EJEMPLO DE REFERENCIA · CASILOTEX

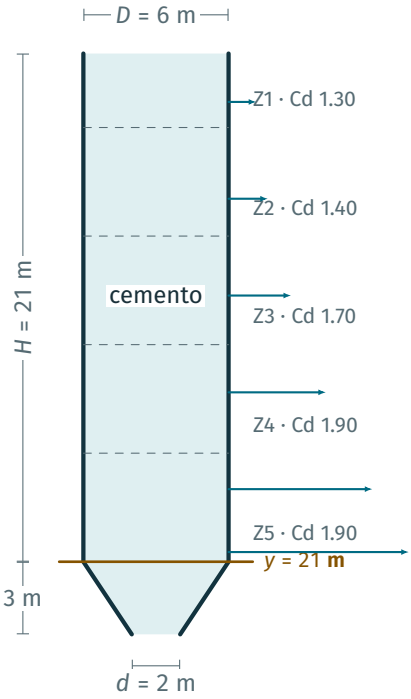
Silo circular de cemento 6 × 21 m

Losas plegadas, cúpulas, silos y tanques de hormigón armado · v2026.10 · Octubre de 2026

Enunciado

Un silo circular de hormigón armado almacena **cemento portland**. Tiene diámetro D = 6 m, altura de pared H = 21 m, pared de h_p = 25 cm y una tolva de 3 m de altura con boca de 2 m. El material entra a 65 °C y el ambiente está a 10 °C.

En la base de la pared (y = 21 m) se pide: clasificar el depósito y su flujo; calcular las **presiones estáticas** por Reimbert y por Jaky y las **presiones dinámicas** con el coeficiente de sobrepresión C_d; **verificar el espesor**; diseñar la **armadura horizontal** (material más efecto térmico) y la **vertical**, y comprobar el **ancho de grietas**.



Datos

Geometría	Valor
Forma	Circular
Diámetro D	6 m
Altura de pared H	21 m
Espesor de pared h_p	25 cm
Tolva: altura h, boca d	3 m, 2 m
Profundidad de análisis y	21 m

Material almacenado	Valor
Cemento portland	γ = 1600 kgf/m^3
Ángulo de rozamiento	ϕ = 27°
Fricción con la pared	μ = 0.40 (cohesivo)

Hormigón y acero	Valor
f'_c, f_y	250 y 4200 kgf/cm^2
E_s	2.1 × 10^6 kgf/cm^2
Recubrimiento r_m	5 cm
Barras	ϕ20 horizontal, ϕ16 vertical

Criterios	Valor
Temperaturas	t_i = 65 °C, t_e = 10 °C
Coeficiente K	Envolvente (Reimbert y Jaky)
Sobrepresión C_d	Conservador (H/D = 3.5 → col. 4)

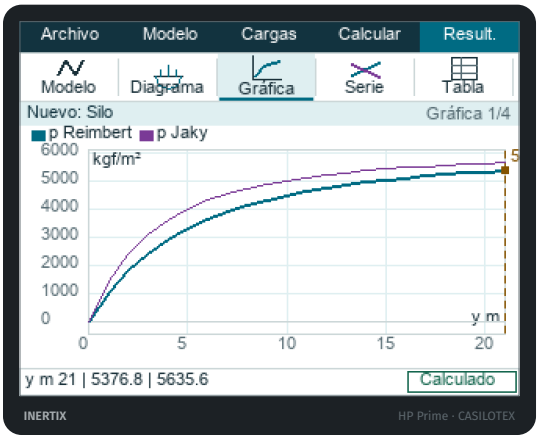
Resultados clave

Magnitud	Referencia	CASILOTEX	Estado
Clasificación ($1.5\sqrt{A}$ = 7.976 m)	Silo	Silo	Coincide
Flujo (h/d = 1.5 ≤ 2.5)	Embudo	Embudo	Coincide
Reimbert: p (kgf/m^2)	5376.8	5376.8	Coincide
Reimbert: q (kgf/m^2)	10828.4	10828.4	Coincide
Reimbert: V (kgf/m)	34157.3	34157.3	Coincide
Jaky: p (kgf/m^2)	5635.6	5635.6	Gobierna
Zona y C_d en y = 21 m	5 · 1.90	5 · 1.90	Coincide
$p_d = C_d\,p$ (kgf/m^2)	10707.6	10707.6	Coincide
Tracción $T_d = p_d D/2$ (kgf/m)	32122.8	32122.8	Coincide
Espesor mecánico (cm)	16.07	16.07	≤ 25 cm, cumple
A_{sh} material (cm^2/m)	14.447	14.447	Coincide
A_{st} térmico calc. / adoptado	0.651 / 6.25	0.651 / 6.25	Manda el mínimo
A_{SH} total (cm^2/m)	20.697	20.697	4 ϕ20 c/25 por cara
A_{SV} total (cm^2/m)	12.50	12.50	ext. 4 ϕ16 c/25, int. 3 ϕ16 c/30
Ancho de grieta W_{cr} (mm)	0.1026	0.1026	≤ 0.2 mm, cumple

Presiones en la base de la pared (y = 21 m). Para el diseño se toma el mayor de Reimbert y Jaky en cada magnitud (envolvente). Tolerancia de la validación: 10^{-6} relativo.

Cómo se obtiene en CASILOTEX

1. 1 **Archivo** Nuevo: `Silo`.
2. 2 **Modelo** Forma: H = 21 m, h_p = 25 cm; `Tolva`: boca 2 m.
3. `Material`: cemento; `Armado`: ϕ20 y ϕ16.
4. 3 **Cargas** Presión: y = 21 m; `Térmico`: 65 y 10 °C.
5. 4 **Calcular** Calcular y `Resumen`.
6. 5 **Result.** Diagrama, `Gráfica` (serie $C_d\,p$) y `Tabla`.
7. 4 **Calcular** Procedim.: presiones, armadura y grietas.



Presión p frente a la profundidad, cursor en y = 21 m.

Fuente: ejemplo *Silo circular de cemento 6x21 m* de CASILOTEX (`Archivo > Ejemplos`). Ejercicio resuelto del tema «Depósitos para materiales granulares» (págs. 6-16) del material de Estructuras Especiales; los valores se verificaron con un cálculo independiente. Las pequeñas diferencias con el texto original (menos del 0.3 %) se deben a que este redondea K a tres decimales. El procedimiento completo, con las 17 capturas y la secuencia de teclas, está en la *Guía de uso de CASILOTEX*, sección «Ejemplo guiado».