

Felipe Villalobos
Universidad Católica de la Santísima Concepción

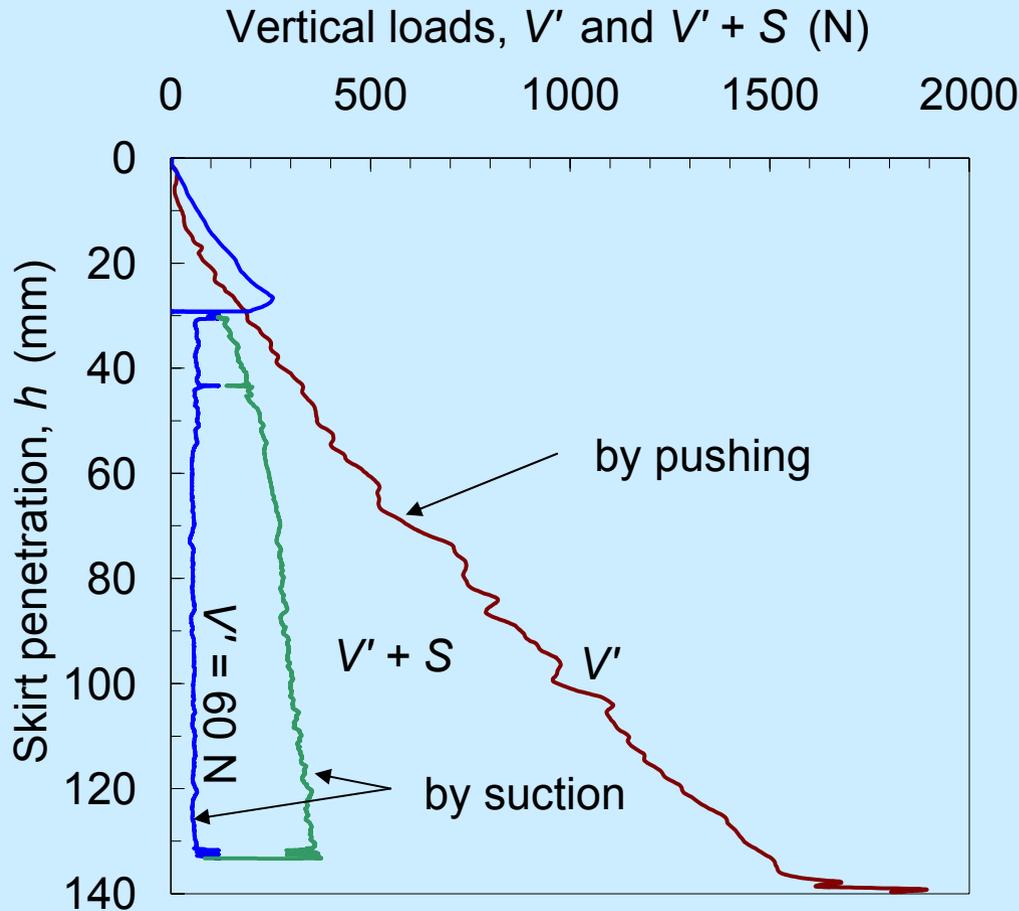
INSTALACIÓN DE FUNDACIONES CÁMARA A SUCCIÓN EN ARENA



Delineamiento

- Ventaja del uso de succión en la instalación de fundaciones cámara
- Procedimiento para calcular la succión
- Trabajo de laboratorio
- Comparación entre resultados teóricos y de ensayos de laboratorio y terreno
- Conclusiones

