



APOYOS S.C. PARA LÍNEAS DE 220-400KV SERIE BERLÍN

DE ACUERDO AL REGLAMENTO 223/2008

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA SERIE

Estos apoyos están indicados para uso en líneas de tensiones 400 kV y poseen unos esfuerzos útiles y una resistencia a torsión adecuados para ellas. Están conformados por perfiles angulares de alas iguales atornillados, estando cada elemento de los mismos dotado de su marca identificativa.

Los tipos de aceros empleados en la construcción de estos apoyos son del tipo S275 y S355 según se especifica en la Norma UNE EN 10025. Los tornillos de unión de los distintos elementos que componen los mismos siguen la Norma UNE-EN 20898 y por último, todos los materiales están galvanizados por inmersión en caliente de acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 1461.

La serie consta de los siguientes tipos de apoyos :

- **BERLÍN 1:** Válido para apoyos de alineación – suspensión.
- **BERLÍN 2:** Válido para apoyos de alineación – amarre.
- **BERLÍN 3:** Válido para apoyos de ángulo – amarre hasta 15°.
- **BERLÍN 4:** Válido para apoyos en ángulo – amarre de 15 a 30°.
- **BERLÍN 5:** Valido para apoyos de fin de línea.

En todos los casos la cabeza de los apoyos es de simple circuito con armado tipo kappa y doble cable de tierra, y el fuste es troncopiramidal de sección recta rectangular o cuadrada, no obstante, a petición del cliente, pueden estudiarse armados distintos a los expuestos en este catálogo. Hay que señalar por último, que la cimentación en todos los casos es de patas separadas que pueden ser prismáticas o de tipo “pata de elefante”.

En la tablas que se muestran a continuación se reflejan los distintos pesos sin anclajes y alturas útiles de los apoyos que componen la serie.

| TIPO BERLÍN 1 | |
|---------------|-----------|
| ALTURA ÚTIL | PESO |
| A.U. = 28 m | 6.720 kg |
| A.U. = 33 m | 8.120 kg |
| A.U. = 38m | 9.375 kg |
| A.U. = 43m | 10.254 kg |

| TIPO BERLÍN 2 | |
|---------------|-----------|
| ALTURA ÚTIL | PESO |
| A.U. = 30 m | 8.220 kg |
| A.U. = 35m | 9.459k g |
| A.U. = 40m | 10.835 kg |
| A.U. = 45m | 11.793 kg |

| TIPO BERLÍN 3 | |
|---------------|-----------|
| ALTURA ÚTIL | PESO |
| A.U. = 24 m | 11.774 kg |
| A.U. = 29m | 13.663 kg |
| A.U. = 34m | 15.746 kg |
| A.U. = 39m | 17.678 kg |
| A.U. = 54m | 23.664k g |
| A.U. = 62m | 27.738 kg |

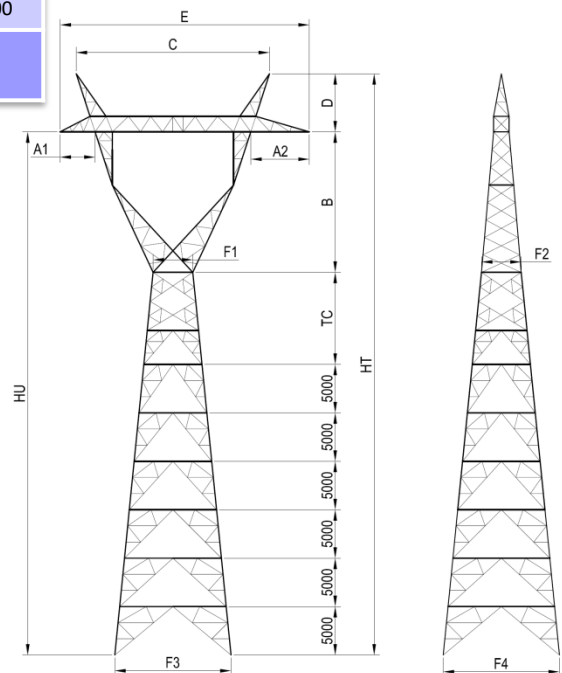
| TIPO BERLÍN 4 | |
|---------------|-----------|
| ALTURA ÚTIL | PESO |
| A.U. = 24 m | 13.705 kg |
| A.U. = 29m | 16.099 kg |
| A.U. = 34m | 18.639 kg |
| A.U. = 39m | 20.619 kg |
| A.U. = 44m | 22.797 kg |
| A.U. = 49m | 25.237 kg |
| A.U. = 54m | 28.042 kg |

| TIPO BERLÍN 5 | |
|---------------|-----------|
| ALTURA ÚTIL | PESO |
| A.U. = 24 m | 15.241 kg |
| A.U. = 29m | 17.921 kg |
| A.U. = 34m | 20.662 kg |
| A.U. = 39m | 22.698 kg |

