



**Encuentro
de Jóvenes
Investigadores**

CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA DE MATERIAL INERTE DESTINADO A RELLENO DE DRENES TOPO.

Lazarczuk, Alex

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral.

Director: Marano, Roberto

Codirector: Camussi, German

Área: Ciencias Naturales

Palabras claves: ARGIUDOLES, ANEGAMIENTO, DARCY.

INTRODUCCIÓN

En la provincia de Santa Fe, los eventos hídricos extremos ocurren con mayor frecuencia, provocando encharcamiento y anegamiento. Estas condiciones de suelo constituyen una de las principales causas de pérdidas de cultivos forrajeros y agrícolas, especialmente alfalfa, sumamente importante para la alimentación de las vacas lecheras. El dren topo es una técnica que permite mitigar el encharcamiento originado por excesos hídricos en un tiempo relativamente breve (3 a 5 días) y consiste en la formación de galerías, construidas en horizontes subsuperficiales con presencia de arcilla, con un implemento que genera fisuras principales y secundarias. Sin embargo, debido a la fisura vertical que genera el paso del implemento y a la presencia de abundante limo en el horizonte A, luego de precipitaciones de cierta intensidad ingresa material fino que provoca una colmatación gradual de la galería en muy corto tiempo (1 a 2 años). El uso de gravas limpias como material de relleno evitaría el ingreso de material fino, manteniendo las condiciones apropiadas de drenaje.

OBJETIVOS

- Seleccionar e identificar diferentes tipos y formas de material filtrante para ser utilizado como relleno de drenes topo.
- Verificar la ley de Darcy de los materiales seleccionados.
- Proponer pautas de diseño para diferentes condiciones de cultivo y condiciones de excesos hídricos.

Título del proyecto: Caracterización hidráulica de material inerte destinado a relleno de drenes topo

Instrumento: Beca de Iniciación a la Investigación

Año convocatorio: 2021

Organismo financiador: UNL

Director: Marano, Roberto.





METODOLOGÍA

Se caracterizaron 5 materiales filtrantes, 3 de ellos son gravas de origen aluvional del río Uruguay y los restantes son ladrillos y piedras partidas. Esta última proviene de la cantera “Las piedritas” ubicada en el oeste de la provincia del Chaco. Se determinó su granulometría mediante tamices, analizando 2 muestras de cada material y pesando lo retenido en cada tamiz. Se obtuvo D10, D60 y coeficiente de uniformidad. Para determinar las propiedades hidráulicas de los materiales según Darcy, se utilizó un tubo de PVC de 50 mm de diámetro y 4 m de longitud que fue colocado a nivel y se anexó un tramo vertical con ranuras de 3 cm de ancho y 0,5 cm de alto conectado a una toma de agua para generar condiciones de flujo constante con los siguientes gradientes: 20; 10; 7,5; 2; 1,6; 1,2; 0,8 y 0,4%. Para cada tamaño de material y gradiente se midió temperatura del agua y se aforó volumétricamente el caudal de salida. Se determinó velocidad de flujo, número de Reynolds (Re) y conductividad hidráulica saturada. La cantidad de grava a aplicar en condiciones de campo se determinó con el supuesto que el flujo a través de los drenes conduce los excesos hídricos originados por precipitaciones diarias de 50% de probabilidad de excedencia (centro de Santa Fe) y 120 h de tiempo de drenaje. Para calcular el área de aporte se propusieron diferentes longitudes y espaciamientos de los drenes y se usaron los valores de conductividad hidráulica obtenidos con el gradiente de 0,4%, y 0,8%, teniendo en cuenta que es esta última es una condición factible de lograr con un implemento de profundidad variable.

RESULTADOS

Las gravas tienen tamaños de: 1) 6 a 12 mm; 2) 12 a 20 mm y 3) 18 a 30 mm; en tanto el ladrillo picado y la piedra partida tienen tamaños de: 4) 20 a 40 mm y 5) 25 a 45 mm respectivamente. Los valores de D10, D60 y coeficiente de uniformidad de los materiales se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Propiedades granulométricas de los 5 materiales seleccionados.

Gravas	6-12mm	12-20mm	18-30mm	Ladrillo picado	Piedra partida
D10 (mm)	6.98	12.63	19.96	21.67	22.69
D60 (mm)	9.65	16.72	24.67	30.06	33.71
Coficiente de uniformidad	1.384	1.324	1.24	1.387	1.49

La velocidad de flujo, Re y conductividad hidráulica saturada para los materiales seleccionados a diferentes gradientes se muestran en la Tabla 2. En ninguno de los materiales ensayados es válida la ecuación de Darcy, dado que los valores de Re son mayores a 10 (Tabla 2).



Tabla 2. Propiedades hidráulicas.

