basa en el comportamiento de los suelos utilizados en obras viales según su capacidad portante y condiciones de servicio, a partir de la determinación de su composición granulométrica y estados límites en cuando a contenido de humedad.

Se determina que el material empleado es un suelo tipo A-2, de acuerdo con la Clasificación HRB. Lo cual indica un aceptable comportamiento como subrasante bajo determinadas condiciones.

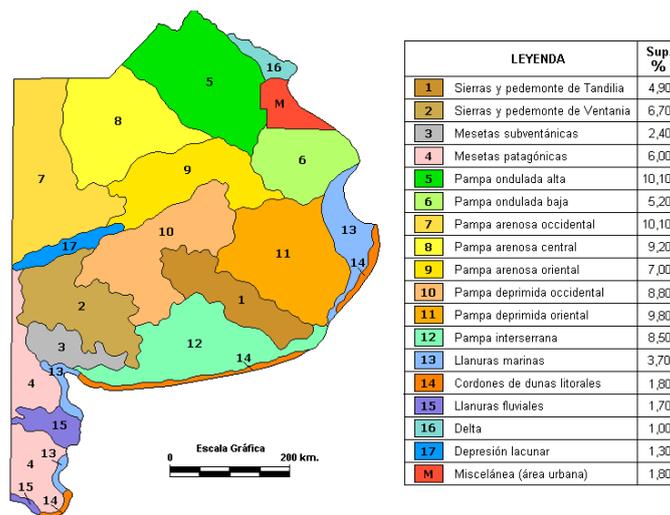


Figura 3. Mapa de suelos de Buenos Aires. Fuente: <http://anterior.inta.gov.ar/suelos/cartas/index.htm>

De acuerdo a la Norma VN-E4 (DNV, 2001), los suelos A-2 son inferiores a los A-1 por su pobre gradación o inferior ligante, o ambos aspectos a la vez, y pueden ser muy estables con drenaje satisfactorio. En relación con la cantidad y calidad del ligante, pueden perder capacidad estructural con la humedad y presentarse sueltos y polvorientos en épocas de sequías; algunos son dañados por las heladas. Bien arenados y compactados, pueden servir de bases y utilizados como superficie de rodamiento pueden perder estabilidad por efectos de la saturación capilar o falta de drenaje. La calidad de los suelos A-2, en algunas de sus variantes, como bases varía desde buena, cuando el porcentaje de material que pasa por el tamiz IRAM 75 micrómetros (Nº 200) es bajo, hasta dudosa, con alto porcentaje pasando aquel tamiz e Índice de Plasticidad mayor de 10. Generalmente los suelos A-2 son adecuados para cubrir subrasantes muy plásticas, cuando se construya un pavimento de hormigón.

3 PROCEDIMIENTO

En las experiencias piloto realizadas por el Municipio, para su aplicación en el mejorado de las vías de suelo arenoso, se emplea el desgomado de soja diluido en agua y es distribuido mediante una barra regadora montada debajo de una cisterna en busca de un esparcido lo más homogéneo posible sobre la superficie del camino en tratamiento (Figura 4).



Figura 4. Distribución en obra del desgomado de soja diluido. Fuente: Secretaría de Obras Públicas, Municipio de Rivadavia

En estas pruebas el Municipio pudo determinar dos parámetros importantes en cuanto a procedimientos: dilución y dotación.

3.1 *Dilución*

La ración de agua a incorporar debe ser tal que permita su mezclado y distribución, pero a su vez en la menor cantidad posible para no perder las potenciales propiedades que el desgomado de soja pueda tener. Se obtuvo como grado de dilución mínimo empleado en obra una mezcla en volumen de 40 % de desgomado de soja con 60 % de agua (Figura 5).

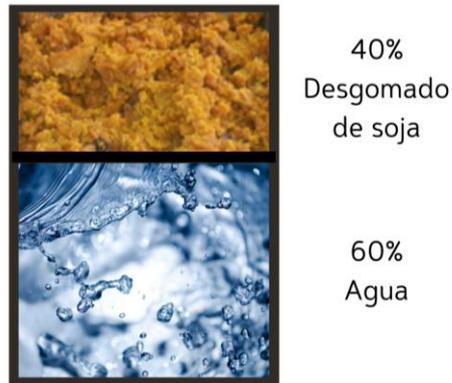


Figura 5. Grado de dilución mínimo. Fuente: elaboración propia

3.2 *Dotación*

La dotación empleada en obra ha sido determinada de manera empírica como 11,4 g de desgomado de soja por cada 1000 g de suelo seco a ser tratado, denominada a los efectos de este trabajo como Dosis Oficial. Se debe tener en cuenta que a los 11,4 g de desgomado de soja se le debe incorporar el agua de diluido en su proporción mínima de 40/60 de volumen, es decir, cada 11,4 g de producto se dosificará 17,1 g de agua (Figura 6).



