

MEMORIAS TÉCNICAS BLOQUES DE ANCLAJES

ÍNDICE

1. INTRODUCCION	4
2. DATOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO	5
2.1. MATERIALES	5
2.2. CARACTERISTICAS DEL SUELO.....	6
2.3. CAÑERIA	6
2.4. PRESIONES EN LA CAÑERIA	6
2.5. DIMENSIONES ADOPTADAS PARA EL BLOQUE.....	6
3. VERIFICACIONES	7
3.1. VERIFICACION AL DESLIZAMIENTO.....	7
3.1. VERIFICACION DE LAS TENSIONES EN EL SUELO	9
4. DIMENSIONAMIENTO DE ARMADURAS	10
5. VOLUMENES ANCLAJES CALCULADOS, PREDIMENSIONADOS Y SUELO CEMENTO	11
5.1. ANCLAJES CALCULADOS	11
5.2. ANCLAJES PREDIMENSIONADOS	12
5.3. COMPUTO TOTAL	13
6. RECOMENDACIONES CONTRUCTIVAS.....	13

PLANOS BLOQUES DE ANCLAJE:

- PLANO 7-01: DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO BLOQUES DE ANCLAJE-
DETALLE DE BLOQUES TIPO A, B, C Y D.
- PLANO 7-02: DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO BLOQUES DE ANCLAJE-
TRAMO VILLA ANA- LOS TABANOS.
- PLANO 7-03: DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO BLOQUES DE ANCLAJE-
TRAMO LOS TABANOS- LOS AMORES; TRAMO LOS
TABANOS- GARABATO.
- PLANO 7-04: DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO BLOQUES DE ANCLAJE-
TRAMO DE AGUA CRUDA- TABLA RESUMEN DE ANCLAJES

1. INTRODUCCION

La presente memoria de cálculo tiene por objeto la el diseño y verificación estructural de los Bloques de Anclaje correspondientes a los Ramales de Agua Tratada del Acueducto del Norte Santafesino, tramos Villa Ana- Los Tábanos, Los Tábanos- Los Amores y Los Tábanos- Garabato. Como código de referencia se utiliza el CIRSOC 201 Proyecto, Cálculo y Ejecución de estructuras de Hormigón Armado.

Para la realización de esta memoria de cálculo se utilizaron los parámetros de suelos indicados en el estudio geotécnico realizado por la Empresa PROINSA para el Acueducto del Norte Santafesino. Cabe indicar que para el caso de las piezas ubicados en la Localidad de Garabato se recurrieron a los estudios geotécnicos correspondientes al Acueducto Noreste 2.

Se tomó como criterio agrupar a los bloques calculados, definiendo cuatro estructuras tipo a saber: Bloque Tipo A, Tipo B, Tipo C y Tipo D. En cada grupo se mantienen las características geométricas; las dimensiones, en cambio, varían para cada progresiva en función de las solicitudes y la capacidad geomecánica de los estratos de suelo subyacentes. Cuando se hizo necesario se proyectaron bloques con pantalla para un mayor aprovechamiento del empuje pasivo en la verificación al deslizamiento, o bien con platea, cuando las malas condiciones del suelo así lo requirieron. Los bloques calculados son los más representativos de cada tramo.

La cañería del acueducto posee a lo largo de toda su traza diferentes accesorios utilizados en curvas, cambios de dirección, bifurcaciones, cambios de diámetro, etc. Se debe asegurar que los empujes generados por la presión interna de la cañería en estos puntos notables sean neutralizados para evitar cualquier desplazamiento que coloque en peligro la estanqueidad de las juntas y la integridad de los caños. Para ello se construirán bloques de anclaje de hormigón armado tipo H-13, de manera que el tramo de cañería quede inmerso total o parcialmente en dicho bloque.

El empuje axial en el extremo de la cañería está en función de la presión interna y de su sección. Se adoptó como presión de cálculo la de prueba, equivalente a 1,5 veces la presión nominal del caño.

En el caso de curvas o cambios de dirección, la solicitud de cálculo es el empuje radial centrífugo, que depende del empuje axial y del ángulo del cambio de dirección.

Para las bifurcaciones y cambios de diámetro se adopta como empuje de cálculo el empuje axial de prueba correspondiente al diámetro cuyo eje es perpendicular al eje del accesorio.

Se consideró también la posibilidad de que la estructura esté sometida a cargas accidentales debido al tránsito y/o estacionamiento de vehículos sobre el nivel de ubicación de la conducción. Al respecto se tomó la siguiente consideración: el incremento de tensión a causa de la carga estática generada por un vehículo estacionado sobre el nivel de terreno natural fue analizado a partir de lo indicado en la Norma AASHTO HS20, que establece una carga por rueda de 72KN (7432Kg). A partir

de ese valor se analizaron las distintas configuraciones de ubicación de ejes a fin de evaluar el estado más desfavorable de superposición de bulbos de tensiones, a una profundidad de estudio de 2,00m respecto al nivel de terreno natural. Aplicando la formulación elástica de Boussinesq se obtuvo un incremento de tensión, en el caso más desfavorable, de 0,08kg/cm².

