

TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

TPNº 9 : TORNILLO TRANSPORTADOR

DIMENSIONAR Y SELECCIONAR LOS ELEMENTOS PRINCIPALES DE UN TRANSPORTADOR A TORNILLO SIN FIN PARA TRANSPORTAR CEBADA SECA BAJO LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS

CAUDAL : 45 t/h

LONGITUD HORIZONTAL : 20 m

ALTURA DE ELEVACIÓN : 3 m

DETERMINAR:

DENSIDAD Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

DIÁMETRO Y PASO DEL TORNILLO

VELOCIDAD DEL TORNILLO

POTENCIA DE ACCIONAMIENTO

SELECCIÓN DEL MOTOR DE ACCIONAMIENTO

SISTEMA DE TRANSMISIÓN

DIMENSIONAMIENTO DEL EJE DEL TORNILLO

SELECCIÓN DE RODAMIENTOS, COXINETES INTERMEDIARIOS, ESPESORES

DE CHAPA Y TIPO DE MATERIAL

CROQUIS DE LA INSTALACIÓN

DETERMINACIÓN DEL γ_{ap} DEL MATERIAL A TRANSPORTAR: DEL CUADRO

Nº 9 DEL CATALOGO DUNLOP:

$$\gamma_{ap} = \frac{39 \text{ lb}}{\text{ft}^3} \cdot \frac{0,453 \text{ kg}}{1 \text{ lb}} \cdot \frac{1 \text{ ft}^3}{(0,3048 \text{ m})^3} = 624 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

SEGÚN PIRELLI PÁG. 60 $\gamma_{ap} = 600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

CÁLCULO DEL DIÁMETRO DEL TORNILLO:

$$Q = 47 D^3 n p C_1 \gamma_{ap} f(\alpha)$$

Q = CAPACIDAD EN (t/h)

D = DIÁMETRO DEL TORNILLO (m)

n = rpm

p = PASO EN m.

C₁ = COEFICIENTE DE LLENADO

f(α) = FACTOR QUE TIENE EN CUENTA LA INCLINACIÓN DEL TORNILLO

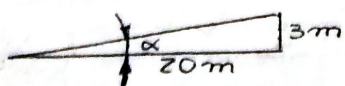
p = K D donde K oscila entre 0,5 y 1. CDO LA PENDIENTE NO ES MUY PRONUNCIADA K ≥ 0,7. CTO MAYOR ES EL VALOR DE K, MAYOR ES EL PASO Y MAYOR ES LA INCLINACIÓN DE LA HÉLICE. MAYOR SERÁ EL ESFUERZO NECESARIO PARA TRANSPORTAR EL MATERIAL Y LA CAPACIDAD DEL TORNILLO

C₁ = COEFICIENTE DE LLENADO, EL MÁXIMO VALOR QUE PUEDE LOGRARSE ES 0,5 Y ES PARA EL AGUA. CDO EL MATERIAL ES UN SÓLIDO FORMA UN ÁNGULO CON RESPECTO A LA HORIZONTAL

ARRIOLA CLASIFICA A LOS MATERIALES EN 3 GRUPOS: A, B, C, QUE TIENEN RESPECTIVAMENTE UN COEFICIENTE DE LLENADO DEL 45%, 30% Y 15%. DE LA

PÁGINA 698 VEMOS QUE LA CEBADA PARA CERVE-CERÍA SECA CORRESPONDE AL GRUPO B. ∴ C₁ = 0,30

f(α) = TIENE EN CUENTA LA DISMINUCIÓN DE CAPACIDAD DEL TORNILLO DEBIDO A SU INCLINACIÓN (PARA TORNILLOS f(α) = 1) POR CADA GRADO DE INCLINACIÓN DEL TORNILLO LA CAPACIDAD DISMINUYE UN 2%.



$$\tan \alpha = \frac{3 \text{ m}}{20 \text{ m}} \Rightarrow \alpha = 8^\circ 32'$$

$$\frac{1^\circ}{8,5^\circ} = \frac{2\%}{x} \Rightarrow x = 17\%$$

$$f(\alpha) = 0,83$$

$$Q = 47 K D^3 n C_1 \gamma_{ap} f(\alpha)$$

$$\therefore f(\alpha) = 1 - 0,17 = 0,83$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{Q}{47 \text{ KNCl } \gamma_{\text{ap}} \text{ t x}}}$$

SEGÚN ARRIOLA PÁG 697 LA VELOCIDAD $v = \frac{p \cdot n}{60} \left(\frac{m}{\text{seg}} \right)$