Figura 6. Dosis Oficial. Fuente: elaboración propia

4 METODOLOGÍA DE ESTUDIO Y RESULTADOS

Ingresadas las muestras se propone una estrategia para el estudio de las mismas, la cual consiste en realizar distintos tipos de evaluaciones que puedan indicar la respuesta a cada tipo de sollicitación. Se desarrollaron tres evaluaciones: respuesta estructural, deterioro en función del tiempo y procedimientos de erosión.

4.1 Respuesta estructural

Una manera de evaluar la respuesta estructural vial de tratamientos como el de referencia, es mediante el ensayo de V.S.R. – Valor Soporte Relativo. Este ensayo en su versión de “embebido por 96 horas”, realizado según la Norma de Ensayo de la Dirección Nacional de Vialidad VN-E6, permite establecer la respuesta estructural mínima a ser registrada por un material de estas características, en la situación de saturación de la capa. Además, registra el Hinch – Hinchamiento que sufre desde la Hopt - Humedad Optima del material hasta la Hsat - Humedad de Saturación del ensayo. Se trata de un análisis que se pone del lado de la seguridad en cuanto a la cuantificación de esta respuesta estructural. Las probetas a ser ensayadas para la obtención del V.S.R. y el Hinch pueden ser moldeadas de diversas maneras, una de las más habituales en suelos finos (y que es la que se toma de referencia) es cuando el moldeo se efectúa de manera estática a la Hopt y el 100 % de la Dsmax - Densidad Seca Máxima, obtenidas con el Ensayo Proctor correspondiente (en este caso se ha decidido sea del Tipo I, según la Norma VN-E5).

Dentro de las técnicas indicadas en la norma, cabe señalar una adaptación de procedimientos que se ha decidido utilizar para este estudio en particular. Esta adaptación consiste en que las probetas moldeadas de acuerdo con lo señalado, es decir a la Hopt correspondiente, se las somete a un curado de 24 horas en estufa a 60 °C, para permitir que se produzca luego el efecto de impermeabilización. Este efecto se presume se da en obra por la incorporación del desgomado de soja. El curado en laboratorio descripto simula el que se registraría luego de 14 días en obra, ante situaciones climáticas normales y sin tránsito en exceso.

Para comenzar con el estudio la primera determinación que se toma es la variación en el contenido de desgomado de soja empleado para observar si un valor mayor puede resultar en mejores aptitudes viales. De este modo se plantean tres situaciones: Suelo arenoso solo denominada “A”, suelo arenoso más la dosis oficial de desgomado de soja denominada “A+DO” y suelo arenoso más el doble de la dosis oficial de desgomado de soja denominada “A+DO x2”.

Para las tres Situaciones se efectuaron Ensayos Proctor Tipo I obteniéndose valores similares en cuanto a Dsmax y Hopt, por lo cual se decide tomar los valores promedios de referencia que se observan en la Tabla 1.

Una vez obtenidos estos valores se procede a efectuar las tres Situaciones aplicadas al ensayo de Valor Soporte Relativo (del tipo “densidad prefijada” al 100 % de la Dsmax, embebido durante 96 horas) obteniéndose los resultados que se vuelcan en la Tabla 2.