Gradiente (%)	Grava 6-12mm			Grava 12-20mm			Grava 18-30mm		
	Vel. Flujo (m/s)	N° Reynolds	K (m/s)	Vel. Flujo (m/s)	N° Reynolds	K (m/s)	Vel. Flujo (m/s)	N° Reynolds	K (m/s)
20	0.0173	855	0.1183	0.0470	2101	0.2350	0.0839	3751	0.4195
10	0.0123	605	0.1609	0.0309	1381	0.3089	0.0569	2545	0.5692
7.5	0.0098	484	0.1765	0.0269	1202	0.3584	0.0500	2234	0.6664
2	0.0046	227	0.2267	0.0114	508	0.5686	0.0206	922	1.0315
1.6	0.0040	199	0.2526	0.0101	451	0.6300	0.0181	809	1.1315
1.2	0.0034	170	0.2875	0.0094	421	0.7721	0.0153	684	1.2745
0.8	0.0028	136	0.3450	0.0063	282	0.7896	0.0109	487	1.3606
0.4	0.0022	107	0.5421	0.0033	148	0.8272	0.0063	281	1.5728

Gradiente (%)	Ladrillo picado			Piedra partida		
	Vel. Flujo (m/s)	N° Reynolds	K (m/s)	Vel. Flujo (m/s)	N° Reynolds	K (m/s)
20	0.1283	5410	0.6414	0.1309	6911	0.6547
10	0.0883	3722	0.8827	0.0853	4502	0.8530
7.5	0.0757	3192	1.0092	0.0749	3955	0.9990
2	0.0348	1466	1.7380	0.0323	1703	1.6129
1.6	0.0301	1269	1.8810	0.0265	1398	1.6550
1.2	0.0254	1070	2.1139	0.0230	1214	1.9165
0.8	0.0207	873	2.5878	0.0174	916	2.1702
0.4	0.0127	534	3.1682	0.0092	488	2.3101

Tabla 3. Valores admitidos de longitud de dren según, espaciamento, tamaño y gradiente

Grava 6-12mm			
Espaciamento (m)	2	4	6
Gradiente	Longitud admitida (m)		
0.4%	68	34	23
0.8%	87	43	29

Grava 12-20mm			
Espaciamento (m)	2	4	6
Gradiente	Longitud admitida (m)		
0.4%	104	52	35
0.8%	198	99	66

Grava 18-30mm			
Espaciamento (m)	2	4	6
Gradiente	Longitud admitida (m)		
0.4%	198	99	66
0.8%	342	171	114

Ladrillo picado			
Espaciamento (m)	2	4	6
Gradiente	Longitud admitida (m)		
0.4%	398	199	133
0.8%	650	325	217

Piedra partida			
Espaciamento (m)	2	4	6
Gradiente	Longitud admitida (m)		
0.4%	290	145	97
0.8%	545	273	182

Los valores admitidos de longitud de dren para cada tamaño de material considerando: tasa de recarga de 0,0108 m día⁻¹, espaciamentos de 2; 4; y 6 m, diámetros de dren de 0,1m, y gradientes de 0,4 y 0,8 % se muestran en la Tabla 3.



Encuentro
de Jóvenes
Investigadores

CONCLUSIONES

Los coeficientes de uniformidad indican que los materiales seleccionados son de granulometría uniforme. Entre ellos, la grava de tamaño 20 a 30mm es la más uniforme y la piedra partida la más desuniforme.

La ley de Darcy no se verifica en los materiales seleccionados, debido a que el caudal deja de ser linealmente proporcional al gradiente cuando $Re > 10$.

Los resultados de longitud de dren admitidos permiten descartar las gravas de 6 a 12mm y de 12 a 20mm ya que no permitirían conducir el exceso hídrico en el tiempo de drenaje estipulado debido a los reducidos valores de longitud de dren que se logran. El material que logra las mayores longitudes de dren en las distintas combinaciones de gradiente y distanciamiento es el ladrillo picado, siendo este la mejor opción y la más económica. Sin embargo, debido a la dificultad de conseguir grandes cantidades de ladrillo picado para aplicar a campo, la piedra partida surge como una buena opción, porque permite buenas longitudes de dren en las distintas combinaciones de gradiente y distanciamiento y su obtención es a escala industrial.

El arado topo es un implemento que se puede utilizar a profundidad variable y un gradiente de 0,8 % es una condición factible de lograr, considerar el diseño con este gradiente y las longitudes que permite sería la mejor opción.

Por último, estas conclusiones orientan a dirigir la siguiente fase de construcción y validación del implemento en situaciones a campo.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Camussi, G., Marano, R.P. 2016. Desarrollo de tecnología para el manejo agronómico del agua en sistemas hidrológicos no típicos. Plan de Tesis Doctorado en Ciencias Agrarias, FCA UNL. 43 pp.

Camussi, G., Marano, R.P., 2020. Cambios en la conductividad hidráulica en suelos argiudoles con drenaje subsuperficial. X Congreso sobre Uso y Manejo del Suelo (UMS 2020) La Coruña España, 16-19 de noviembre de 2020. ISBN: 978-84-9749-791-6 ISBN: 978-84-9749-792-3 (electrónico) URL persistente: <http://hdl.handle.net/2183/26635>

Lovino, M. A., 2015. Impacto ambiental de la variabilidad climática y los eventos extremos en la provincia de Santa Fe, en el contexto del cambio climático. Tesis Doctoral, UNL, Argentina, 238 pp.

Mulqueen, J. 1985. The Development of Gravel Mole Drainage. J. agric. Engng Res.32, 143-151.

P. Tuohy, J. Humphreys, N.M. Holden, O. Fenton, 2016. Runoff and subsurface drain response from mole and gravel mole drainage across episodic rainfall events. Agricultural Water Management 169 129-139