DEBE OSCILAR ENTRE 0,2 m/seg y 0,4 m/seg EN LA TABLA 58 DE PÁG 699 EN FUNCIÓN DEL CAUDAL Q' Y TIPO DE MATERIAL (A, B, ó C) ENCUENTRO EL N° DE REVOLUCIONES ACONSEJABLE

$$Q' \left(\frac{m^3}{h} \right) = Q \left(\frac{t}{h} \right) / \gamma_{\text{ap}} \left(\frac{t}{m^3} \right) = 45 (t/h) / 0,624 (t/m^3)$$

$$Q' = 72,1 \text{ m}^3/h \quad \Rightarrow n = 66 \text{ rpm}$$

MATERIAL B

$$D = \sqrt[3]{\frac{45 (t/h)}{47 \cdot 0,8 \cdot 66 \text{ rpm} \cdot 0,3 \cdot 0,624 \frac{t}{m^3} \cdot 0,83}}$$

$$D = 0,488 \text{ m} = 488 \text{ mm.}$$

$$D = 490 \text{ mm.}$$

$$P = K \cdot D = 0,7 \times 490 \text{ mm} = 343 \text{ mm.}$$

VERIFICACIÓN DE LA VELOCIDAD:

$$v = \frac{p \cdot n}{60} = \frac{343 \text{ mm} \cdot 66 \text{ rpm}}{60} = 377 \frac{\text{mm}}{\text{seg}}$$

$$v = 0,38 \frac{\text{m}}{\text{seg}} \quad \text{SE VERIFICA.}$$

CÁLCULO DE LA POTENCIA DE ACCIONAMIENTO:

$$\text{SEGÚN ARRIOLA: } N_t = \frac{Q h}{270} + \frac{Q L C_2}{270}$$

EL PRIMER TÉRMINO DA LA POTENCIA CONSUMIDA AL ELEVAR EL MATERIAL, EL SEGUNDO TÉRMINO DA LA POTENCIA ABSORBIDA AL DESPLAZAR EL MATERIAL A LO LARGO DEL TORNILLO.

C_2 = COEFICIENTE DE RESISTENCIA AL AVANCE, DE ARRIOLA PÁG. 698 $C_2 = 2$

$$N_t = \frac{45 (t/h) \cdot 3 \text{ m}}{270} + \frac{45 (t/h) \cdot 20 \text{ m}}{270}$$

$$N_t = 3,83 \text{ CV.}$$

POTENCIA DEL MOTOR DE ACCIONAMIENTO N_m

$$N_m = \frac{N_t}{\eta} = \frac{3,83 \text{ CV}}{0,92} \quad \therefore N_m = 5,1 \text{ CV} \quad \eta = \text{rendimiento de la reducción}$$

SELECCIÓN DEL MOTOR:

ELEGIMOS UN MOTOR TRIFÁSICO ALEC DE LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS

MODELO V-1124 MI	VELOCIDAD DE SINCRONISMO: 1500 rpm
FRECUENCIA 50 Hz	VELOCIDAD DE RÉGIMEN: 1410 rpm
POTENCIA 5,5 CV	RENDIMIENTO: 81%
$\cos \phi = 0,83$	

CÁLCULO DEL DIÁMETRO DEL EJE DEL TORNILLO:

OPTAREMOS UN EJE HUECO PARA QUE SEA LIVIANO DEBERÁ SER DE
 ARED GRUESA, NO MENOR DE 6 mm. SERÁ SIN COSTURA

SEGUN ASME:

$$D = \sqrt[3]{\frac{16}{\pi \cdot 6000} K_t \cdot M_t \cdot \frac{1}{1-K}}$$

$$M_t = 71620 \frac{N}{n} = 71620 \frac{5,5 CV}{66 rpm} = 5.534 \text{ kgcm.}$$

PROPONDEREMOS UN EJE QUE RESPONDE A LA NORMA SCHEDULE DE
 LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS

$$D_e = 4 \frac{1}{2}'' = 114,3 \text{ mm}$$

$$D_i = 4'' = 101,6 \text{ mm.}$$

$$c = \frac{1/2''}{2} = \frac{12,7 \text{ mm}}{2} = 6,35 \text{ mm}$$

$$K = \frac{D_i}{D_e} = 0,89$$

$$D_e = \sqrt[3]{\frac{16 (2 \cdot 5534 \text{ kgcm})}{\pi \cdot 420 \frac{kg}{cm^2}} \cdot \frac{1}{(1-0,89)}} = 10,65 \text{ cm}$$