Situación	Ds Máx (g/cm ³)	Hopt (%)
A	1,807	11,0
A+DO		
A+DO x2		

Tabla 1. Valores Proctor de referencia. Fuente: elaboración propia

Situación	V.S.R. (%)	Hinch (%)
A	16	0,08
A+DO	18	0,08
A+DO x2	18	0,10

Tabla 2. Valores Proctor de referencia. Fuente: elaboración propia

Los resultados obtenidos se observan relativamente coincidentes lo cual permite deducir que, de existir un efecto impermeabilizante aportado por el desgomado de soja, el embebido de 96 horas hasta la saturación lo contrarresta. Por lo tanto, es necesario analizar si existe para esta tipología de suelo un estado intermedio en el cual se evidencie un grado de impermeabilidad aportado por el desgomado de soja, aunque menor al exigible para evitar la saturación de la capa. Para ello se moldean probetas de acuerdo con el procedimiento ya descrito sobre las cuales, una vez curadas, se vierten 1000 cm³ de agua que se deja que drenen hacia la estructura durante 3 horas. Al ser ensayadas estas probetas se vuelven a registrar resultados de V.S.R. similares a los obtenidos en la experiencia original, de este modo queda ratificado que para la tipología de suelo arenoso no es probable utilizar el desgomado de soja como un producto “estabilizante”, de acuerdo a lo que convencionalmente se considera para los mismos.

4.2 *Deterioro en función del tiempo*

Es posible continuar los estudios al buscar para esta tipología de suelos si existe otro tipo de aporte cuantificable. Para conducir este análisis se recurre al moldeo de probetas a la D_{max} y la H_{opt} ya establecidas, y de acuerdo al Procedimiento LEMaC-B05/15 de la “Guía de metodologías y procedimientos para uso vial desarrolladas en el LEMaC - Edición 2019” (ISBN 978-987-4998-27-9). Esta práctica consiste en sumergir totalmente las probetas y establecer de manera visual, a partir del cronometrado de la experiencia, el grado de deterioro que registran en función del tiempo. Llevada al caso de las tres Situaciones propuestas se logra establecer el disgregado total de la probeta de la “Situación A” antes de los 10 minutos de sumergida, mientras que en el mismo lapso las probetas de la “Situación A+DO” y “Situación A+DO x2” sólo registran una leve disminución de su resistencia a la desintegración (Figura 7). La experiencia permite arribar a una serie de conclusiones desde el punto de vista vial detalladas en el apartado 5 “Conclusiones y recomendaciones”.

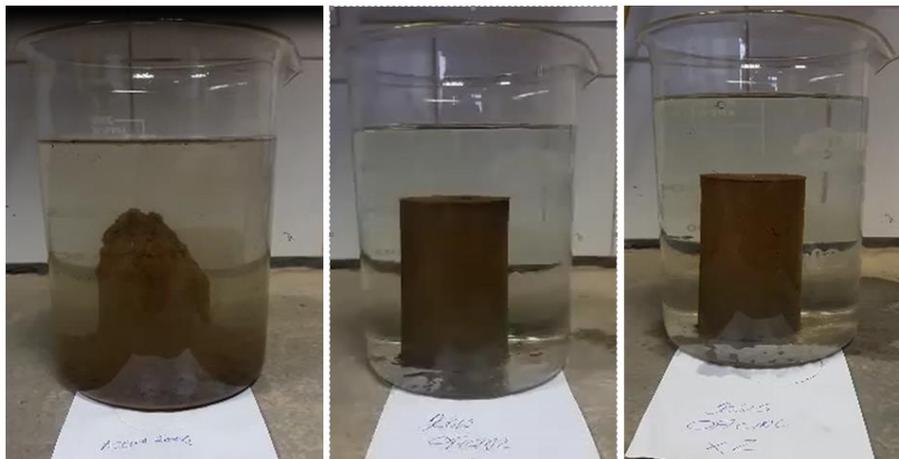


Figura 7. Probetas luego de 10 minutos de sumergidas. Fuente: elaboración propia

4.3 *Procedimientos de erosión*

Finalmente se analiza el potencial de empleo de desgomado de soja, en esta tipología de suelo, como un producto paliativo de polvo. Para ello se efectúa con las tres Situaciones ya descritas el análisis

mediante el Procedimiento LEMaC-B04/13, también volcado en la “Guía de metodologías y procedimientos para uso vial desarrolladas en el LEMaC (Edición 2019)”. Mediante este procedimiento se erosionan las probetas moldeadas mediante un flujo forzado de arena monogranular, durante un cierto lapso de tiempo.

El equipo (Figura 8) y la acción generada surgen de la adaptación y simplificación de un instructivo de trabajo, utilizado para fines militares, llevada a cabo en el LEMaC (Rivera et al., 2014).



