



RELACIÓN RUEDA-SUELO

TRÁNSITO FUERA DE RUTA O LOCOMOCIÓN EXTRAVIARIA



Prof. Laura Draghi

2018

Potencia en el motor:

$$N_{\text{motor}} [\text{CV}] = M [\text{m.kg}] \times n [\text{rev/min}] / 716.2$$

Potencia en el eje de las ruedas motrices:

$$N_{\text{eje}} [\text{CV}] = N [\text{CV}] \times \eta_t \quad [\eta_t = 75 \text{ a } 95\%]$$

Potencia de tracción:

$$N_{\text{tracción}} [\text{CV}] = T (\text{kg}) \times V_r (\text{m/s}) / 75$$

Eficiencia total:

$$\text{Potencia de tracción} / \text{Potencia en el motor}$$

Pérdidas en la transmisión:

$$N_{\text{transm.}} = N_{\text{motor}} \times (1 - \eta_t)$$

Pérdidas por rodadura:

$$N_k = R_k \times v_{\text{teórica}} \quad [R_k = 0.04 - 0.20 \text{ masa}]$$

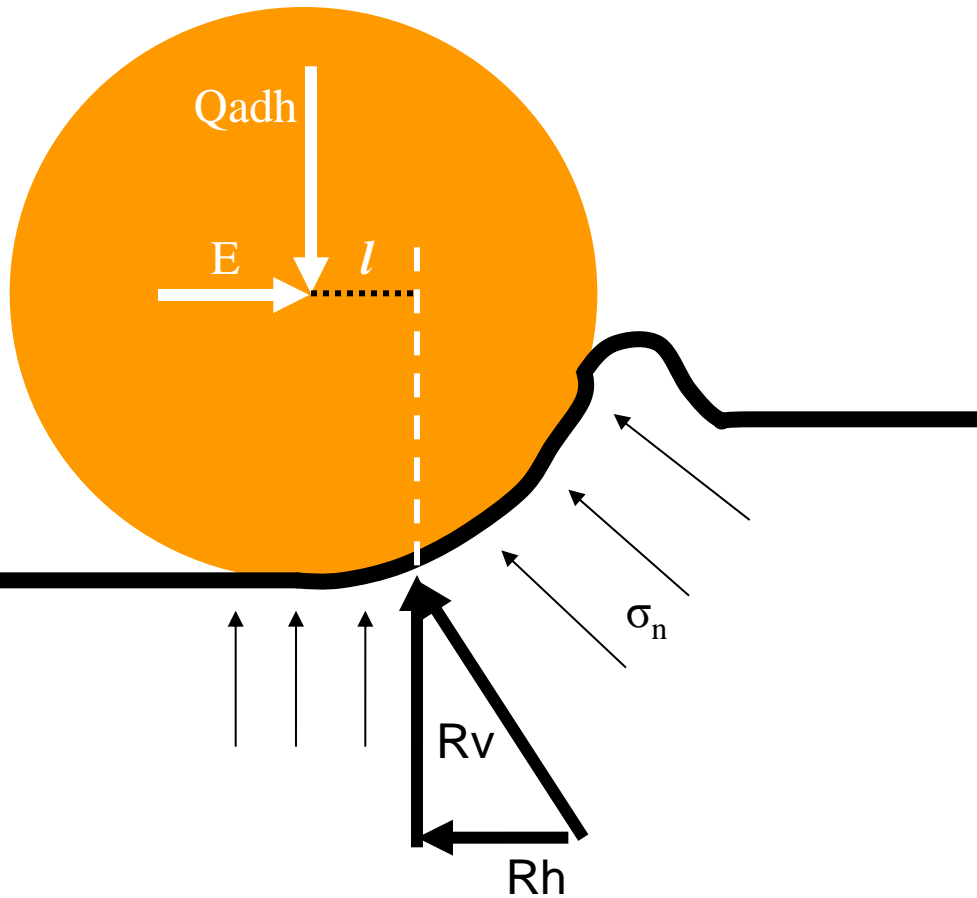
Pérdidas por patinamiento:

$$N_{\delta} = T \times \frac{v_{\text{teórica}} - v_{\text{real}}}{v_{\text{teórica}}} = T \times \delta$$

Resistencia a la rodadura



Fuerzas intervinientes Rueda conducida / Suelo



$$\Sigma F_y = 0 = Q_{adh} = R_v$$

$$\Sigma F_x = 0 = E = R_h$$

$$\Sigma M = 0 = R_h \cdot r - R_v \cdot l$$

$$R_h = E = Q_{adh} \cdot l / r = R$$

$$R = Q_{adh} \cdot k$$

Wismer y Luth

$$k = 1,2 / C_n + 0,04 \quad \text{Donde: } C_n = IC \cdot b \cdot d / Q_{adh}$$

La pérdida de potencia por rodadura es debida a una disminución del componente Fuerza

Métodos de estudio

- **Semi empíricas:** *Bevámetro, deformación vertical en función del hundimiento de un plato rectangular y un mecanismo torsional para estimar el comportamiento al corte.*

$$p = \left(\frac{Kc}{b} + K\phi \right) z^n$$

$$R = R_c + R_b + R_t$$

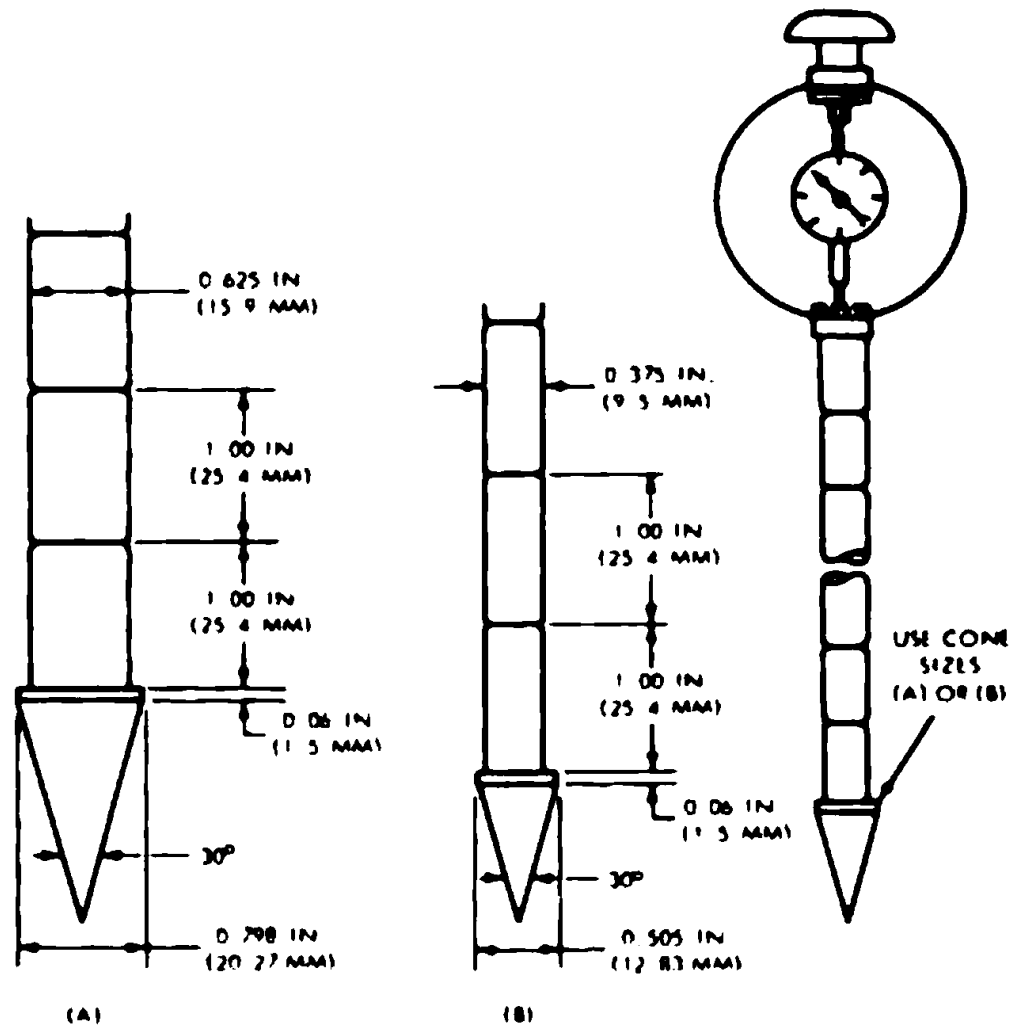
$$\tau = \tau_{m\acute{a}x} \left(1 - e^{-j/k} \right)$$