$$D_e = 106,5 \text{ mm}$$

ADOPTAMOS EL ÁRBOL PROPUESTO

SELECCIÓN DE REDUCTOR Y TRANSMISIÓN POR CORREAS

REDUCTOR SHAFT MOUNTED:

$$\text{POTENCIA DE SELECCIÓN } N_{sel} = f_s \cdot N_n = 1 \cdot 5,5 CV = 5,5 CV$$

$$n_{\text{tornillo}} = 66 \text{ rpm}$$

PÁG. 1-18 \Rightarrow MODELO 55 D-15 EN PÁG. 1-20 SALEN LAS CARAC-
 TERÍSTICAS DEL REDUCTOR

TRANSMISIÓN POR CORREAS

CATALOGO GOOD-YEAR

$$\text{POTENCIA DE SELECCIÓN } N_s = f_s \cdot N_n$$

$f_s = 1,8$ PARA MOTORES ELÉCTRICOS, CON ROTOR EN CORTOCIRCUITO
 Y ALTA TORSIÓN (PÁG. 23)

$$N_s = 1,8 \times 5,5 CV = 9,9 CV$$

SECCIÓN MÁS ECONÓMICA A UTILIZAR (PÁG. 44)

PARA $N_s = 9,9 CV$

$$n_{\text{motor}} = 1410 \text{ rpm}$$

\Rightarrow SECCIÓN B ES LA MÁS ECONÓMICA.

$$i = \frac{n_{\text{motor}}}{n_{\text{tornillo}}} = 21,36$$

$$n_{\text{motor}} = n_1$$

$$n_{\text{reductor}} = n_3$$

$$n_{\text{tornillo}} = n_2$$

$$i = i_1 \cdot i_2$$

$$i_1 = \frac{n_1}{n_3}$$

$$i_2 = \frac{n_3}{n_2}$$

$$i_2 = 15$$

$$i_1 = \frac{i}{i_2} = 1,42$$

EN PÁG. 16 OBTENGO EL DIÁMETRO PRIMITIVO DE LA POLEA MÁS
 PEQUEÑA CON $n_1 = 1410 \text{ rpm}$

$$1400 \text{ rpm } N_{u1} = 0,96 CV \quad d_{p1} = 3''$$

$$1410 \text{ rpm } N_{u1} = 0,967 CV \quad d_{p1} = 3'' \quad d_{p2} = i_1 \cdot d_{p1} = 4,26''$$

$$\Delta N_u = 0,18 \quad (\text{PORQUE } \mu \neq 1)$$

$$N_u = N_u' + \Delta N_u = 1,15 \text{ CV/CORREA.}$$

CORRECCIÓN POR LARGO Y POR ARCO DE CONTACTO:

DIFERENCIA ENTRE DIÁMETROS DE LAS POLEAS: 1,26"

DISTANCIA ENTRE CENTROS: 30"

DE PÁG. 20 $f_k = 0,99$

$$\text{LARGO DE LA CORREA} \quad L = 2C + \frac{\pi}{2} (D+d) + \frac{(D-d)^2}{4C}$$

C = DISTANCIA ENTRE CENTROS DE LAS POLEAS

D = d_p = DIÁM. PRIMITIVO DE LA POLEA MAYOR

d = d_p = " " " " MENOR.

$$\therefore L = 2 \cdot 30'' + \frac{\pi}{2} (4,26'' + 3'') + \frac{(1,26'')^2}{4 \cdot 30''}$$

$$L = 71,4'' \quad \text{PÁG 21} \quad f_L = 0,95$$

SECCIÓN B

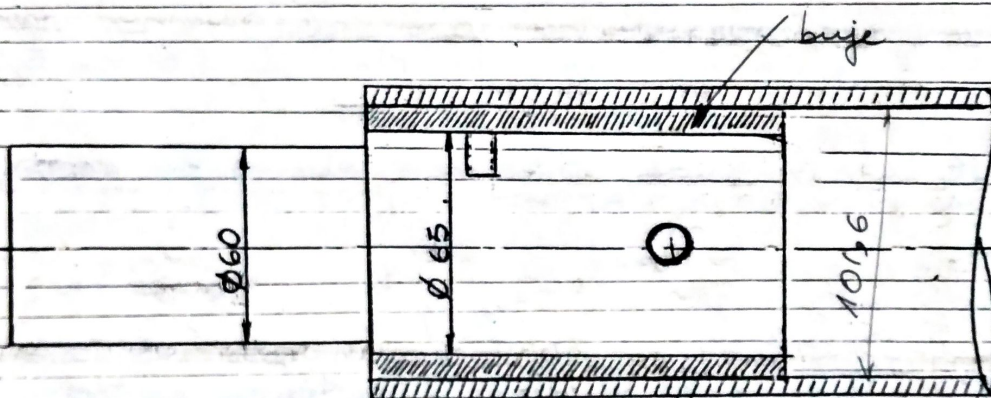
$$\therefore N_u^* = N_u f_L f_k = 1,082 \text{ CV/CORREA}$$