En el caso de las zonas que por la cota de fundación de la conducción puedan estar afectadas con niveles freáticos elevados o por inundaciones periódicas propias del curso de agua, se considera que la acción del agua afecta a toda la tapada de suelo, de manera tal que la subpresión influye directamente sobre el peso del suelo y las estructuras de hormigón, incidiendo sobre todo en la verificación al deslizamiento.

Para la verificación de las tensiones sobre el terreno se adoptaron las densidades de cada material sin la incidencia de niveles de agua elevados.

La denominación inicial de las piezas corresponde a los tramos que forman parte de la presente memoria, a saber:

a- Ramales de Agua Tratada:

- a. Tramo Villa Ana- Los Tábanos: VT, se calcularon seis (6) anclajes y se predimensionaron nueve (9) en total.
- b. Tramo Los Tábanos- Los Amores: TA, se calcularon cinco (5) anclajes y se predimensionaron cuatro (4) en total.
- c. Tramo Los Tábanos- Garabato: TG, se calcularon diez (10) anclajes y se predimensionaron nueve (9) en total.
- d. Tramo Agua Tratada: AT, se predimensionaron cinco (5) anclajes.

b- Ramal de Agua Cruda:

- a. Tramo de Agua Cruda: AC, se calcularon cuatro (4) anclajes y se predimensionaron cinco (5) en total.

En el Anexo I se resumen las Planillas de Cálculo de cada Anclaje y en la Sección Planos los detalles correspondientes.

2. DATOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO

A continuación se describe el criterio de cálculo de predimensionamiento de los anclajes.

2.1. MATERIALES

Tipo de hormigón: H-13

β_r = Tensión del Hormigón = 1050,00 tn/m²

γ_H = Peso Específico de Hormigón = 2,40 tn/m³

Recubrimiento adoptado = 5 cm.

Tipo de Acero: ADN- 420

β_s = Tensión admisible del acero = 2,40tn/cm

Ea = Módulo de Elasticidad del acero = 22400000 t/m²

2.2. CARACTERISTICAS DEL SUELO

En el dimensionamiento de los bloques de anclaje se utilizan los parámetros de suelo indicados en el estudio de suelos, considerando que el punto donde se realizaron los estudios sea representativo del suelo en la zona donde se ejecutará el bloque de anclaje. Los parámetros considerados son:

γ_t = Peso Específico del suelo

ϕ = Angulo de fricción interna del suelo

k_p = Coeficiente de Empuje Pasivo = $\tan^2 (45+\phi/2)$

δ = ángulo de fricción Suelo-H°

σ_{tadm} = Tensión admisible suelo

Durante la etapa constructiva se deberá garantizar que las características del suelo natural y del relleno compactado utilizado en la ejecución del bloque, iguallen o superen en calidad a las utilizadas para el cálculo, y de no ser así realizar las modificaciones necesarias durante la etapa de ingeniería de detalle.

2.3. CAÑERÍA

ϕ_c = Diámetro de la cañería

α = Angulo de desvío de la cañería

Ht = Tapada de la cañería

2.4. PRESIONES EN LA CAÑERÍA

γ_w = Peso Específico del agua

p = Presión hidráulica de prueba = PN x 1,5

2.5. DIMENSIONES ADOPTADAS PARA EL BLOQUE

El largo del bloque será función también de la forma y dimensiones de la pieza en particular. Para el dimensionamiento de los bloques en esta memoria de cálculo, se utilizaron como referencia los datos brindados en el *Catálogo de accesorios de tuberías de PRFV de Amitech*.

Se deberá verificar que la suma del empuje pasivo y la fuerza de rozamiento sea mayor al empuje de cálculo, siendo:

Hb : altura del bloque

a : ancho del bloque

Hsb: Altura del suelo sobre el bloque

Lb2: Longitud mayor del bloque

Lb1: Longitud menor del bloque

La geometría y dimensiones de los bloques de anclaje calculados están indicados en los planos correspondientes.

3. VERIFICACIONES

3.1. VERIFICACION AL DESLIZAMIENTO

La estabilidad del sistema bloque-suelo será dada por:

- a) El *empuje pasivo* del suelo sobre el bloque.
- b) La *resistencia al deslizamiento* del bloque sobre la superficie de apoyo (suelo).