Janoshi y Hanamoto

$$\tau_{m\acute{a}x} = c + \sigma \tan \phi$$

Coulomb

- **Empíricas :** *Resistencia a la penetración*



Penetrómetro de cono estandarizado por ASAE

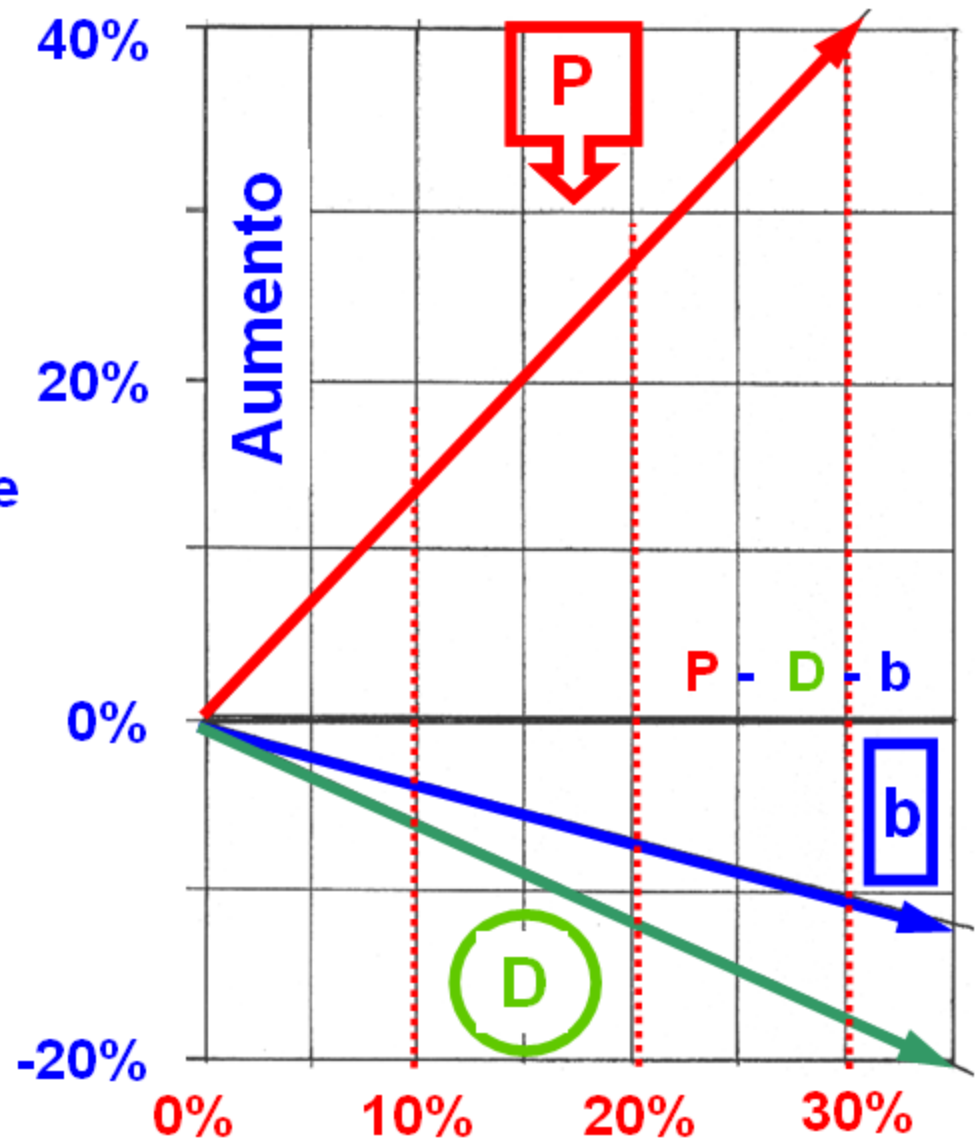
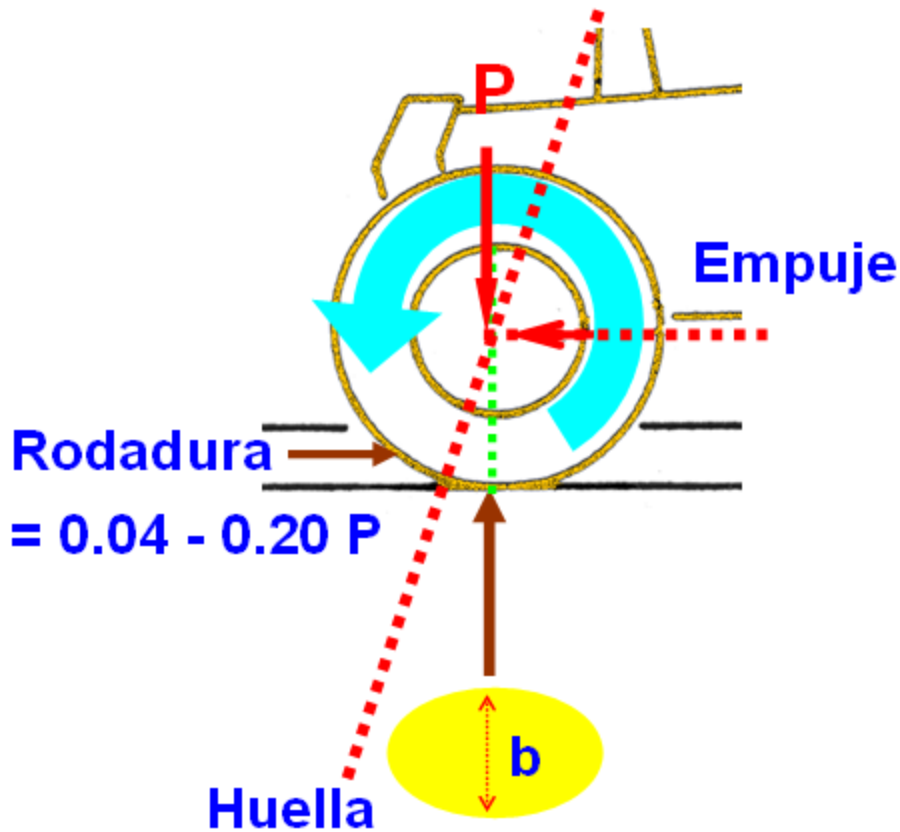
Valores típicos de Indices de cono

<i>Condición suelo</i>	<i>RP (kPa)</i>
Blando o arenoso	450
Medio o labrado	900
Firme	1800