2. DIMENSIONES GENERALES

En la tabla siguiente se exponen las dimensiones generales de los apoyos que constituyen esta serie.

| RESUMEN DE DIMENSIONES SERIE BERLÍN | | | | | |
|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| COTA | BERLÍN 1 | BERLÍN 2 | BERLÍN 3 | BERLÍN 4 | BERLÍN 5 |
| A1 | 4.510 | 3.765 | 3.525 | 3.625 | 3.615 |
| A2 | 4.510 | 3.765 | 4.850 | 6.025 | 3.615 |
| B | 10.500 | 12.500 | 14.500 | 14.500 | 14.500 |
| C | 12.672 | 13.470 | 17.920 | 19.955 | 19.955 |
| D | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 |
| E | 18.175 | 19.840 | 22.230 | 25.725 | 23.300 |
| F1 | 3.000 | 3.000 | 4.100 | 4.100 | 4.100 |
| F2 | 3.000 | 1.500 | 4.100 | 4.100 | 4.100 |
| F3 | 7.500 | 7.500 | 13.600 | 12.000 | 9.000 |
| F4 | 6.400 | 6.400 | 13.600 | 12.000 | 9.000 |
| TC | 17.500 | 17.500 | 9.500 | 9.500 | 9.500 |
| HT | 49.000 | 49.000 | 68.000 | 60.000 | 45.000 |
| HU | 43.000 | 45.000 | 62.000 | 54.000 | 39.000 |
| Nº DE BASES | 3 | 3 | 7 | 6 | 3 |



3. ESFUERZOS POR FASE DE LOS APOYOS



Los esfuerzos por fases que soporta cada tipo de apoyo con su armado correspondiente son los que a continuación se reflejan en los cuadros siguientes siendo:

- **Tc:** Esfuerzo transversal por conductor.
- **Lc:** Esfuerzo Longitudinal por conductor.
- **Vc:** Esfuerzo vertical por conductor.
- **Tt:** Esfuerzo transversal por cable de tierra.
- **Lt:** Esfuerzo longitudinal por cable de tierra.
- **Vt:** Esfuerzo vertical por cable de tierra.
- **Lcr:** Esfuerzo Longitudinal aplicado en el extremo de cualquier cruceta debido a la rotura del conductor.
- **Ltr:** Esfuerzo Longitudinal aplicado en cúpula debido a la rotura del conductor.

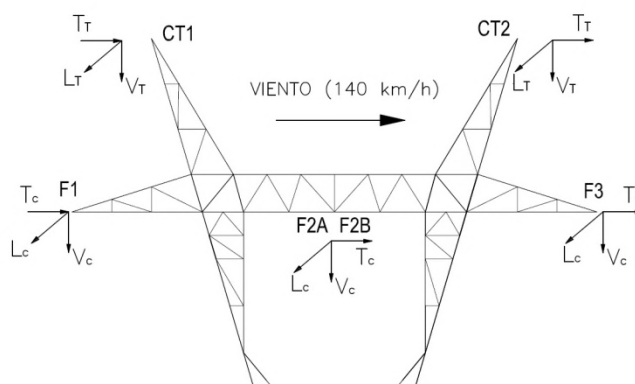
Las hipótesis consideradas según Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (RD 223/08 de 15 de febrero de 2008) son:

- **Hip. 1B:** Viento transversal velocidad 140 km/h. C.S.=1,5.
- **Hip. 2A:** Hielo (sólo en zonas climáticas B y C). C.S.=1,5.
- **Hip. 2B:** Hielo + viento transversal velocidad 60 km/h (sólo en zonas climáticas B y C) C.S.=1,5.
- **Hip. 3:** Desequilibrio de tracciones. Esfuerzos longitudinales aplicados en extremos de cruceta y cúpula, junto con transversales combinados con los mismos. C.S.=1,2.
- **Hip. 4A:** Rotura de conductor. Esfuerzo longitudinal aplicado en el extremo de una cualquiera de las crucetas, junto con esfuerzos transversales aplicados en todas las crucetas y cúpula. Torsión del apoyo. C.S.=1,2.
- **Hip. 4B:** Rotura de cable de tierra. Tiro longitudinal en la cúpula. C.S.=1,2.
- Los valores se expresan en daN sin coeficiente de seguridad, es decir son valores nominales.

