

CARACTERIZACIÓN EXPERIMENTAL DEL IMPACTO DE LOS INCENDIOS FORESTALES EN LA CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN DE SUELOS DE CÓRDOBA

Juan F. Weber¹ y Santiago M. Reyna²

¹Laboratorio de Hidráulica, Departamento de Ingeniería Civil, Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional - Córdoba - Argentina.

²Departamento de Hidráulica, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba - Córdoba - Argentina.
E-mail: jweber@frc.utn.edu.ar

Introducción

En la provincia de Córdoba (Argentina), por las características climáticas y régimen de precipitaciones, entre los meses de junio a septiembre se suceden numerosos incendios coincidiendo con la época de sequía de la zona. Estos incendios tienen diversos orígenes y se ven potenciados e influenciados por la presencia humana y sus condiciones naturales (baja humedad relativa, ocurrencia de heladas, vientos fuertes con orientación predominante Norte-Sur y abundancia de material combustible).

A diferencia de otros lugares del mundo azotados por esta misma problemática, entre los que se pueden citar California, España, Portugal, Australia, etc., a nivel local no se han reportado mediciones sistemáticas del impacto hidrológico de los incendios forestales. Resulta de interés, entonces, cuantificar cómo se altera el proceso de infiltración en suelos de Córdoba ante la ocurrencia del fuego.

Procedimiento experimental

El arreglo experimental (Figura 1) consta de un simulador de lluvia de baja presión (A) -cuyos formadores de gotas son agujas hipodérmicas-, alimentado por un banco de bombeo (I), que descarga su precipitación simulada en una parcela que está confinada lateralmente por medio de chapas hincadas para asegurar la unidimensionalidad del flujo.

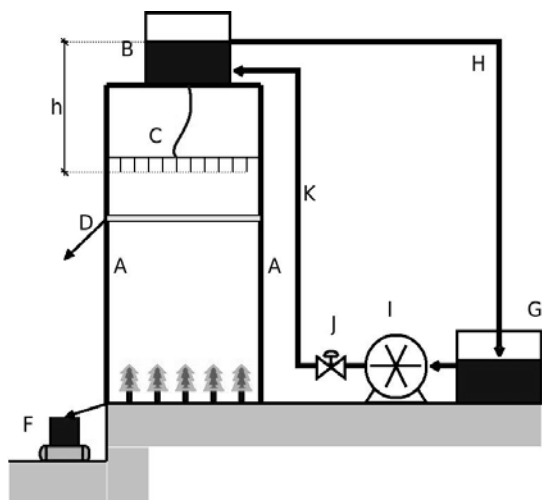


Figura 1.- Esquema del arreglo experimental.

El escurrimiento superficial generado se conduce a una canaleta colectora que descarga en un recipiente montado sobre una balanza electrónica que permite registrar la masa de agua acumulada a un intervalo de tiempo prefijado. El conjunto recipiente-balanza (F) se coloca en una excavación lateral a la parcela de ensayo, cuya cara vertical se impermeabiliza con un baño de parafina. Previo al inicio del ensayo se mide la intensidad de la lluvia recolectando la precipitación en una bandeja colectora (D) en forma volumétrica. Despreciando otros fenómenos, la infiltración acumulada se obtiene como

diferencia entre la precipitación y el escurrimiento acumulados; a lo que se debe restar la intercepción de la cubierta vegetal. Esta última se cuantificó por el método de humectación artificial, en laboratorio, sobre especímenes de las especies presentes en los sitios de ensayo.

Cabe destacar que el diseño del simulador de lluvia proviene de una mejora de un equipo previamente diseñado, construido y utilizado por este grupo de trabajo para mediciones in situ de la capacidad de infiltración en áreas urbanas permeables de la ciudad de Córdoba (Weber et al, 2010).

El equipamiento de medición utilizado incluye: una balanza electrónica de 6 kg x 1 g, con puerto de comunicaciones USB, para el registro del escurrimiento superficial; un sensor de humedad volumétrica de suelo, electrónico de tipo resistivo, también con comunicación USB; y un termómetro óptico (pirómetro) para medir las temperaturas de quemado.

Por cada sitio se realizan dos ensayos, uno pre-incendio y otro post-incendio; este último algunos días después del primero, de modo de lograr unas condiciones iniciales de humedad equivalentes. Antes de iniciar el ensayo pre-incendio, se toma una fotografía cenital de la parcela de ensayo, para determinar la cobertura relativa de las especies presentes, y a partir de allí estimar la lámina máxima de intercepción vegetal esperada.

Mediciones en campaña

Se trabajó en una zona ubicada al norte de la ciudad de Alta Gracia (Córdoba – Argentina) con condiciones típicas de los campos ubicados al piedemonte de la vertiente oriental de las Sierras Chicas (Figura 2). Se realizaron cinco ensayos dobles (pre y post-incendio), a distancias comprendidas entre 1,50 y 4,00 m, denominados ensayos 1 a 5, en un sector con una cobertura vegetal relativamente sana, y con servicios al alcance.

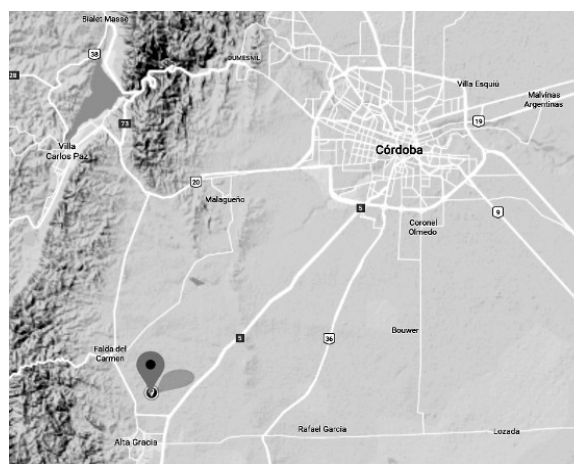


Figura 2.- Ubicación de los sitios de ensayo.