Variación de la resistencia a la rodadura

Rueda conducida

Diámetro: D
Anchura: b



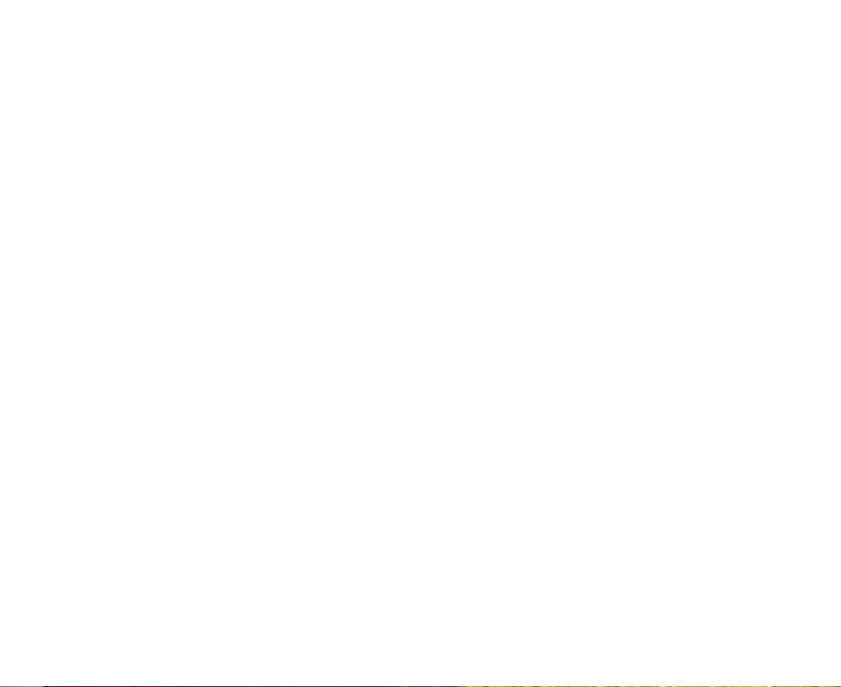


REMOCIÓN DE LASTRES

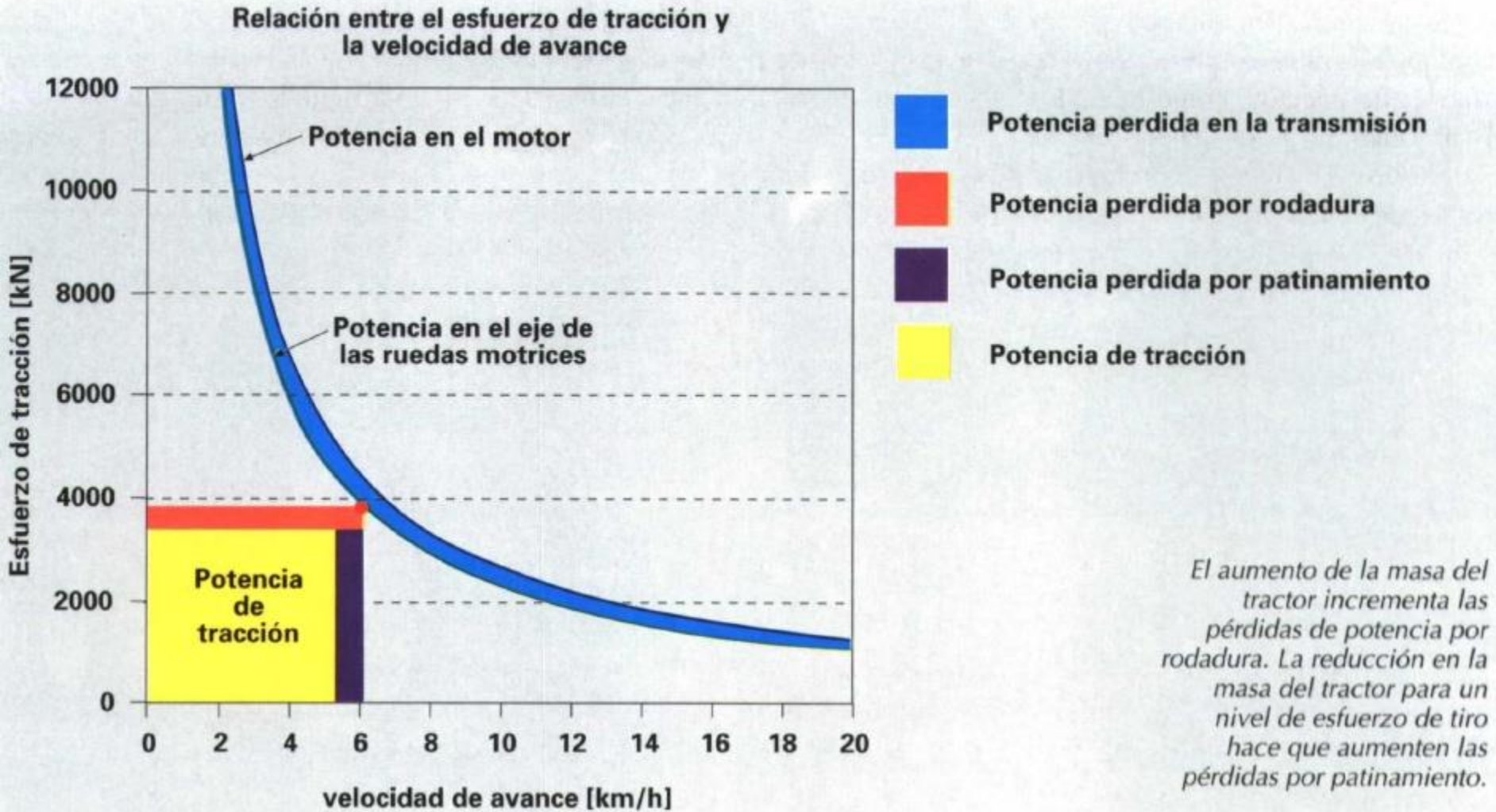


DETERMINACIÓN A CAMPO DE LA RESISTENCIA AL AVANCE





Relevancia de la masa de tractor

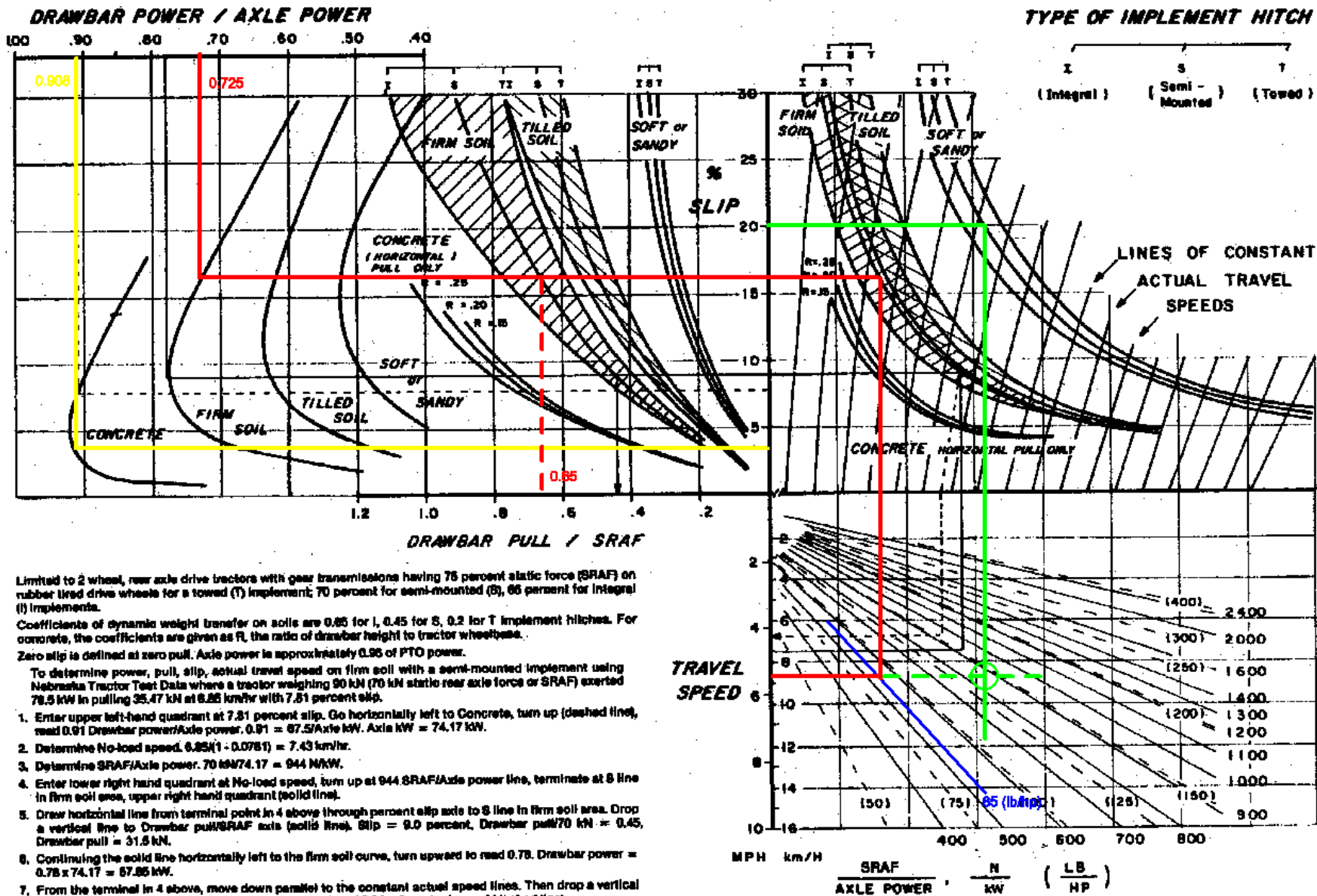


Cuáles son los problemas asociados al patinamiento?

Eficiencia tractiva

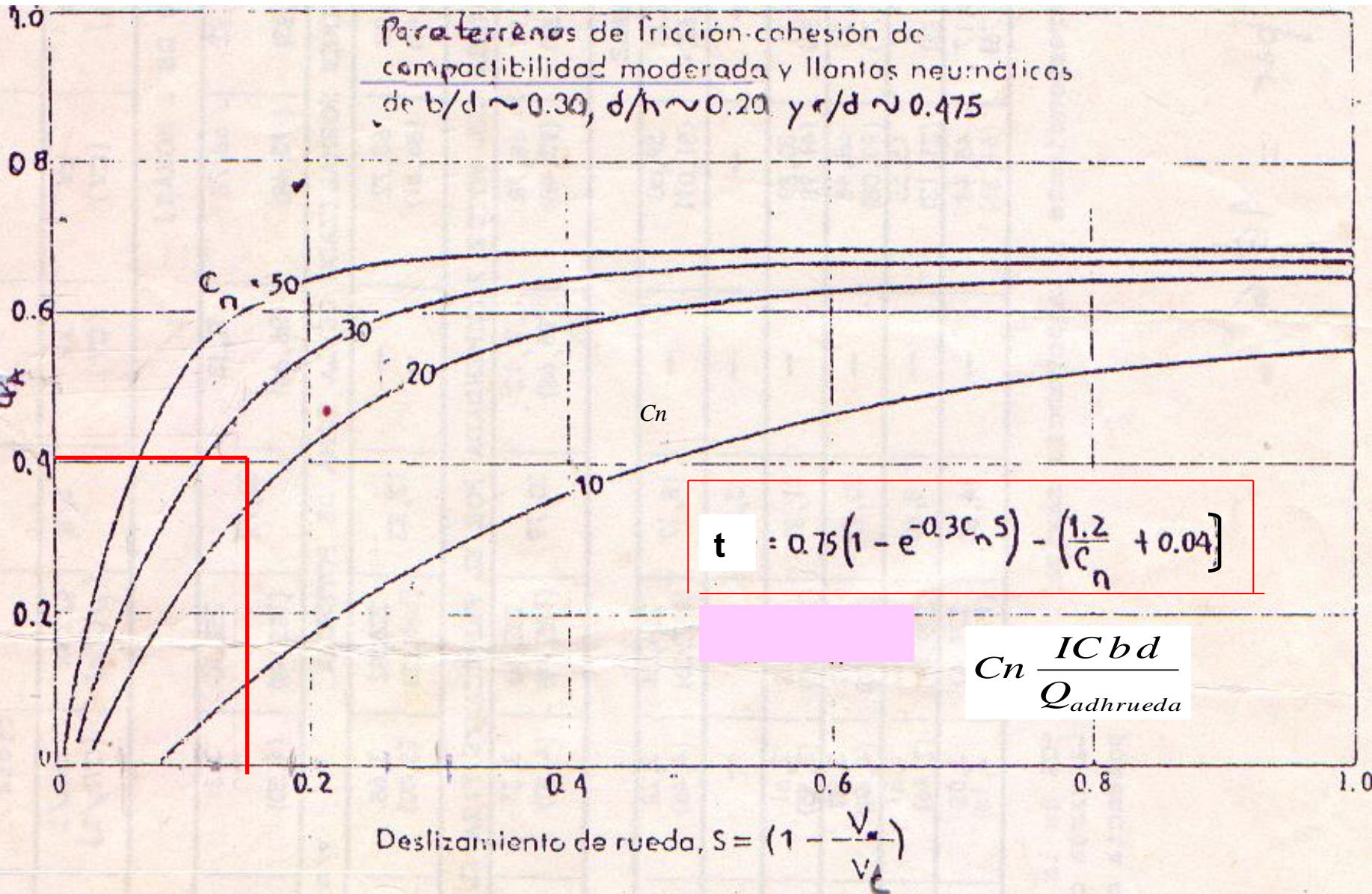
$$\eta_T = \frac{T Vt (1-s)}{F Vt} = \frac{t Qa Vt (1-s)}{Qa (t+k) Vt} = \frac{t (1-s)}{t+k}$$

Para $t=0,4$ y $k=0,08$ y $s=13\%$la Eficiencia tractiva neta vale = 0,72.