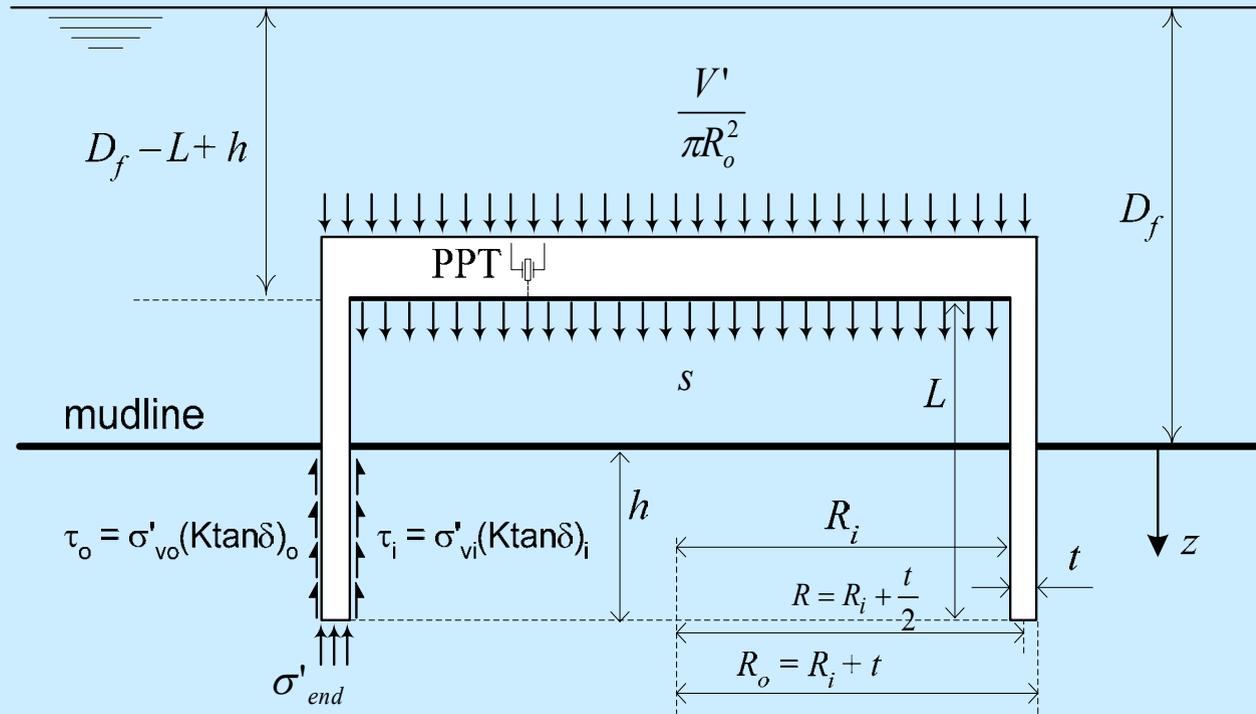
Instalación usando incremento de carga y aplicando succión bajo carga constante



-El uso de succión reduce la carga vertical neta requerida para instalar una fundación

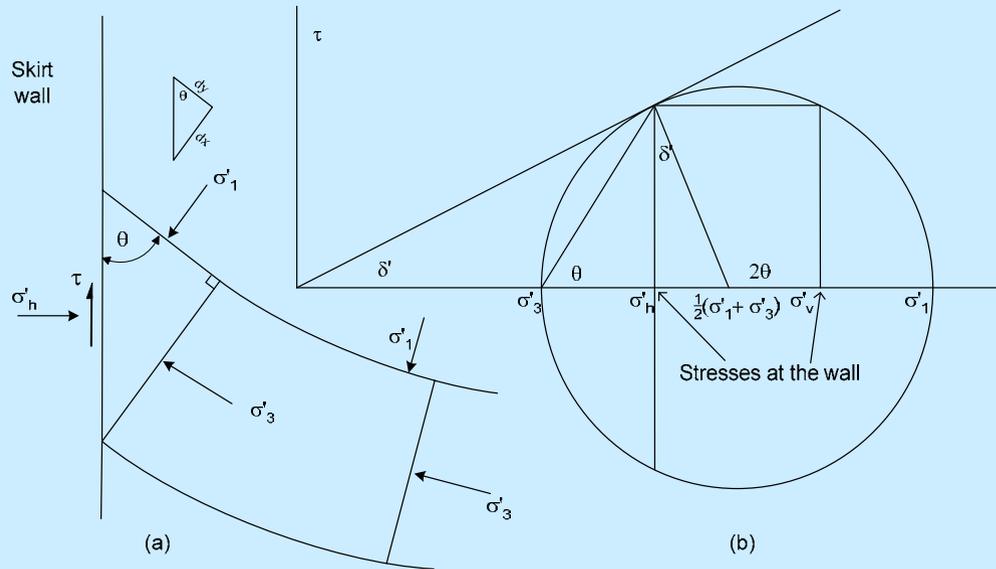
-Esto es posible debido al gradiente hidráulico creado por la aplicación de succión

