

## PERFIL DEL VIENTO CERCA DEL SUELO

Considerando el viento medio  $U$  a un nivel "z" por encima del suelo, se obtiene la ecuación del perfil de la velocidad del viento mediante la expresión:

$$U(z) = (u/k) \cdot \log(z/z_0)$$

Donde:

$U$  : es la velocidad del viento a la altura  $z$

$u$  : es la velocidad de fricción

$k$  : constante de Von Karman, igual a 0,4

$z_0$  : es el parámetro de rugosidad, o altura de rugosidad. Cuando  $U$  es nulo  $z=z_0$

Los valores de  $z_0$  para algunos tipos de superficie son los siguientes:

	<b><math>z_0</math> (cm)</b>
Superficie muy lisa	0,001
Césped de 1 cm de altura	0,1
Hierba densa de 10 cm de altura	2
Hierba de 20 cm de altura	5
Hierba densa de 50 cm de altura	9

La velocidad de fricción representa la velocidad característica del flujo y se expresa como:

$$u = (t / r)^{0,5}$$

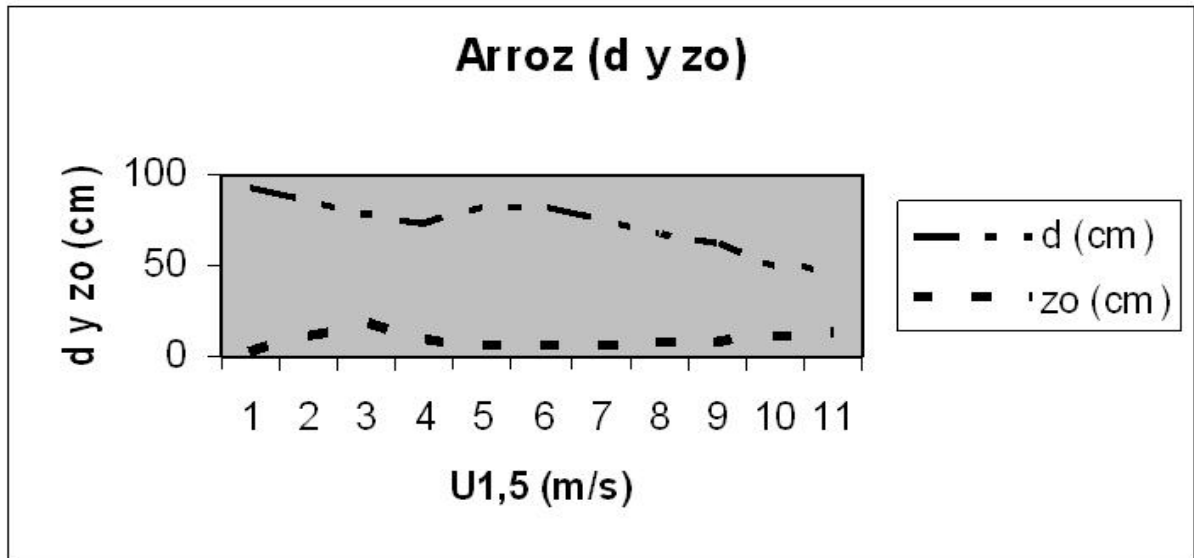
$t$  : esfuerzo de cizalladura

$r$  : densidad del aire

La velocidad dependerá tanto de la altura como de la flexibilidad. Para introducir la flexibilidad se introduce un parámetro "d", desplazamiento del plano cero. La altura del plano de desplazamiento cero aumenta al aumentar la rugosidad. La ecuación del perfil toma la forma:

$$U(z) = (u/k) \cdot \log((z-d)/z_0)$$

El valor de "d" varía en función de la velocidad del viento. Como ejemplo se adjunta (Chamayou, 1984) la variación de "d" y de "z<sub>0</sub>" en un cultivo de arroz en función de la velocidad del viento medida a 1,5 metros de altura.



Las expresiones anteriores requieren de numerosos datos para su aplicación. De una forma más sencilla y genérica la velocidad del viento se puede estimar mediante la expresión:

$$U_{z2} = U_{z1} \left[ \frac{\ln((z2-d)/z0)}{\ln((z1-d)/z0)} \right]$$

Donde:  $U_{z2}$  es la velocidad del viento a la altura  $z2$ ,  $U_{z1}$  es la velocidad del viento a la altura  $z1$ ,  $d$  es la altura de desplazamiento del plano cero; y  $z0$  es el parámetro de rugosidad de la superficie.

Cuando la densidad máxima de la vegetación se encuentra en la mitad de la cobertura vegetal,  $h_c$ , la relación  $z0/h_c$  suele oscilar entre 0,08 y 0,12; y la relación  $d/h$  entre 0,6 y 0,7 (Monteith et al.). Para una altura de dos metros ( $z2 = 2$  m), y tomando:

$$h_c = 0,12 \text{ m}$$

$$z0 = 0,123 \cdot h_c = 0,01476$$

$$d = 0,67 \cdot h_c = 0,08$$

$$\text{Se obtiene: } U_2 = 4,868 \times U_z / \ln(67,75 \times z - 5,42)$$

$U_z$  : velocidad del viento a la altura "z" [m/s]

z : altura "z"

En ASCE, 1990, se introduce la siguiente expresión para estimar la variación de la velocidad del viento con la altura cerca de la superficie de los cultivos:

$$U_2 = U_1 \cdot [z_2/z_1]^a$$

$U_2$  : velocidad del viento a la altura  $z_2$

$U_1$ : velocidad del viento a la altura  $z_1$

$a$ : coeficiente entre 0 y 1 que varía con la estabilidad atmosférica y la rugosidad del cultivo. Doorenbos y Pruitt, (1977) recomiendan un valor de "a" igual a 0,17 cuando  $z_1$  es mayor que  $z_2$ , y de a igual a 0,22 cuando  $z_1$  es menor que  $z_2$ . Un valor de 0,2 es recomendado por Jensen (1974).