3. ESFUERZOS POR FASE DE LOS APOYOS

3.1. HIPÓTESIS 1B: VIENTO (V=140 Km/h C.S.=1,5)

| ESFUERZOS POR FASE HIPÓTESIS 1B (daN) | | | | | | |
|---------------------------------------|--------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| FASE | ESFZO. | APOYO TIPO 1 | APOYO TIPO 2 | APOYO TIPO 3 | APOYO TIPO 4 | APOYO TIPO 5 |
| CABLE DE TIERRA 1 | Vt | 390 | 290 | 430 | 330 | 210 |
| | Tt | 560 | 420 | 1.570 | 2.250 | 210 |
| | Lt | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.170 |
| CABLE DE TIERRA 2 | Vt | 390 | 290 | 430 | 330 | 210 |
| | Tt | 560 | 420 | 1.570 | 2.250 | 210 |
| | Lt | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.170 |
| FASE 1 | Vc | 1.530 | 1.250 | 1.830 | 1.390 | 920 |
| | Tc | 1.950 | 1.540 | 5.140 | 7.840 | 770 |
| | Lc | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.120 |
| FASE 2ª | Vt | 1.530 | 630 | 920 | 700 | 460 |
| | Tt | 1.950 | 770 | 2.570 | 3.920 | 390 |
| | Lt | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.120 |
| FASE 2B | Vt | - | 630 | 920 | 700 | 460 |
| | Tt | - | 770 | 2.570 | 3.920 | 390 |
| | Lt | - | 0 | 0 | 0 | 0 |
| FASE 3 | Vc | 1.530 | 1.250 | 1.830 | 1.390 | 920 |
| | Tc | 1.950 | 1.540 | 5.140 | 7.840 | 770 |
| | Lc | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.120 |

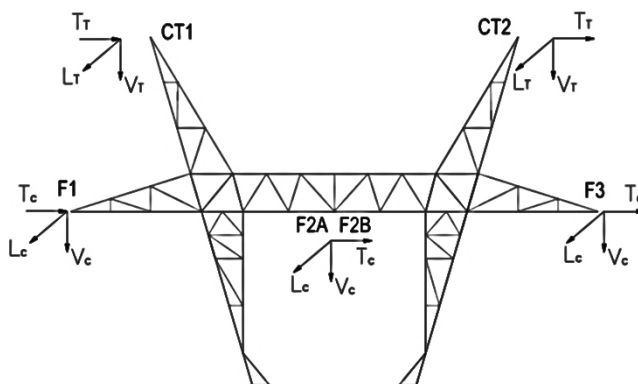


HIPOTESIS. 1B CS 1,5

3. ESFUERZOS POR FASE DE LOS APOYOS

3.2. HIPÓTESIS 2A Y 2B: HIELO (C.S.=1,5)

| ESFUERZOS POR FASE HIPÓTESIS 2A Y 2B (daN) | | | | | | |
|--|--------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| FASE | ESFZO. | APOYO TIPO 1 | APOYO TIPO 2 | APOYO TIPO 3 | APOYO TIPO 4 | APOYO TIPO 5 |
| CABLE DE TIERRA 1 | Vt | 650 | 520 | 700 | 620 | 320 |
| | Tt | 260 | 260 | 1.320 | 2.180 | 100 |
| | Lt | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.270 |
| CABLE DE TIERRA 2 | Vt | 650 | 520 | 700 | 620 | 320 |
| | Tt | 260 | 260 | 1.320 | 2.180 | 100 |
| | Lt | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.270 |
| FASE 1 | Vc | 2.200 | 1.860 | 2.480 | 2.120 | 1.230 |
| | Tc | 600 | 600 | 3.990 | 7.510 | 240 |
| | Lc | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.510 |
| FASE 2ª | Vt | 2.200 | 930 | 1.240 | 1.060 | 620 |
| | Tt | 600 | 300 | 2.000 | 3.760 | 120 |
| | Lt | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.510 |
| FASE 2B | Vt | - | 930 | 1.240 | 1.060 | 620 |
| | Tt | - | 300 | 2.000 | 3.760 | 120 |
| | Lt | - | 0 | 0 | 0 | 0 |
| FASE 3 | Vc | 2.200 | 1.860 | 2.480 | 2.120 | 1.230 |
| | Tc | 600 | 600 | 3.990 | 7.510 | 120 |
| | Lc | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.510 |