Las intensidades de lluvia generada estuvieron entre 62 y 115 mm/h; la duración de los ensayos estuvo comprendida entre 1 y 3 hs; los contenidos iniciales de humedad (gravimétricos) entre el 14 y el 20 %; y el sensor de humedad se ubicó a

profundidades entre 15 y 23 cm. Entre las propiedades medidas del suelo se pueden citar: un peso unitario de 1,50 g/cm³ y un d₅₀ de 0,3 mm.

En los ensayos post-incendio se provocaron fuegos cuyas temperaturas medias sobre la superficie del suelo oscilaron entre 731 y 816 °C. Se realizaron además dos ensayos de hidrofobicidad que permitieron clasificar al suelo como severamente hidrofóbico.

En las parcelas de trabajo, se identificaron cinco especies vegetales (Tabla 1), cuya cobertura relativa fue estimada a partir de fotografías cenitales y posterior procesamiento digital de imágenes.

Tabla 1.- Especies vegetales identificadas en las parcelas experimentales.

Identificador	Nombre vulgar	Nombre científico
A	Cardo	<i>Carduus pycnocephalus</i>
B	Diente de León	<i>Taraxacum officinale</i>
C	Sunchillo	<i>Wedelia Glauca</i>
D	Pata de Perdiz	<i>Cynodon dactylon</i>
E	pasto horqueta	<i>Paspalum notatum</i> Flüggé

Resultados

La información recolectada por los sensores (balanza electrónica y sensor de humedad) fue procesada para su posterior uso.

Los registros de masa adquiridos por la balanza electrónica fueron concatenados (para obtener la masa acumulada), eliminando valores erróneos; luego, a partir de las intensidades medidas y las capacidades de intercepción vegetal estimadas (sólo para los ensayos pre-incendio) se determinó la infiltración acumulada $F(t)$, la que se grafica en la Figura 2, a título de ejemplo, para el Sitio 1, comparando los resultados de los ensayos pre y post-incendio.

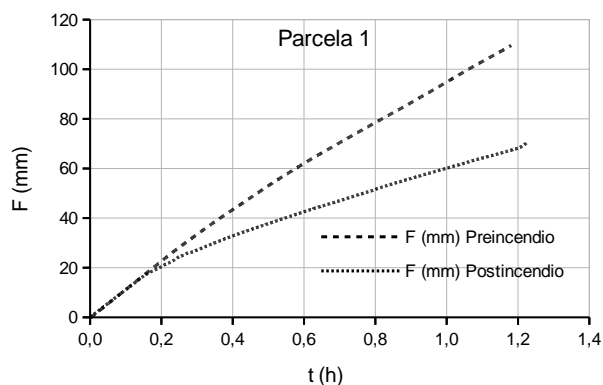


Figura 2.- Resultados experimentales: Infiltración acumulada (F) en los ensayos pre y post-incendio del Sitio 1.

Los registros obtenidos por el sensor de humedad fueron graficados, nuevamente para cada sitio, comparando los registros de los ensayos pre y post-incendio. En la Figura 3 se presenta este resultado, a título de ejemplo, para el Sitio 1.

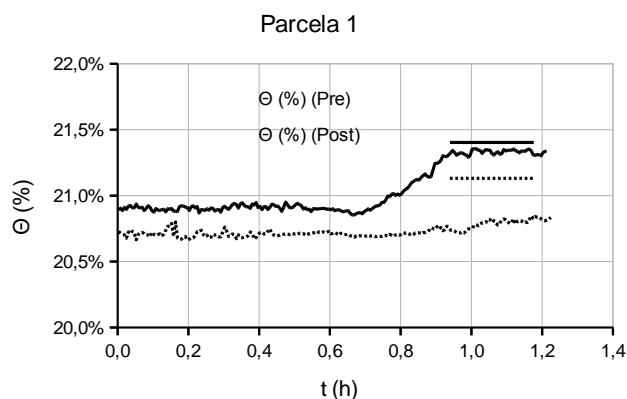


Figura 3.- Resultados experimentales: contenido de humedad (θ) en los ensayos pre y post-incendio del Sitio 1.

Conclusiones

En los sitios ensayados, se ha observado una reducción máxima de la capacidad de infiltración promedio del 32 % (con valores comprendidos entre 12 y 51 %) lo que se corresponde con lo reportado en la bibliografía en diversos sitios del mundo (Neary et al., 2005).

La capacidad de intercepción vegetal estimada arrojó un valor promedio de 0,28 mm, pequeño en relación a las láminas precipitada e infiltrada, pero que juega un papel importante en el retardo del inicio del escurrimiento observado.

El incremento máximo observado por el sensor de humedad pasó de un valor medio de 2,2 % (pre-incendio) al 0,7 % (post-incendio), evidenciando el menor ingreso de agua al suelo por pérdida de la capacidad de infiltración.

Los datos experimentales obtenidos, inéditos para la zona, confirman la hipótesis de investigación, y serán de utilidad para analizar la alteración de los parámetros de modelos hidrológicos e hidráulicos de infiltración ante la acción del fuego.

Referencias bibliográficas

- D. G. Neary, K. C. Ryan, and L. F. DeBano (2005). *Wildland fire in ecosystems: effects of fire on soils and water*. Technical report, Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Weber, J. F., Paoli, H. I., Apestegui, L. (2010). "Microsimulador de lluvia portátil para estudios hidrológicos". *Tecnología y Ciencia*, Año 9, N° 18, pp. 47-53. ISSN 1666-6917. Universidad Tecnológica Nacional, Buenos Aires, Argentina.