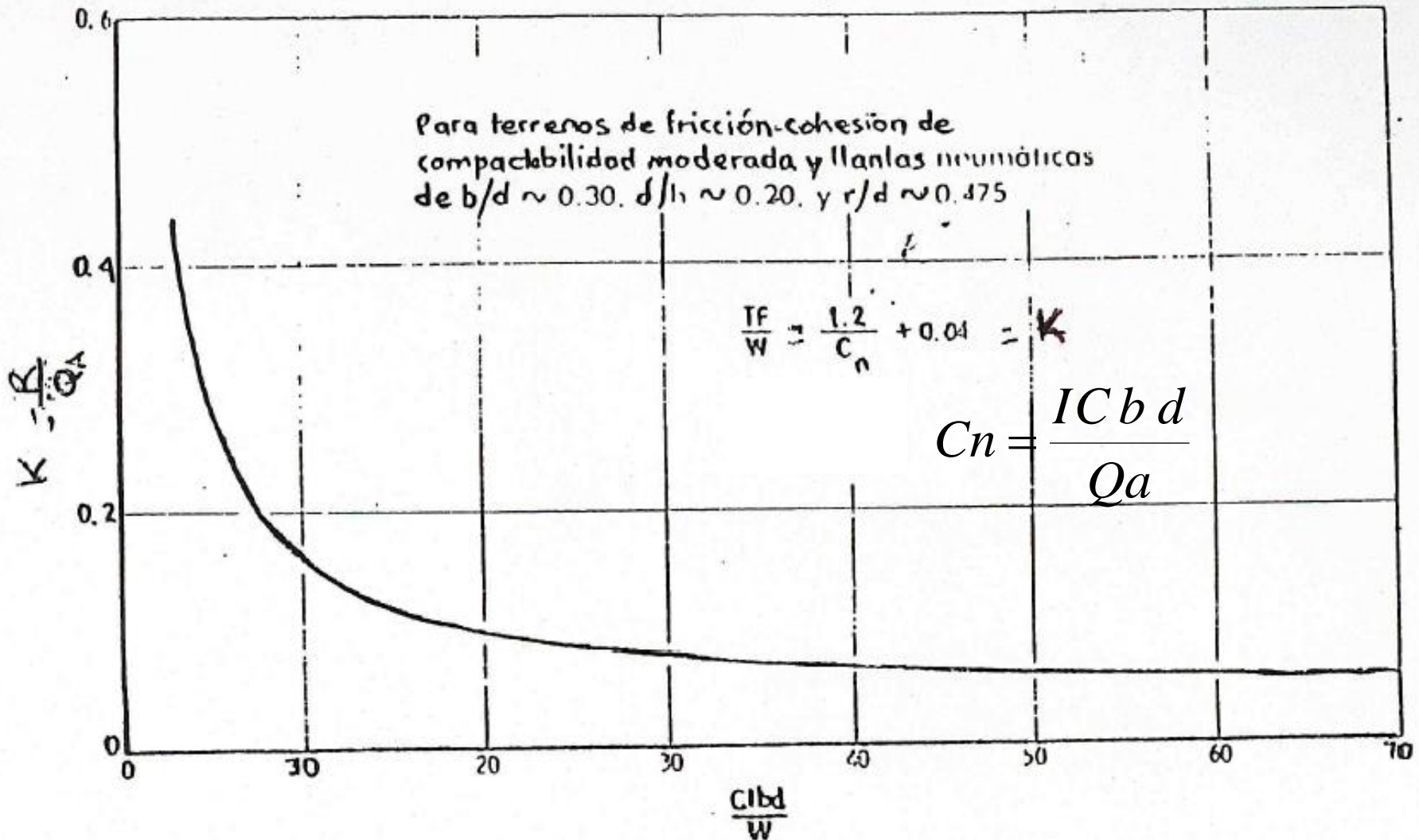


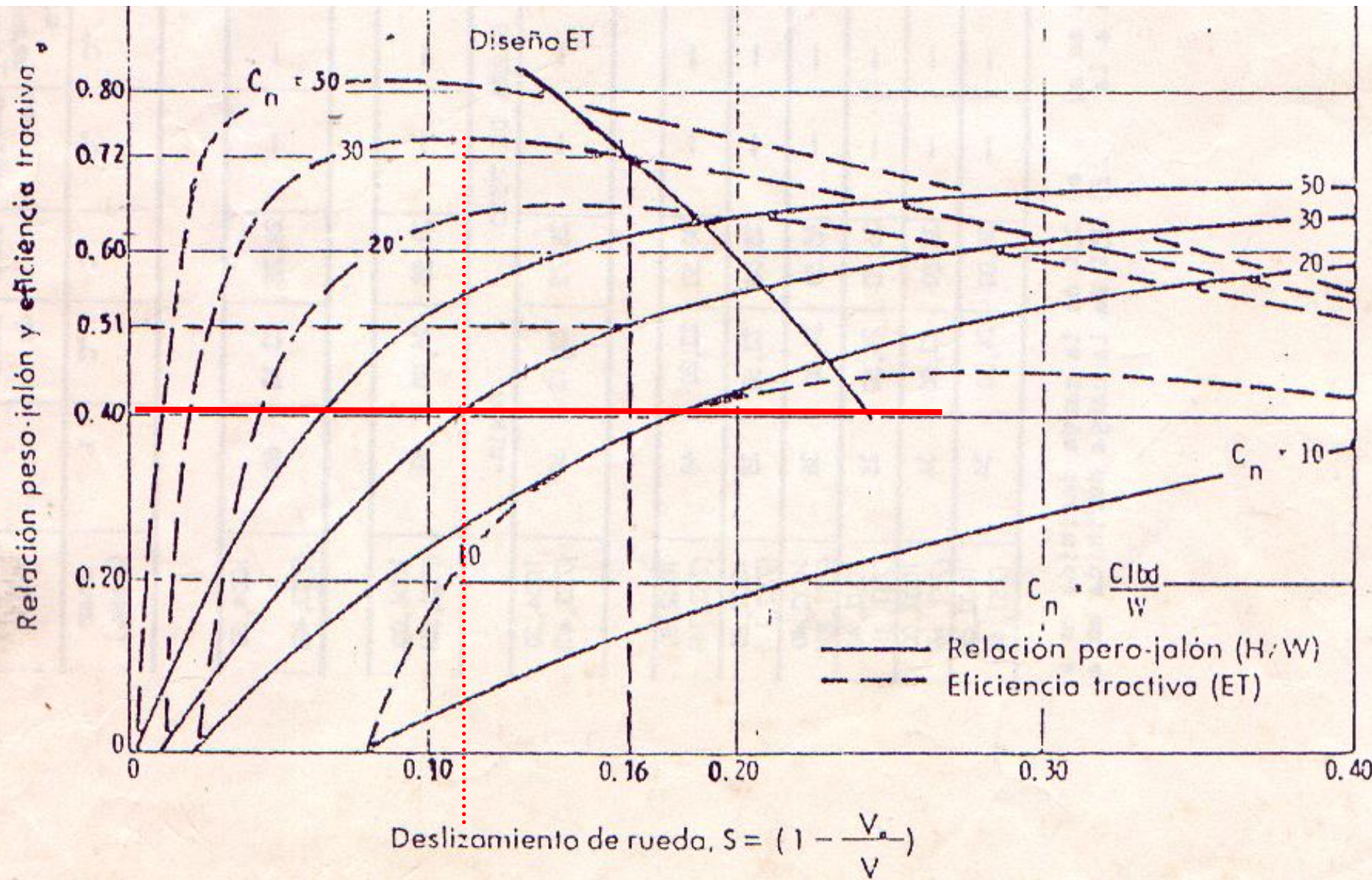
==FIGURE 16.9 Traction prediction chart (Reprinted from ASAE Data D230.4, *Agricultural machinery management*, revised December 1983)

Wismer y Luth, 1974



Valores de coeficiente de rodadura (K) en función del valor numérico de la rueda (Wismer y Luth, 1974)