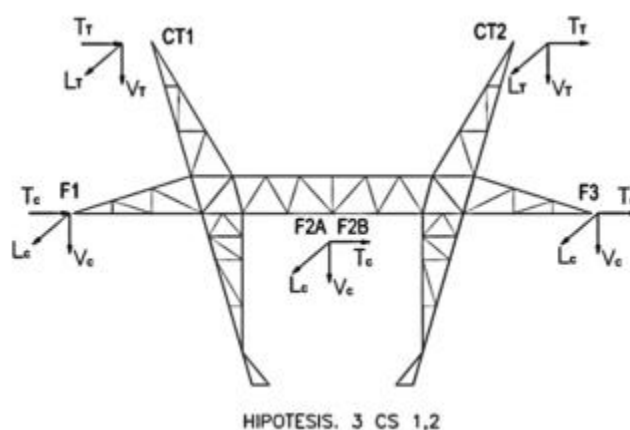


HIPOTESIS. 2 CS 1,5

3. ESFUERZOS POR FASE DE LOS APOYOS

3.3. HIPÓTESIS 3: DESEQUILIBRIO (C.S.=1,2)

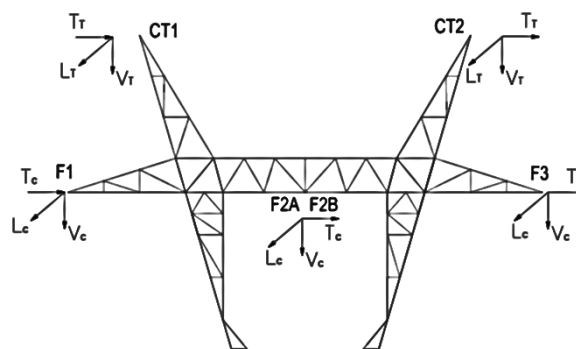
| ESFUERZOS POR FASE HIPÓTESIS 3 (daN) | | | | | | |
|--------------------------------------|--------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| FASE | ESFZO. | APOYO TIPO 1 | APOYO TIPO 2 | APOYO TIPO 3 | APOYO TIPO 4 | APOYO TIPO 5 |
| CABLE DE TIERRA 1 | Vt | 650 | 520 | 700 | 620 | - |
| | Tt | 0 | 0 | 900 | 1.730 | - |
| | Lt | 360 | 590 | 600 | 550 | - |
| CABLE DE TIERRA 2 | Vt | 650 | 520 | 700 | 620 | - |
| | Tt | 0 | 0 | 900 | 1.730 | - |
| | Lt | 360 | 590 | 600 | 550 | - |
| FASE 1 | Vc | 2.200 | 1.860 | 2.480 | 2.120 | - |
| | Tc | 0 | 0 | 2.900 | 5.970 | - |
| | Lc | 1.140 | 1.890 | 1.880 | 1.800 | - |
| FASE 2ª | Vt | 2.200 | 930 | 1.240 | 1.060 | - |
| | Tt | 0 | 0 | 1.450 | 2.990 | - |
| | Lt | 1.140 | 1.890 | 1.880 | 1.800 | - |
| FASE 2B | Vt | - | 930 | 1.240 | 1.060 | - |
| | Tt | - | 0 | 1.450 | 2.990 | - |
| | Lt | - | 0 | 0 | 0 | - |
| FASE 3 | Vc | 2.200 | 1.860 | 2.480 | 2.120 | - |
| | Tc | 0 | 0 | 2.900 | 5.970 | - |
| | Lc | 1.140 | 1.890 | 1.880 | 1.800 | - |