Tensiones verticales en una fundación cámara durante una instalación a succión



Equilibrio de fuerzas sobre la fundación

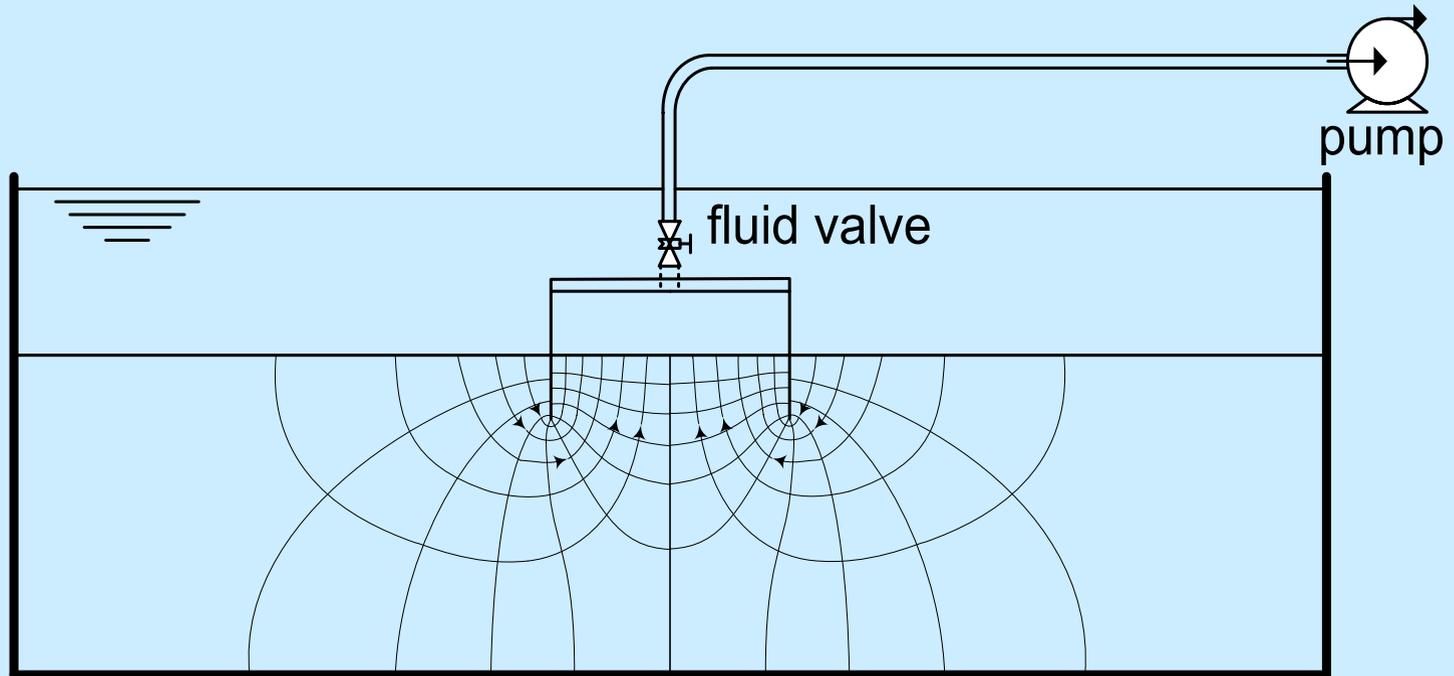
$$V' + \underbrace{sA_i}_S = \underbrace{2\pi R_o \int_0^h (K_P \tan \delta')_o \sigma'_{vo} dz}_{F_o} + \underbrace{2\pi R_i \int_0^h (K_P \tan \delta')_i \sigma'_{vi} dz}_{F_i} + \underbrace{(\sigma'_{vi} N_q + \gamma' t N_\gamma) 2\pi R t}_{B_q + B_\gamma}$$