Ecuaciones de Dwyer

$$M = \frac{ICbd}{Qadh} \sqrt{\frac{\delta}{h}} \left(\frac{1}{1 + \frac{b}{2d}} \right)$$

$$t_{m\acute{a}x} = 0.796 - \frac{0.92}{M}$$

El coeficiente a un valor de patinamiento dado

$$t = t_{m\acute{a}x} (1 - k s)$$

Donde k es una constante derivada de la ecuación :

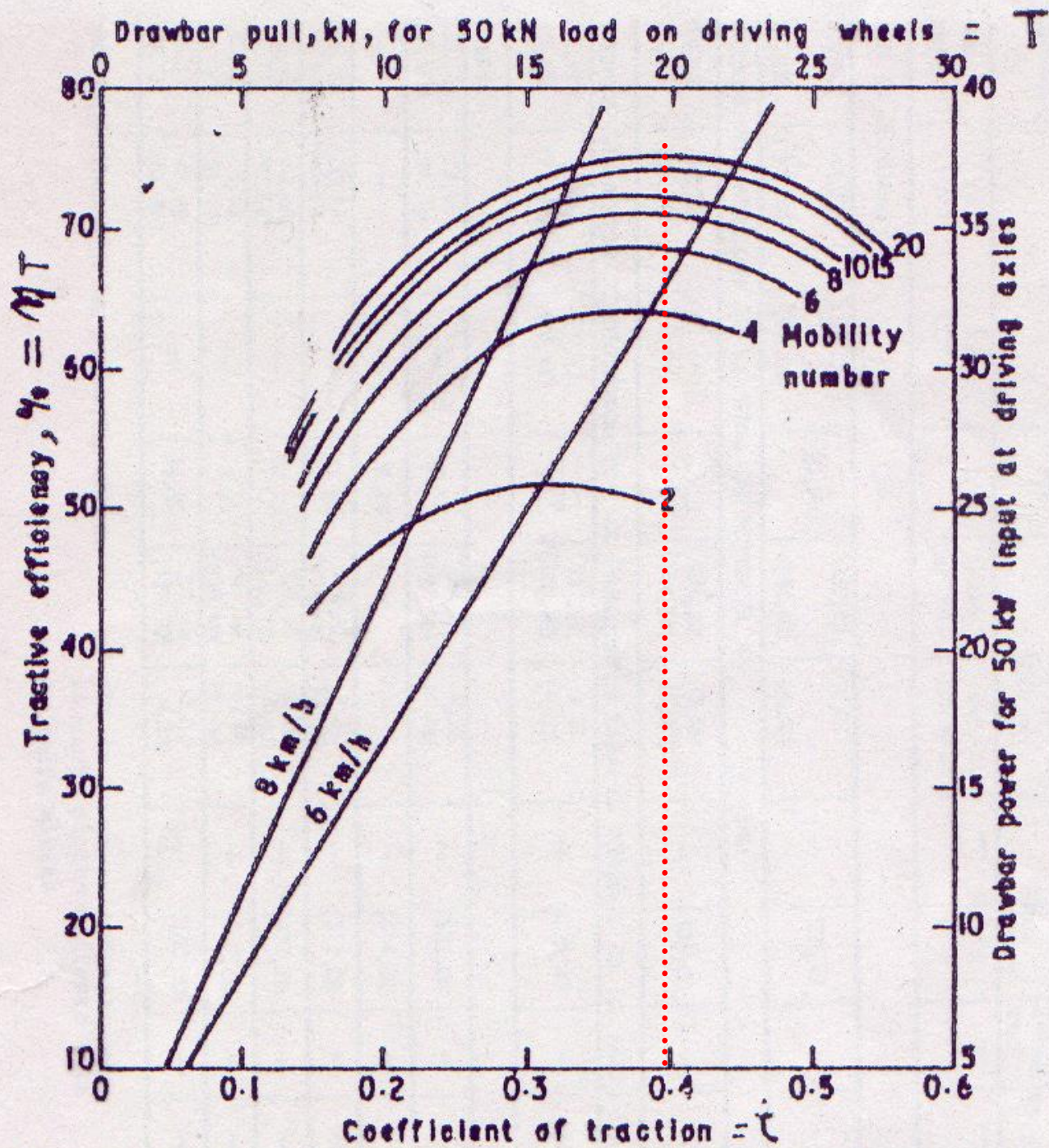
$$k t_{m\acute{a}x} = 4.838 + 0.061 M$$

$$K = 0.049 + \frac{0.287}{M}$$

$$\eta_{TN} = \frac{t(1-s)}{t+K}$$

Para $M = 10$ con un $s = 13\%$ $t = 0.42$

$K = 0.078$ $\eta_{TN} = 0.73$



$$M = Cn \sqrt{\frac{\delta}{h}} \left(\frac{1}{1 + (b/2d)} \right)$$

$$t_{max} = 0,796 - \frac{0,92}{M}$$

Ecuaciones de Brixius (Paper 87-1622)

$$Bn = Cn \left(\frac{1 + 5 \frac{\partial}{h}}{1 + 3 \frac{b}{d}} \right)$$

Ruedas diagonales

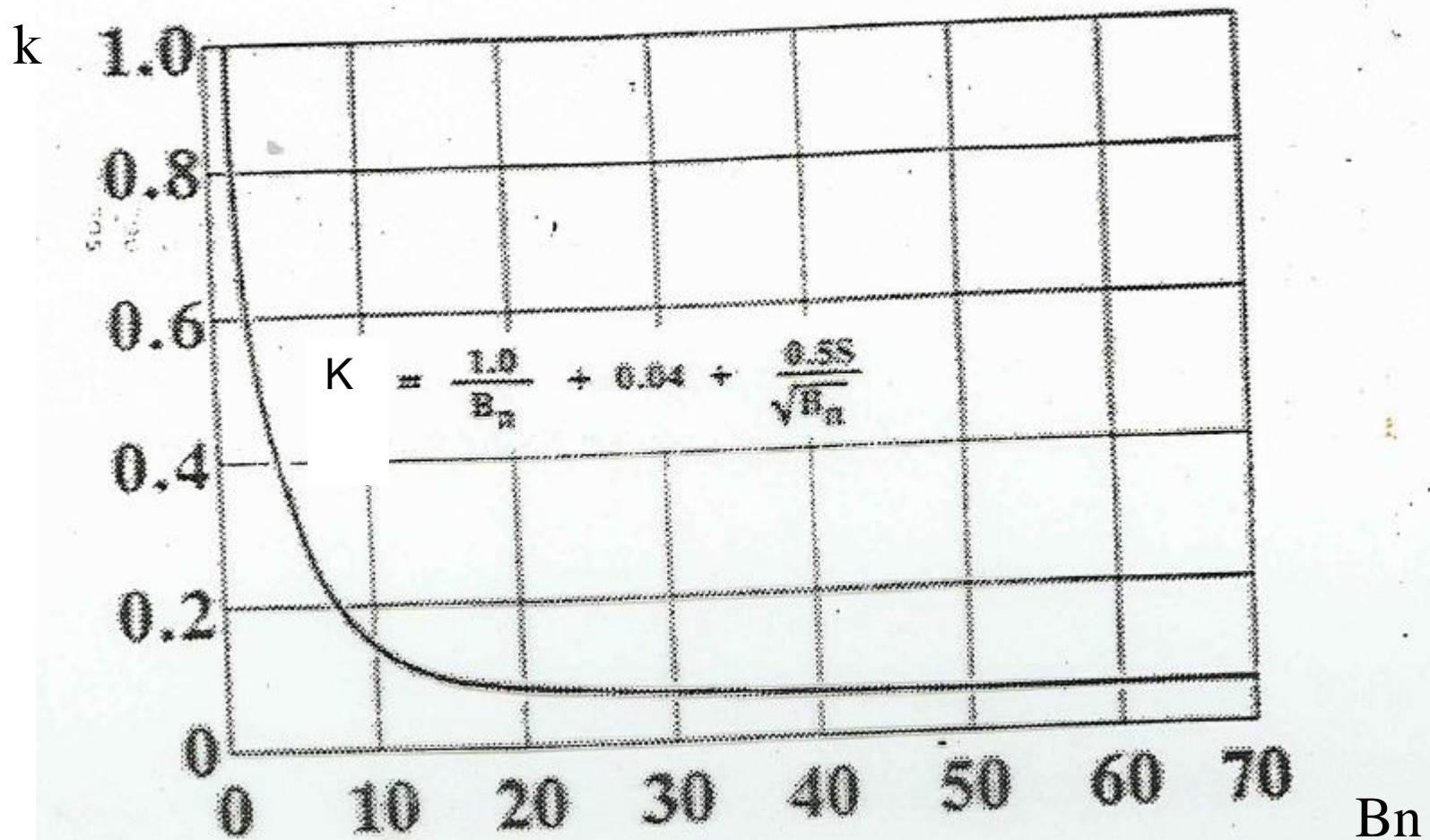
$$\frac{F}{Qad} = f = 0.88 \left(1 - e^{-0.1 Bn} \right) \left(1 - e^{-7.5 s} \right) + 0.04$$

*Cambian las constantes
para ruedas radiales y para
orugas*

$$k = \frac{1.0}{Bn} + 0.04 + \frac{0.5 s}{\sqrt{Bn}}$$

$$Bn = 20 \quad s = 13\% \quad t = 0.41 \quad \eta_{TN} = 0.7$$

Variación del coeficiente de rodadura en función del Bn Brixius.