3. ESFUERZOS POR FASE DE LOS APOYOS

3.4. HIPÓTESIS 4A: ROTURA CONDUCTOR (C.S.=1,2)

| ESFUERZOS POR FASE HIPÓTESIS 4A (daN) | | | | | | |
|---------------------------------------|--------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| FASE | ESFZO. | APOYO TIPO 1 | APOYO TIPO 2 | APOYO TIPO 3 | APOYO TIPO 4 | APOYO TIPO 5 |
| CABLE DE TIERRA 1 | Vt | 650 | 520 | 700 | 620 | 320 |
| | Tt | 260 | 0 | 520 | 990 | 0 |
| | Lt | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.270 |
| CABLE DE TIERRA 2 | Vt | 650 | 520 | 700 | 620 | 320 |
| | Tt | 260 | 0 | 520 | 990 | 0 |
| | Lt | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.270 |
| FASE 1 | Vc | 2.200 | 1.860 | 2.480 | 2.120 | 1.230 |
| | Tc | 0 | 0 | 2.480 | 5.120 | 0 |
| | Lc | 1.890 | 3.770 | 3.760 | 3.600 | 7.510 |
| FASE 2ª | Vt | 2.200 | 930 | 1.240 | 1.060 | 620 |
| | Tt | 600 | 0 | 1.240 | 2.560 | 0 |
| | Lt | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.510 |
| FASE 2B | Vt | - | 0 | 1.240 | 1.060 | 620 |
| | Tt | - | 0 | 1.240 | 2.560 | 0 |
| | Lt | - | 0 | 0 | 0 | 0 |
| FASE 3 | Vc | 2.200 | 1.860 | 2.480 | 2.120 | 1.230 |
| | Tc | 600 | 0 | 2.480 | 5.120 | 0 |
| | Lc | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.510 |

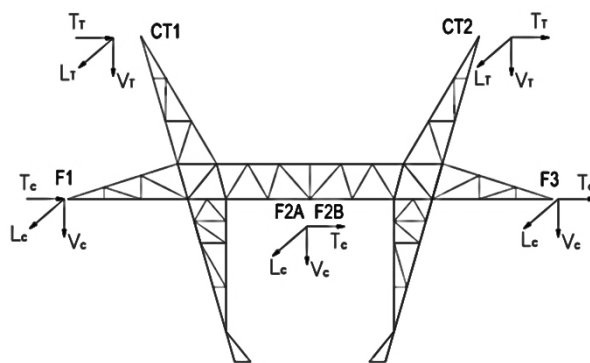


HIPOTESIS. 4A CS 1,2

3. ESFUERZOS POR FASE DE LOS APOYOS

3.5. HIPÓTESIS 4B: ROTURA DE CABLE DE TIERRA (C.S.=1,2)

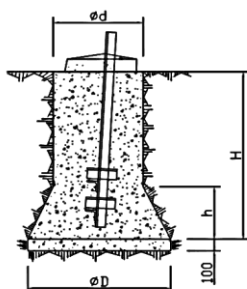
| ESFUERZOS POR FASE HIPÓTESIS 4B (daN) | | | | | | |
|---------------------------------------|--------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| FASE | ESFZO. | APOYO TIPO 1 | APOYO TIPO 2 | APOYO TIPO 3 | APOYO TIPO 4 | APOYO TIPO 5 |
| CABLE DE TIERRA 1 | Vt | 650 | 520 | 700 | 620 | 320 |
| | Tt | 0 | 0 | 520 | 990 | 0 |
| | Lt | 2.360 | 2.330 | 2.370 | 2.200 | 2.270 |
| CABLE DE TIERRA 2 | Vt | 650 | 520 | 700 | 620 | 320 |
| | Tt | 260 | 0 | 520 | 990 | 0 |
| | Lt | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.270 |
| FASE 1 | Vc | 2.200 | 1.860 | 2.480 | 2.120 | 1.230 |
| | Tc | 600 | 0 | 2.480 | 5.120 | 0 |
| | Lc | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.510 |
| FASE 2ª | Vt | 2.200 | 930 | 1.240 | 1.060 | 620 |
| | Tt | 600 | 0 | 1.240 | 2.560 | 0 |
| | Lt | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| FASE 2B | Vt | - | 930 | 1.240 | 1.060 | 620 |
| | Tt | - | 0 | 1.240 | 2.560 | 0 |
| | Lt | - | 0 | 0 | 0 | 0 |
| FASE 3 | Vc | 2.200 | 1.860 | 2.480 | 2.120 | 1.230 |
| | Tc | 600 | 0 | 2.480 | 5.120 | 0 |
| | Lc | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.510 |



HIPOTESIS. 4B CS 1,2

4. CIMENTACIONES

Se trata de cimentaciones de patas separadas del tipo “pata de elefante ” En la tabla siguiente se detallan las dimensiones de dichas cimentaciones para terreno normal y hormigón de 20 N/mm² de resistencia característica.