$$K = K_P = \frac{\sigma'_h}{\sigma'_v} = \frac{\cos^2 \theta + k_p \sin^2 \theta}{\sin^2 \theta + k_p \cos^2 \theta} = \frac{1 + \sin^2 \phi'}{1 - \sin^2 \phi'} = \frac{2 - \cos^2 \phi'}{\cos^2 \phi'}$$

$$k_p = \frac{1 + \sin \phi'}{1 - \sin \phi'}$$

Red de flujo alrededor de una fundación durante su instalación



$$i_i = \frac{(1-a)s}{\gamma_f h} ; \quad i_o = -\frac{as}{\gamma_f h}$$

$$a = \frac{a_1 k_f}{(1-a_1) + a_1 k_f} ; \quad a = a_1 = c_0 - c_1 \left(1 - e^{-\frac{h}{2Rc_2}} \right) ; \quad k_f = k_i / k_o$$

Gradientes
hidráulicos y
factor de
presión

Cálculo de la succión

$$\sigma'_{vi \text{ seepage}} = \left[1 - \frac{(1-a)s}{\gamma'h} \right] \sigma'_{vi}; \quad \sigma'_{vo \text{ seepage}} = \left[1 + \frac{as}{\gamma'h} \right] \sigma'_{vo}$$

$$s = \frac{V' - [\pi R_o (K_P \tan \delta')_o \gamma'h^2 + \pi R_i (K_P \tan \delta')_i \gamma'h^2 + 2\pi R t \gamma'h N_q + \pi R t^2 \gamma' N_\gamma]}{ah\pi R_o (K_P \tan \delta')_o - (1-a)[\pi R_i (K_P \tan \delta')_i h + 2\pi R t (N_q + \frac{t}{h} N_\gamma)] - A_i}$$

$$s = \frac{[V' - (F_i + F_o + B_q + B_\gamma)]\gamma'h}{aF_o - (1-a)(F_i + B_q + B_\gamma) - \gamma'hA_i}$$

Descripción de los ensayos

Propiedades geotécnicas de la arena Redhill y Luce Bay

Arena	D ₁₀ mm	D ₃₀ mm	D ₅₀ mm	D ₆₀ mm	C _u	C _c	G _s	γ _{d min} kN/m ³	γ _{d max} kN/m ³	e _{min}	e _{max}	φ' _{cs} (°)
Redhill	0.08	0.10	0.12	0.13	1.63	0.96	2.65	12.76	16.80	0.547	1.037	36
Luce Bay	0.25	0.31	0.35	0.40	1.60	0.96	2.65	13.54	17.46	0.489	0.920	36