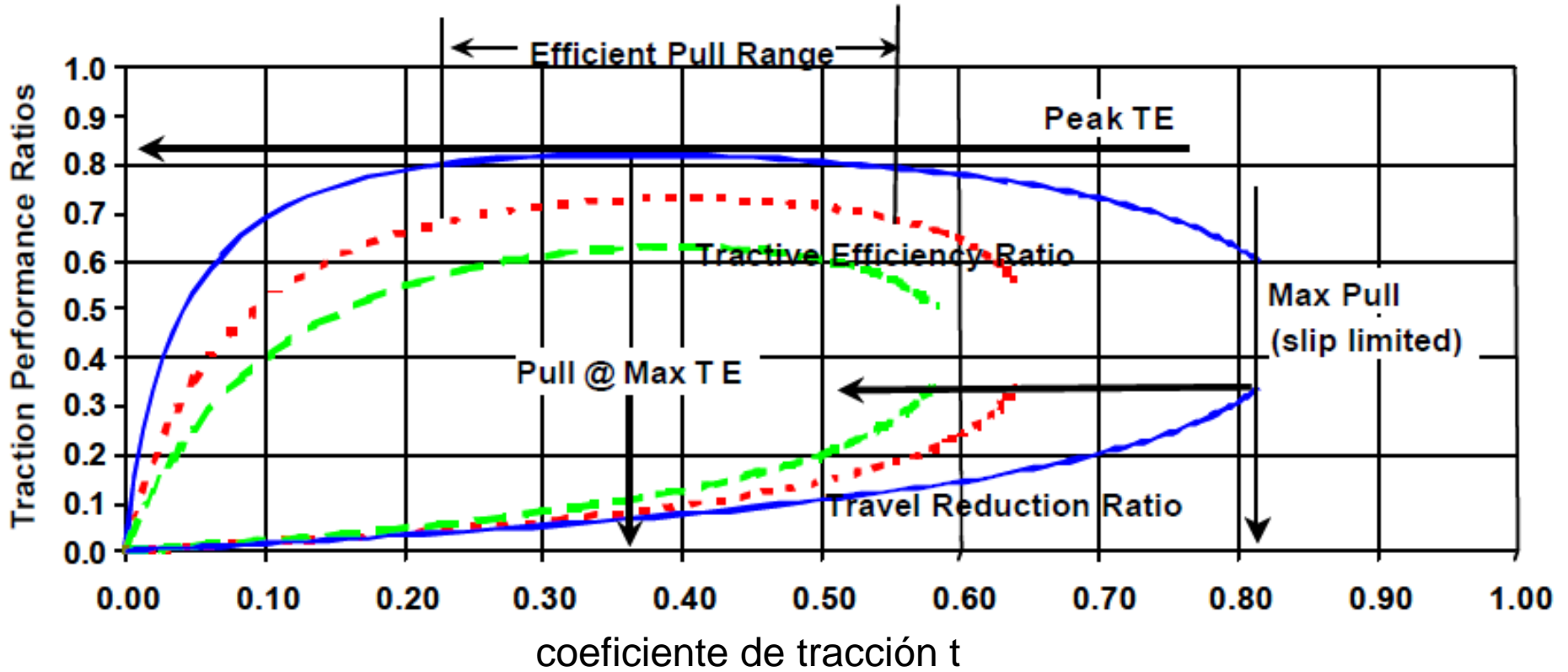


Comparación de coeficientes y constantes según tipo de rueda ú oruga

Coefficients and constants	Bias-ply tires Brixius [1]	Radial tires Al-Hamad et al. [2]	Rubber-tracks
K_1	5	5	5
K_2	3	3	6
C_1	0.88	0.88	1.10
C_2	0.10	0.08	0.025
C_3	7.5	7.0	17.0
C_4	0.04	0.03	0.03 ^a
C_5	1.0	1.20	1.75 ^a
C_6	0.5	0.5	0.5

^a DWR is assumed to be one.

Parámetros de tracción



Performance tractiva ruedas duales 20.8R/42 sobre suelos firme, labrados y cincelado

Efecto del suelo sobre **ruedas** 20.8 R 42 duales (Pi 83 kPa y Qad/eje 8300 kg)

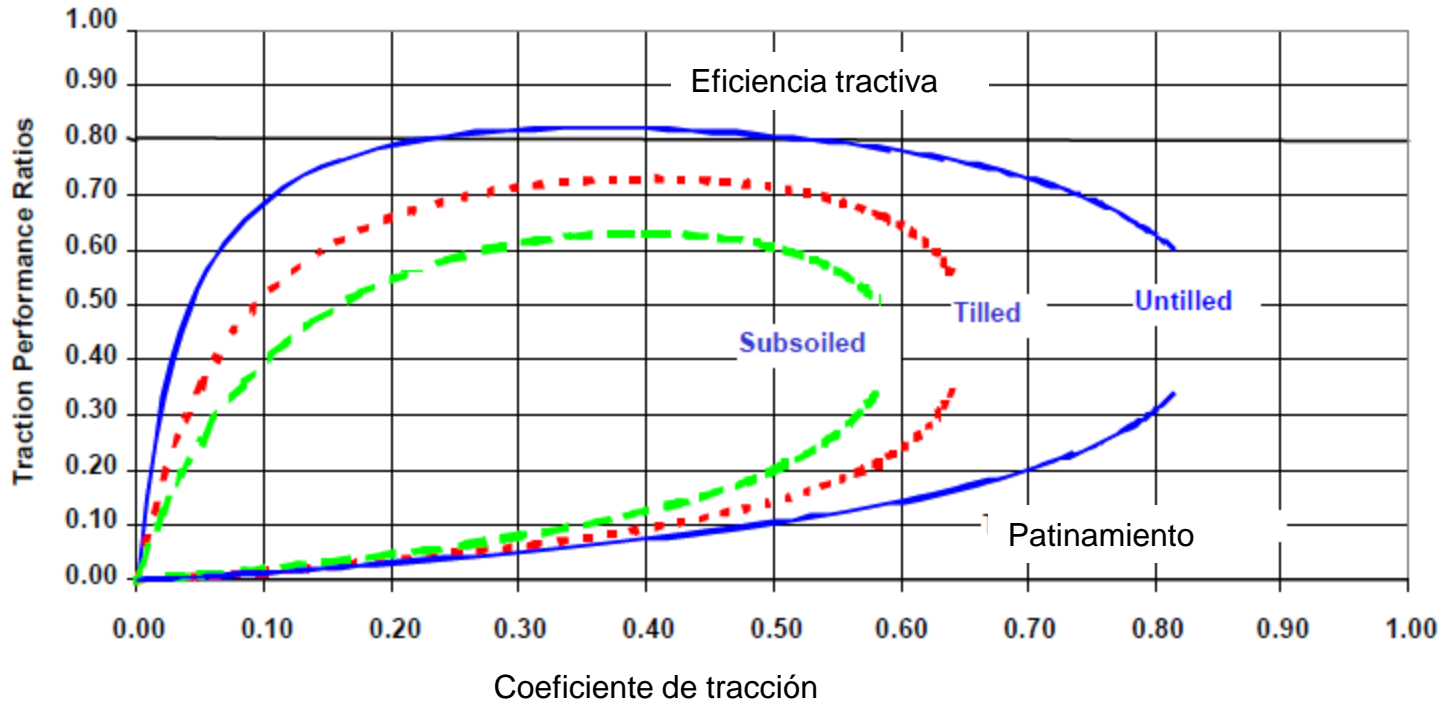


Figure 27. Performance of 20.8R42 dual tires on three surfaces (8300 kg axle load, 83 kPa tire pressure).