CIMENTACIÓN PATA DE ELEFANTE

| RESUMEN CIMENTACIONES APOYOS TIPO BERLÍN 1 ($\alpha = 30^\circ \sigma = 3 \text{ kg/cm}^2$) | | | | | | |
|--|------|------|----------|----------|------------|-------------|
| ALTURA | H | h | D ϕ | d ϕ | VOL.1 PATA | VOL.4 PATAS |
| 28 m | 2,55 | 0,40 | 1,30 | 0,90 | 1,75 | 7,01 |
| 33 m | 2,70 | 0,40 | 1,30 | 0,90 | 1,85 | 7,39 |
| 38 m | 2,80 | 0,40 | 1,30 | 0,90 | 1,91 | 7,64 |
| 43 m | 2,90 | 0,40 | 1,30 | 0,90 | 1,98 | 7,90 |

| RESUMEN CIMENTACIONES APOYOS TIPO BERLÍN 2 ($\alpha = 30^\circ \sigma = 3 \text{ kg/cm}^2$) | | | | | | |
|--|------|------|----------|----------|------------|-------------|
| ALTURA | H | h | D ϕ | d ϕ | VOL.1 PATA | VOL.4 PATAS |
| 30 m | 2,40 | 0,40 | 1,30 | 0,90 | 1,66 | 6,63 |
| 35 m | 2,55 | 0,40 | 1,30 | 0,90 | 1,75 | 7,01 |
| 40 m | 2,70 | 0,40 | 1,30 | 0,90 | 1,85 | 7,39 |
| 45 m | 2,75 | 0,40 | 1,30 | 0,90 | 1,88 | 7,52 |

| RESUMEN CIMENTACIONES APOYOS TIPO BERLÍN 3 ($\alpha = 30^\circ \sigma = 3 \text{ kg/cm}^2$) | | | | | | |
|--|------|------|----------|----------|------------|-------------|
| ALTURA | H | h | D ϕ | d ϕ | VOL.1 PATA | VOL.4 PATAS |
| 24 m | 3,20 | 0,70 | 1,70 | 1,00 | 2,99 | 11,95 |
| 29 m | 3,20 | 0,70 | 1,70 | 1,00 | 2,99 | 11,96 |
| 34 m | 3,20 | 0,70 | 1,70 | 1,00 | 2,99 | 11,96 |
| 39 m | 3,20 | 0,70 | 1,80 | 1,00 | 3,07 | 12,28 |
| 54 m | 3,30 | 0,75 | 1,85 | 1,00 | 3,23 | 12,94 |
| 62 m | 3,45 | 0,80 | 1,90 | 1,00 | 3,45 | 13,78 |

| RESUMEN CIMENTACIONES APOYOS TIPO BERLÍN 4 ($\alpha = 30^\circ \sigma = 3 \text{ kg/cm}^2$) | | | | | | |
|--|------|------|----------|----------|------------|-------------|
| ALTURA | H | h | D ϕ | d ϕ | VOL.1 PATA | VOL.4 PATAS |
| 24 m | 3,60 | 0,90 | 2,00 | 1,00 | 3,77 | 15,08 |
| 29 m | 3,65 | 0,95 | 2,05 | 1,00 | 3,92 | 15,70 |
| 34 m | 3,75 | 0,95 | 2,05 | 1,00 | 4,00 | 16,01 |
| 39 m | 3,75 | 1,00 | 2,10 | 1,00 | 4,13 | 16,50 |
| 54 m | 3,80 | 1,00 | 2,10 | 1,00 | 4,20 | 16,78 |

| RESUMEN CIMENTACIONES APOYOS TIPO BERLÍN 5 ($\alpha = 30^\circ \sigma = 3 \text{ kg/cm}^2$) | | | | | | |
|--|------|------|----------|----------|------------|-------------|
| ALTURA | H | h | D ϕ | d ϕ | VOL.1 PATA | VOL.4 PATAS |
| 24 m | 3,65 | 0,90 | 2,00 | 1,00 | 3,81 | 15,24 |
| 29 m | 3,70 | 0,95 | 2,05 | 1,00 | 3,96 | 15,86 |
| 34 m | 3,75 | 1,00 | 2,10 | 1,00 | 4,13 | 16,50 |
| 39 m | 3,80 | 1,00 | 2,10 | 1,00 | 4,17 | 16,66 |



Calle Otoño, s/n,
28850, Torrejón de Ardoz. Madrid. España
Teléfono: +34 91 677 85 07
Contacto: comercial@funtam.es
Web: www.funtam.es