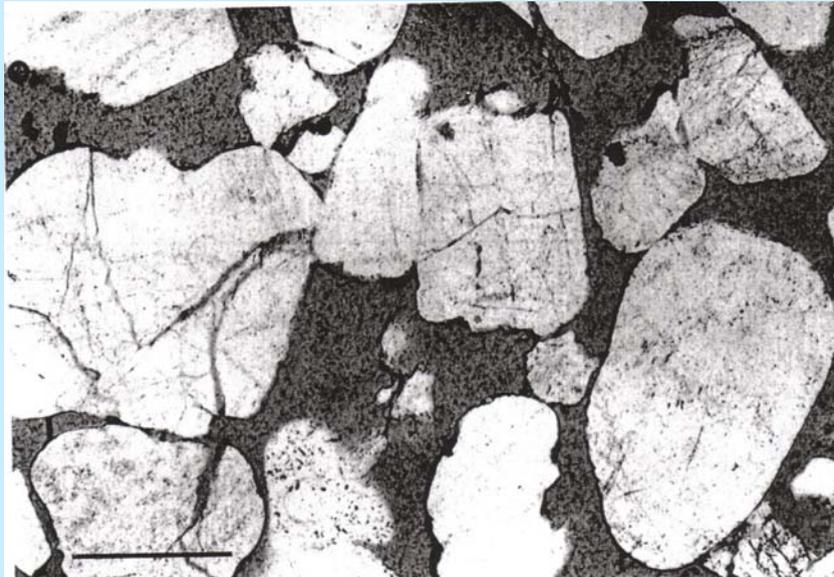
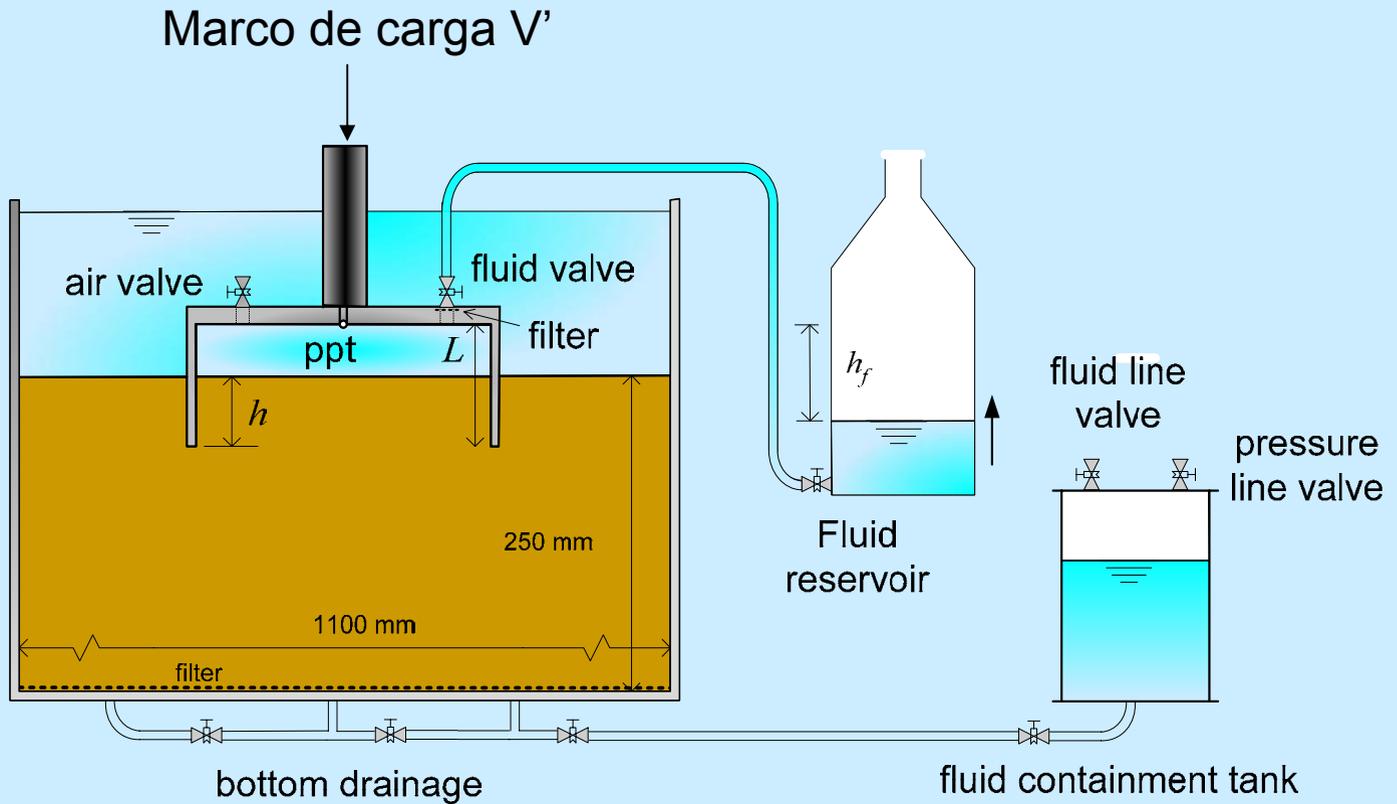


Foto micrográfica de la arena Redhill (Richards y Barton 1999)



Modelo de una cámara a succión con válvula de fluido y transductor de presiones de poros