Figura 8. Imágenes del dispositivo de ensayo adaptado. Fuente: elaboración propia

Se puede señalar que el equipo consiste en una cámara de viento sellada para evitar la salida del polvo durante el ensayo y dividida en dos compartimentos. En uno de dichos compartimentos se encuentra el equipo generador del flujo de aire que alcanza 240 km/h, se trata básicamente de un soplador/aspirador de hojas de los que comúnmente se encuentran en el mercado. En este caso en particular el equipo es de marca Black&Decker de 1.500 W. En el otro compartimento se ubica la probeta a ser ensayada, para lo cual se la coloca debajo de una boquilla metálica de apertura rectangular de 16,1 cm de ancho y 2,5 cm de alto. Un conducto de retorno permite la circulación del aire desde la cámara de ensayo hacia el ventilador eléctrico para equilibrar la presión. La corriente de aire se aplica a 2,5 cm de altura sobre la probeta y en un ángulo de 20° con respecto a la horizontal. En la foto superior de la Figura 11 puede

observarse una vista parcial del equipo, ubicándose a la derecha el compartimento que contiene al equipo soplador y a la izquierda la cámara en la que se coloca la probeta a ser ensayada; en cuya parte superior se alcanza a ver el embudo por el cual se vierte la arena durante el ensayo. En la foto inferior izquierda se puede observar el ángulo de acción entre la boquilla y la probeta ubicada en su posición de ensayo y la caja donde cae la arena vertida para ser arrastrada libremente hacia la boquilla por el flujo de aire. Finalmente, en la foto inferior derecha se observa un detalle de la boquilla durante el proceso de fabricación del equipo.

Se obtiene como resultados de esta experiencia, los que se vuelcan en la Tabla 3 y en la Figura 9 se observan imágenes de las probetas una vez ensayadas.

Situación	Perdida por Erosión (%)
A	26,8
A+DO	10,9
A+DO x2	11,0

Tabla 3. Resultados de Pérdida por Erosión. Fuente: elaboración propia



Figura 8. Probetas luego del ensayo, de izq. a der.: “A”, “A+DO” y “A+DO x2”. Fuente: elaboración propia

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los análisis efectuados permiten arribar a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- *Para los suelos arenosos, el aporte de desgomado de soja no puede considerarse como un “estabilizante”, de acuerdo a lo que convencionalmente se entiende en tal sentido, pues ante la saturación de la capa no se registra un incremento del aporte estructural por su empleo.*

- *Si, en cambio, puede establecerse que aporta un grado al menos de impermeabilización que puede justificar su uso, desde el punto de vista vial, en políticas periódicas de conservación de vías mejoradas. Esto se debe a que, al dotar la capa de un grado de resistencia a la desintegración, puede deducirse que se reduce la posibilidad de erosión y deformación de la misma, cuando se toman los recaudos necesarios.*
- *En tal sentido, la Dosis Oficial parece ser suficiente, pues los resultados obtenidos con ésta son similares a los que se obtienen duplicándola.*
- *Los recaudos enunciados, se recomienda, sean el utilizar pendientes transversales en el perfilado de las vías mejoradas de al menos el 2 %, con adecuados drenajes laterales. Además, tratar al menos los 10 cm superficiales con el desgomado de soja (incorporando las mejoras en el mezclado ya citadas para la tipología anterior), con riegos en la Dosis Oficial con una recurrencia de entre 3 a 6 meses; la cual debe ser ajustada de acuerdo a la experiencia en obra.*
- *Se observa también que el desgomado de soja posee un efecto relativo como paliativo de polvo; razón por la cual se puede considerar un aporte adicional al mencionado en su empleo en tareas de conservación sobre este tipo de suelos. Para obtener resultados en relación a este efecto, también es suficiente con el empleo de la Dosis Oficial; pues al duplicar la misma no se registra disminución en la pérdida por erosión.*

6 REFERENCIAS

DNV (2001). Normas de Ensayo. Dirección Nacional de Vialidad. Argentina.

LEMaC (2019). Guía de metodologías y procedimientos para uso vial desarrollados en el LEMaC – Centro de Investigaciones Viales (edición 2019). Editorial edUTecNe, ISBN 978-987-4998-27-9, Facultad Regional La Plata, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.

RIVERA, J. J., BOTASSO, H. G., ALDERETE, N., & CELI, I. (2014). Propuesta metodológica de análisis de productos paliativos de polvo en vías no pavimentadas para mejoras en la seguridad vial. Revista Cubana de Ingeniería, 5(1), 5-10.