Efectos de la presión de inflado

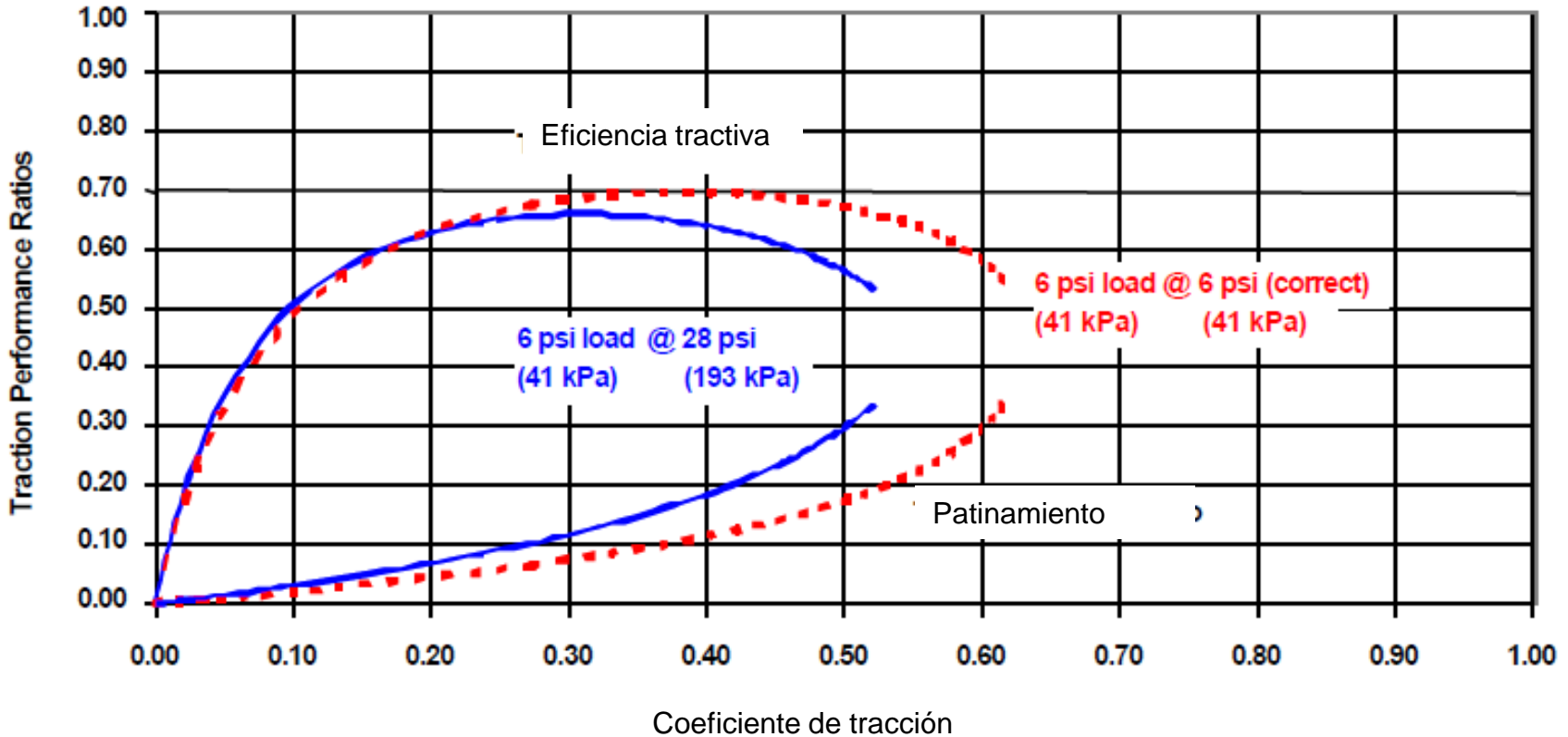
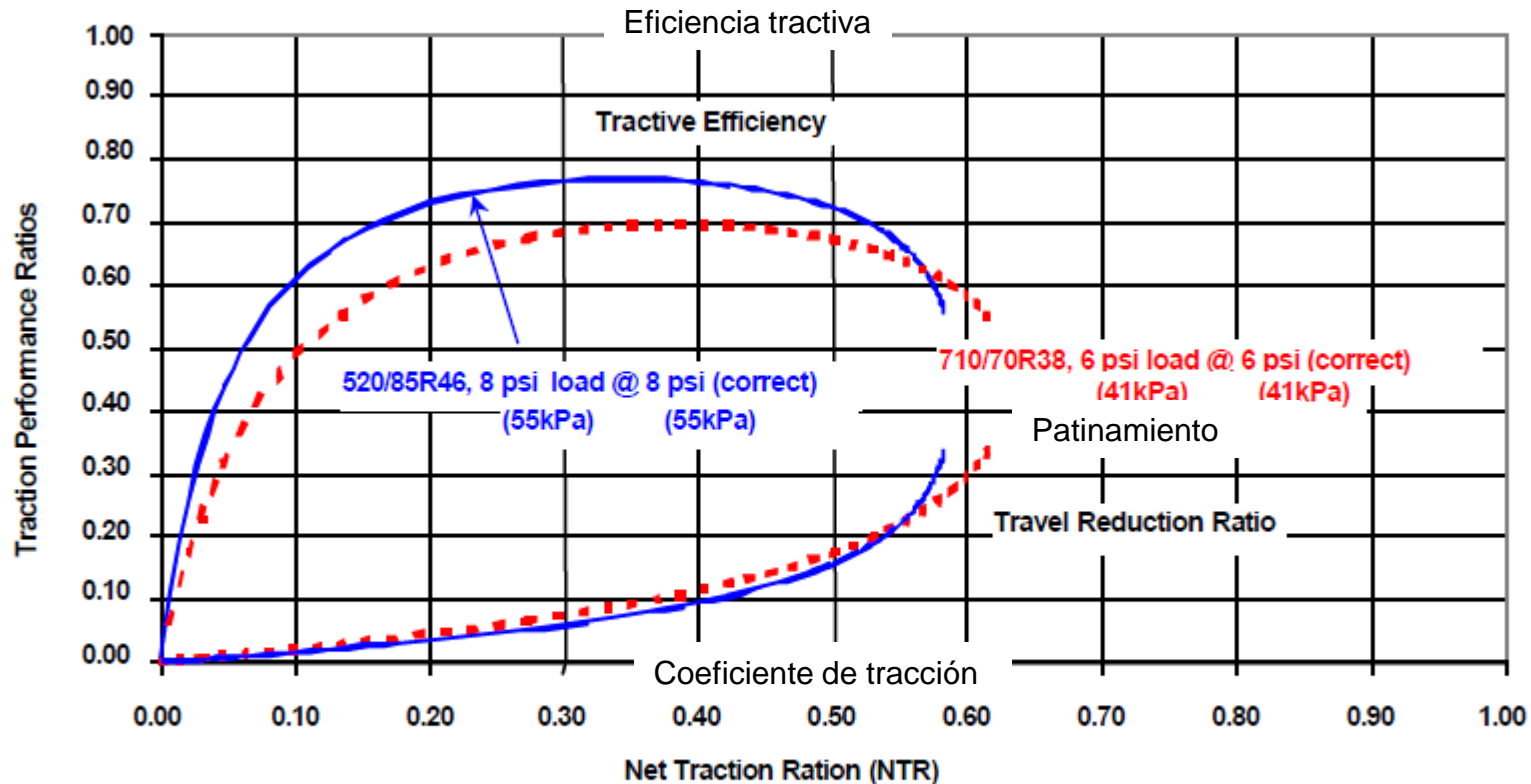


Figure 28. Performance of single tire (Firestone 710/70R38 ATR) at two inflation pressures in tilled (loose) tractive conditions.

Dos tamaños de neumáticos a la correcta Pi sobre suelos labrados



are 29. Performance of two sizes of single tires at correct inflation pressures in tilled (loose) tractive conditions.

$$\eta_r = \frac{T V_r}{F V_t} = \frac{(T / Qa) V_t (1 - s)}{F / Qa V_t} = \frac{t}{f} (1 - s)$$