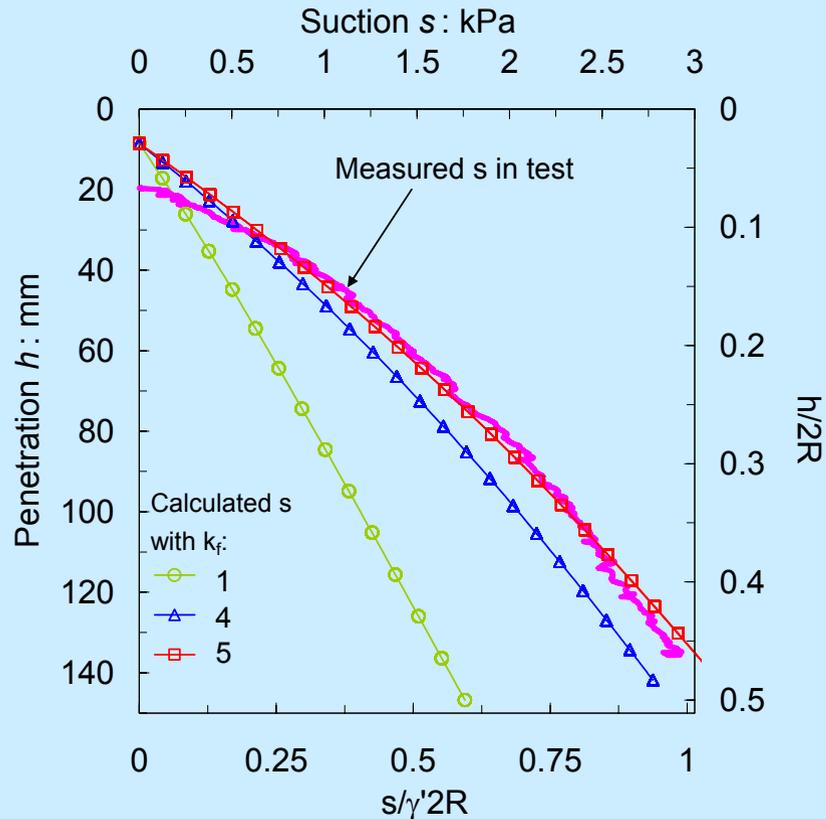
Sistema de ensayo



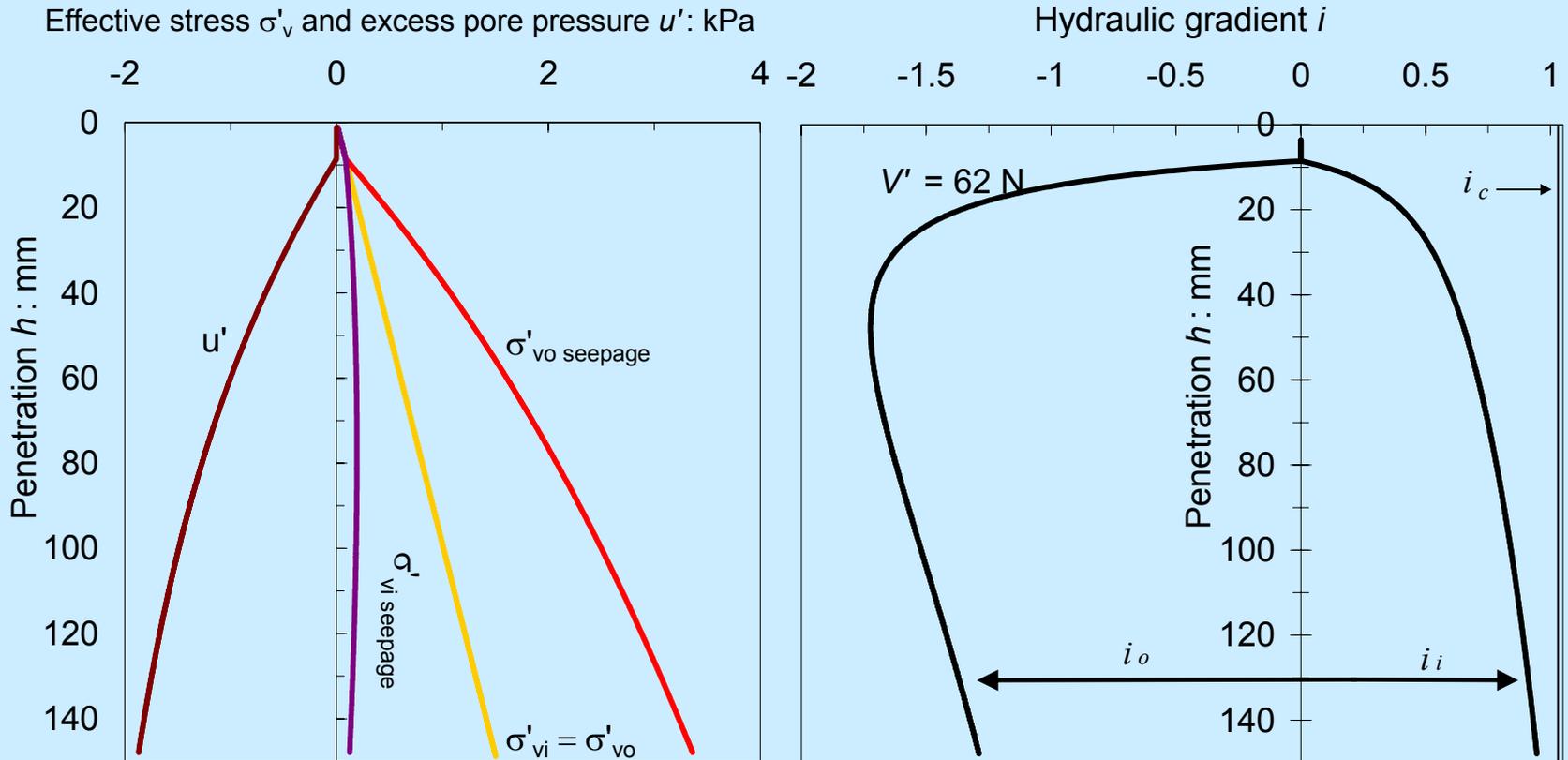
Resultados experimentales y teóricos

Parámetros usados en los cálculos de succión

2R: m	L: m	t: mm	V': kN	γ' : kN/m ³	R _d : %	ϕ' : °	δ' : °	$K_{\rho}\tan\delta'$	k_f	D _f : mm
0.293	0.146	3.4	0.062	10.1	89	46	14	0.8	5	180
1.5	1.0	8	7	10.3	80-85	45	32	2	5	250
3.0	1.5	8	60	10.3	80-85	45	32	2	5	250