$$z = \text{NRO. DE CORREAS} = \frac{N_{SEL}}{N_u^*} = 8,5 \text{ CORREAS}$$

$$z = 9 \text{ CORREAS}$$

EJE DE SALIDA DEL TORNILLO:

UTILIZAREMOS ACERO SAE 1045



$$\tau_{adm} \geq \frac{M_t}{W} = \frac{71620 \text{ N}}{W} = \frac{71620 \cdot N \cdot 16}{\pi d^3} = \tau$$

$$\tau_{adm} = 560 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{PRO PONEMOS UN } d = 60 \text{ mm.}$$

τ = TENSION TANGENCIAL DE TRABAJO

$$\tau = \frac{5534 \text{ kgcm} \cdot 16}{\pi (6 \text{ cm})^3} = 130 \text{ kg/cm}^2$$

SE CUMPLE QUE: $\tau < \tau_{adm}$.

ESTE EJE DE SALIDA DEBE ENTRAR CON AJUSTE DESLIZANTE AL EJE HUELO DEL TORNILLO (AL BUJE), Y SE ASEGURA CON TORNILLOS PRISIONEROS A 90° DE 19,5 mm DE DIÁMETRO

COJINETES INTERMEDIOS

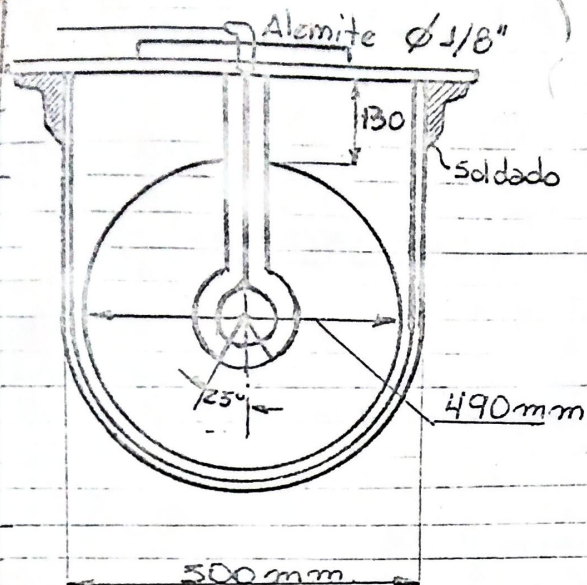
LA DISTANCIA ENTRE COJINETES SE CALCULA SEGÚN

$$d(m) = 0,29 \sqrt{D(m)} = 0,29 \sqrt{490 \text{ mm}}$$

$$d(m) = 6,4 \text{ m.}$$

COLOCA REMOS 3 COJINETES DESLIZANTES (BUJES) CON SUS

SOPORTES. LA CUBETA DEL TRANSPORTADOR SE FABRICARA CON CHAPA DE 1500 x 6000 x 3/12" DE DIMENSIONES, NOS ALCANZA PERFECTAMENTE PUES:

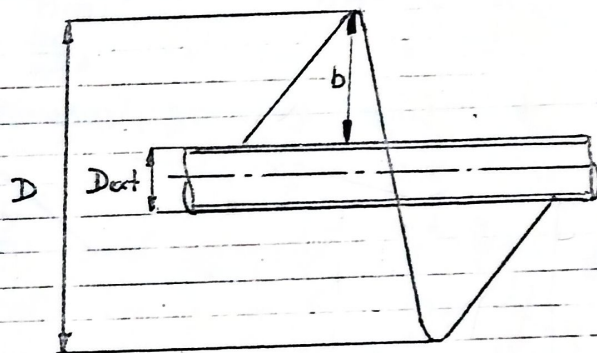
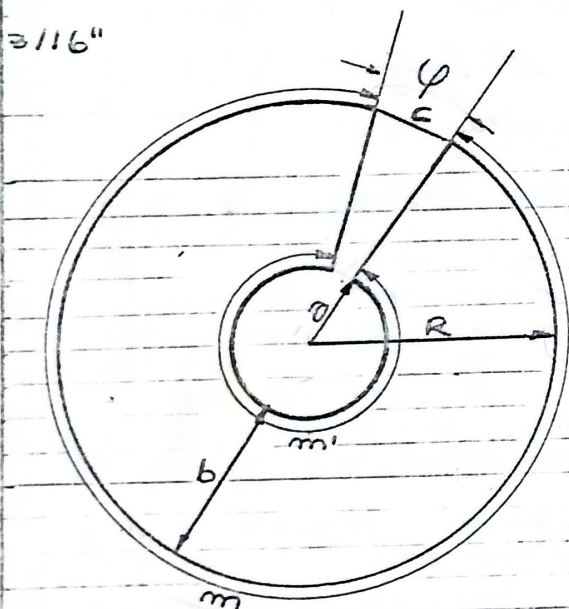


$$\frac{500 \cdot \pi}{2} + 2 \times \left(\frac{490}{2} + 130 \right) = 1485 \text{ mm}$$

LAS ROLADORAS VIENEN DE LONGITUD MÁXIMA DE 3m, POR LO TANTO LA CHAPA DEBERÁ CORTARSE A LA MITAD PARA PODER SER TRABAJADA PARA DARLE MAYOR RIGIDEZ AL CONJUNTO SE SOLDARÁN DOS PERFILES ÁNGULO: L 2" x 1/8" PARA LA TAPA SE UTILIZARÁN CHAPAS DE 1500 x 6000 x 3/16" PARA CUBRIR UNA SUPERFICIE DE 700 x 20.000 mm.

HÉLICE DEL TORNILLO:

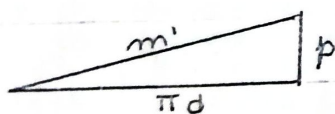
SE CONSTRUIRÁN EN CHAPA DE 1200 x 6000 x 3/16"



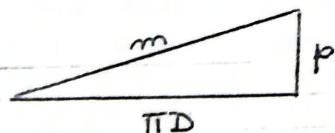
$$p = 341,6 \text{ mm}$$

$$D = 488 \text{ mm} = \text{DIÁM. DE LA HÉLICE}$$

$$D_{\text{ext}} = d = 106,5 \text{ mm} = \text{DIÁM. EXT. DEL EJE}$$



$$m' = \sqrt{(\pi d)^2 + p^2} \therefore m' = 478,5 \text{ mm}$$



$$m = \sqrt{(\pi D)^2 + p^2} \therefore m = 1570,7 \text{ mm}$$

$$b = \frac{D - d}{2} \therefore b = 190,8 \text{ mm}$$

$$\varphi (\text{rad}) = \frac{\text{arco}}{\text{radio}} = \frac{m}{a + b} = \frac{m'}{a} \therefore ma = m'a + m'b$$

$$\therefore a = \frac{m'b}{m - m'} \therefore a = 83,5 \text{ mm}$$

$$R = a + b \therefore R = 274,25 \text{ mm}$$

$$\text{tg} \frac{\varphi}{2} = \frac{c}{2(a + b)} \therefore c = 2(a + b) \text{tg} \frac{\varphi}{2} \therefore c = 156,6 \text{ mm}$$

YA QUE

$$\psi' = \frac{m}{a+b} = \frac{m'}{a} = 5,727$$

$$\frac{\psi'}{\pi} = 5,727 \times \frac{180^\circ}{\pi} \quad \therefore \frac{\psi'(r) 180^\circ}{\pi} = \psi''$$

$$\psi' = 328^\circ 8'$$

$$\therefore \psi = -\psi' + 360^\circ = 31^\circ 52'$$

$$\psi = 31^\circ 52'$$

SELECCIÓN DEL RODAMIENTO:

SEGÚN CATÁLOGO FAG DE RODAMIENTOS, ELEGIMOS UN RODAM. OSCILANTE CON UNA HILERA DE RODILLOS. DE LA PÁG 186 OBTENEMOS:

RODAM. TIPO 202-12

d = DIÁMETRO INTERIOR = 60 mm

C = CAPACIDAD DE CARGA DINÁMICA = 7350 kg

C₀ = " " " ESTÁTICA = 5700 kg

n = M^{TO} LÍMITE DE REVOLUCIONES = 2200 rpm (LUBRICACIÓN CON GRASA)

~~8/11/03~~