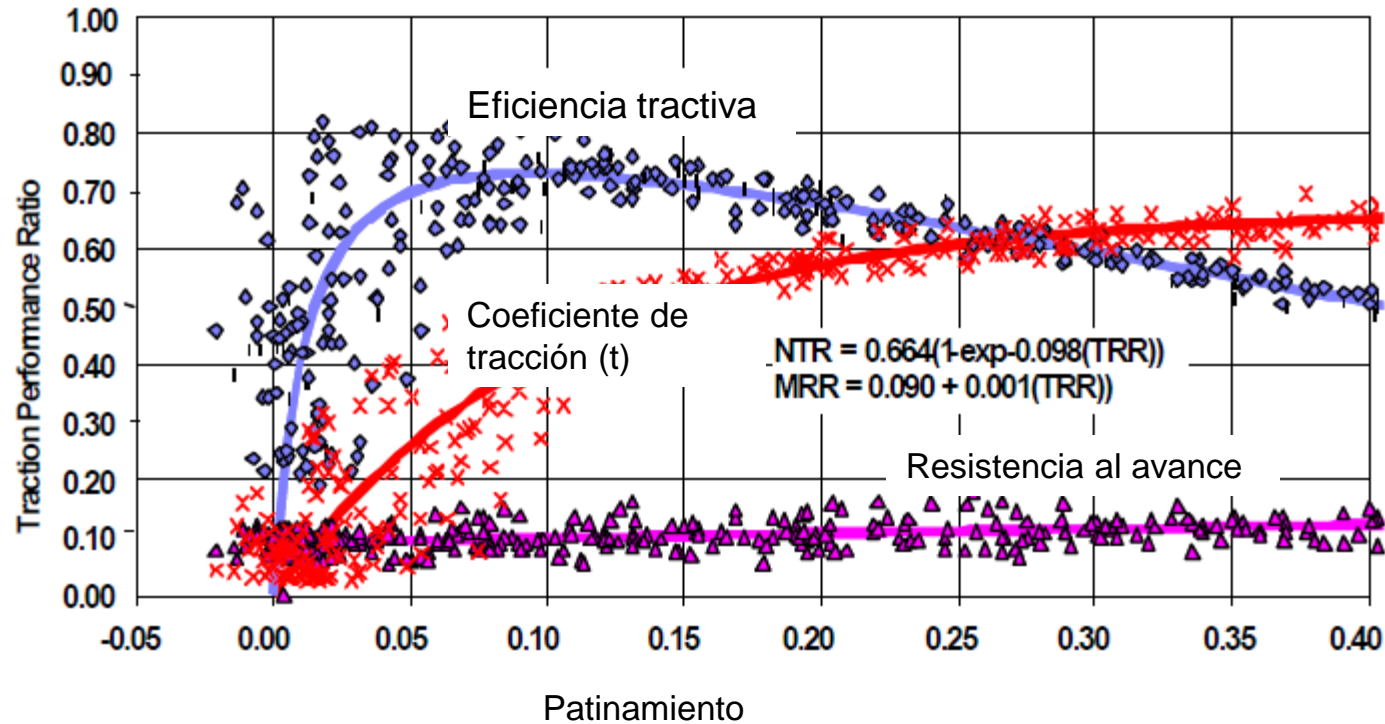
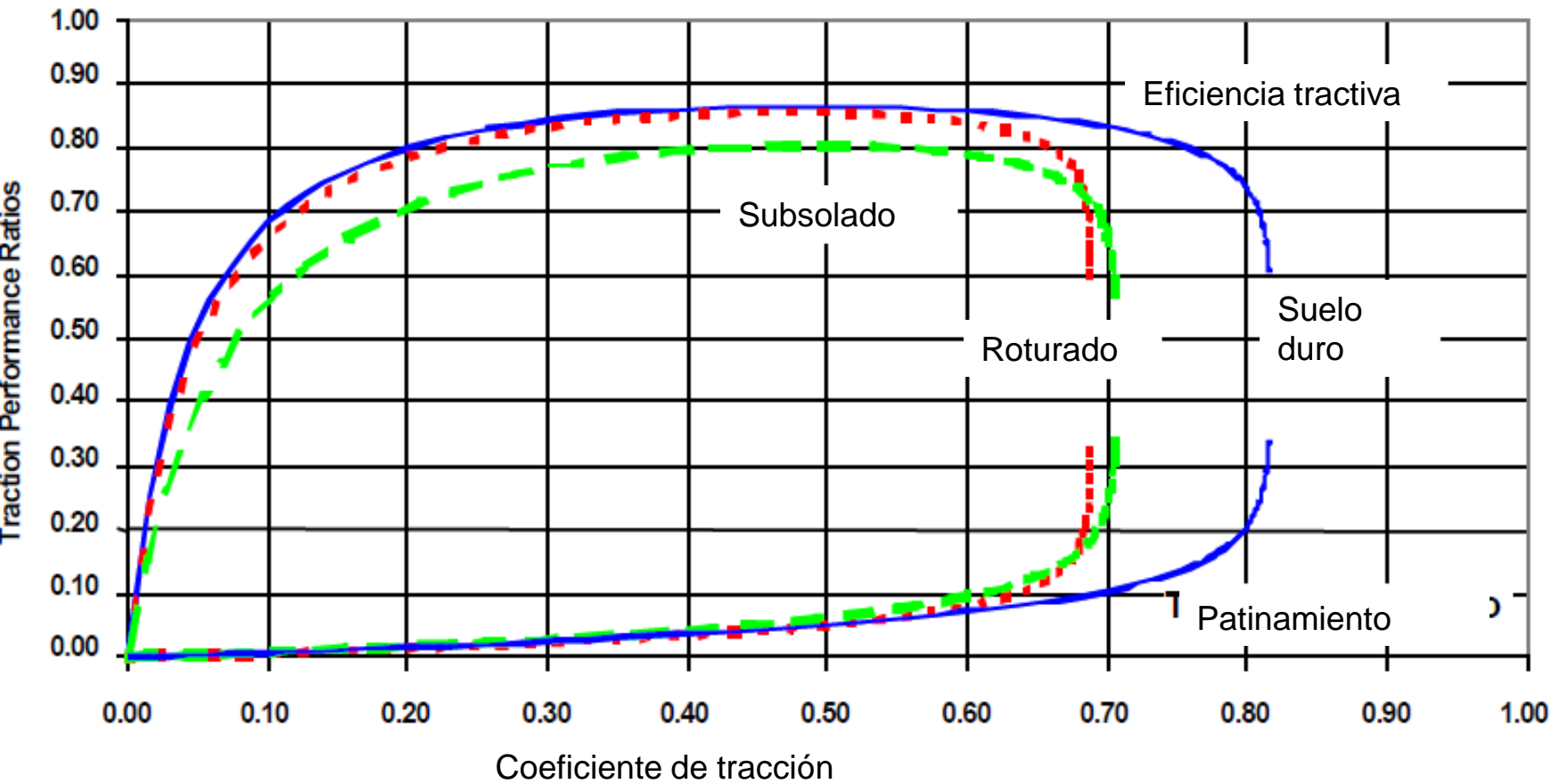


Figure 17. Traditional slip plot of traction data with regression curves. Tire = 20.8R42 dual. Surface = Lon's tilled (seeded).

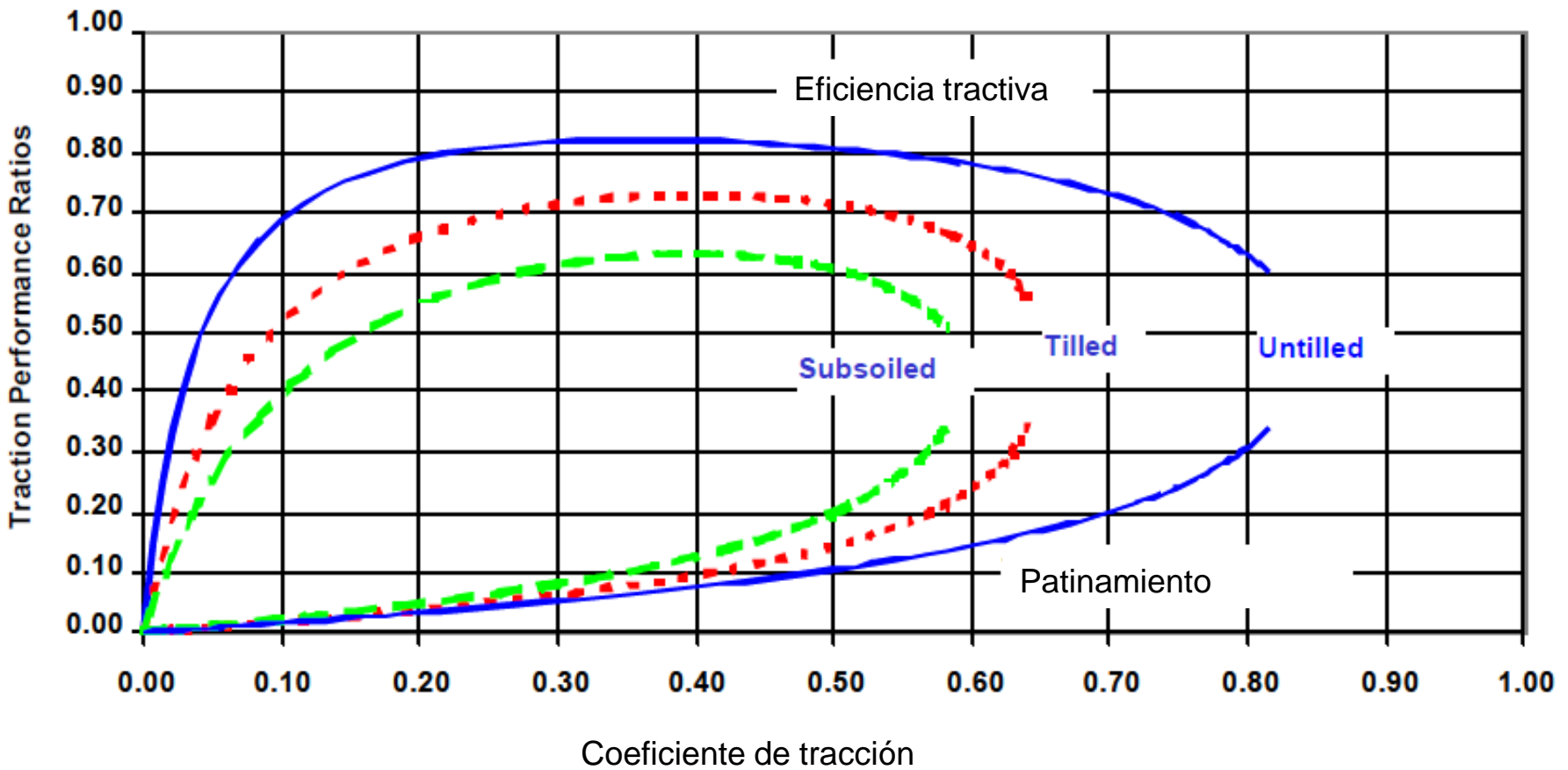
Variación de los parámetros de prestación tractiva en función del patinamiento

Orugas de goma en tres superficies



7. Performance of 630 mm (25 in.) belt on three surfaces (belted tractor total weight = 12700 kg; wheel tractor axle weight = 8303 kg).

Ruedas neumáticas duales en tres superficies



38. Performance of 20.8R42 dual tires on three surfaces (axle load = 8300 kg; tire pressure = 83 kPa).

BIBLIOGRAFIA

- V. Sánchez-Girón Renedo. Dinámica y Mecánica de Suelos. Ed Agrotécnicas, S.L.Madrid. 1996 (Biblioteca Facultad)
- M de Simone, L. Draghi, J. Hilbert y D. Jorajuria. 2006. El tractor agrícola. Fundamentos para su selección y uso. Ed INTA. (Biblioteca Facultad)
- Botta-Draghi-Jorajuria. Los Tractores agrícolas. 2000.UNLuján. (Biblioteca Facultad)
- ASAE Distinguished Lecture Series. Tractor design N°27. Traction and tractor performance. Frank M. Zoz and Robert Grisso. 2003 (Biblioteca Parcial Curso de Mecánica)