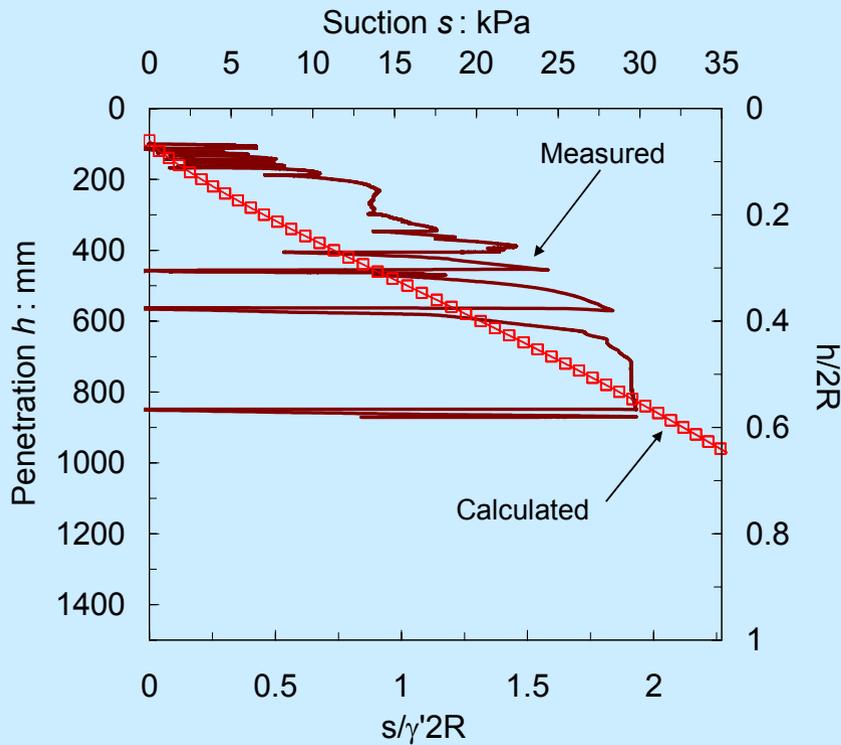


Estimación de las tensiones efectivas, presiones de poros en exceso y gradientes hidráulicos

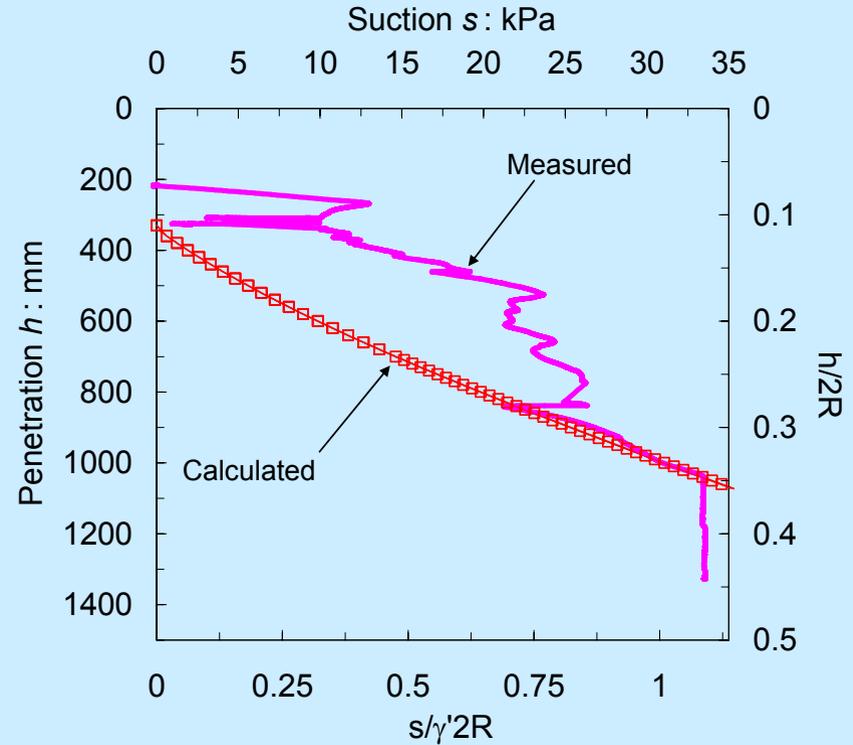


$$i_c = \gamma' / \gamma_f$$

Resultados de ensayos a gran escala



$2R = 1.5$ m, $L = 1$ m, $t = 8$ mm



$2R = 3$ m, $L = 1.5$ m, $t = 8$ mm

Conclusiones

- Se propone una expresión para estimar el coeficiente de empuje lateral en paredes con fricción. El ángulo de fricción en la interfaz suelo-muro se correlacionó con la rugosidad máxima del muro.
- El uso de succión reduce considerablemente la fuerza requerida para instalar fundaciones cámara en arenas densas. Esto es posible debido a los gradientes hidráulicos creados por la succión.
- En el cálculo de la succión la sobrecarga B_q resultó ser la más relevante seguida por la fricción F_i , F_o . El término del peso propio resultó insignificante B_γ

Conclusiones

- El flujo generado por la succión influencia la permeabilidad del suelo. Por ello se consideró la variación de la permeabilidad al interior y exterior de la cámara usando $k_f = k_i/k_o$, sin embargo, más estudios son necesarios para evaluar k_f sin empiricismo)
- Es fundamental el cálculo del gradiente hidráulico máximo ($i_i < i_c$) para evitar el fenómeno de entubamiento (*piping*), lo cual imposibilita la instalación

<http://www.civil.ucsc.cl>

villalobos@ucsc.cl