El empuje pasivo del suelo será función de:

- a) peso específico del suelo
- b) altura del bloque
- c) ancho del bloque
- d) tapada de suelo sobre el bloque
- e) ángulo de fricción interna del suelo

La resistencia del terreno al deslizamiento del bloque será función de:

- a) peso del bloque
- b) peso del suelo que está por encima del bloque
- c) peso del agua de cañería

- d) peso del caño
- e) coeficiente de fricción del suelo con el hormigón

En el caso de que el cambio de dirección sea en el plano vertical, únicamente el peso del bloque y del suelo sobre el bloque equilibran el empuje generado por la presión en la cañería.

Más allá de los accesorios que se utilizan a lo largo de la traza, existen también puntos donde se generan ángulos en la alineación de los caños aprovechando la flexibilidad de las juntas. En estos puntos también aparecen empujes, aunque mucho menores. Si las curvas son en el plano horizontal, se recomienda realizar una cuidadosa compactación del material de relleno entre los caños y la pared de la zanja. Si la curva se da en el plano vertical, se deberá verificar que el peso del suelo de relleno por encima de la cañería contrarreste el empuje vertical generado por la presión de la cañería para el ángulo generado. Si luego de la verificación se concluyera en la necesidad de colocar un bloque de anclaje, éste se deberá construir siempre entre los extremos de los caños y la pared de la zanja y nunca contra el manguito de la junta.

Las verificaciones se hacen para la presión hidráulica de prueba, adoptada como 1,5 veces la presión nominal del caño.

La tapada de suelo sobre el bloque de anclaje de $H^\circ A^\circ$ se adopta en función de las dimensiones del bloque y la tapada del caño. Para que las verificaciones se cumplan, dichas condiciones de tapadas deberán estar aseguradas durante la ejecución de las estructuras. De haber modificaciones, se deberá recalcular el bloque.

La verificación de la estabilidad del bloque se hace de manera que la fuerza equilibrante se compute considerando un coeficiente de seguridad igual a 2 para el empuje pasivo y un coeficiente de seguridad igual a 1,5 para la componente de fricción H° -suelo.

Cálculos:

$$F_p = 2 \cdot (\pi \cdot \phi_c^2 / 4) \cdot p \cdot \sin(\alpha/2)$$

α = ángulo en la cañería

ϕ_c = diámetro de la cañería

F_p : Carga producida por el cambio de dirección de la cañería

Empuje Pasivo:

$$E_{pz} = \gamma_t \cdot Z \cdot K_p$$

$$pp1 = \gamma_t \cdot H_{sb} \cdot K_p$$

$$pp2 = \gamma_t \cdot (H_{sb} + H_b) \cdot K_p$$

$$E_{pf} = (pp1 + pp2) / 2 \cdot H_b \cdot L_{b2}$$

Siendo:

H_b: Altura del bloque

H_{sb}: Altura del suelo sobre el bloque

L_{b2}: Longitud mayor del bloque

L_{b1}: Longitud menor del bloque

Peso del Bloque:

$$V_{bt} = (L_{b1} + L_{b2}) / 2 \cdot a \cdot H_b - (\pi \cdot \phi_c^2 / 4) \cdot (L_{b1} + L_{b2}) / 2$$

$$P_{bt} = V_{bt} \cdot \gamma_H$$

Peso del Suelo sobre el bloque:

$$V_s = H_b \cdot (L_{b1} + L_{b2}) / 2 \cdot a$$

$$P_s = V_s \cdot \gamma_s$$

$$P_{total} P_t = P_{bt} + P_s$$

Fuerza Equilibrante:

$$T_{eq} = E_{pf} / 2 + \delta \cdot P_t / 1.5$$

Se cumple la verificación si $F_{eq} > F_p$

3.1. VERIFICACION DE LAS TENSIONES EN EL SUELO

Se verifican las tensiones en el suelo tanto en el plano horizontal como vertical, de manera que no sobrepasen las tensiones admisibles.

a) $\sigma_{th} > \sigma_{h adm}$

$$\sigma_{th} = F_p / (H_b \cdot L_{b2})$$

siendo:

σ_{th} : tensión en el suelo en la dirección horizontal

F_p : Fuerza generada por el cambio de dirección en la cañería

H_b : Altura del bloque

L_{b2} : Longitud mayor del bloque

b) $\sigma_{tv} > \sigma_{v adm}$

$$\sigma_{tv} = P_t / ((L_{b1} + L_{b2}) / 2 \cdot a)$$

siendo:

σ_{tv} : tensión en el suelo en la dirección vertical

P_t : Peso total bloque + suelo

L_{b1} : Longitud menor del bloque

L_{b2} : Longitud mayor del bloque

a : ancho del bloque

Como el suelo presenta características de arcillas de media- alta plasticidad, con porcentajes elevados de pasante tamiz #200 (> 90%) y ángulos de fricción bajos en el rango 5°-10°, el coef. de empuje al reposo K_o resulta próximo a la unidad, razón por lo cual aplicando la ecuación de Jaky (1944) ambas tensiones son aproximadamente iguales.

En el caso de las piezas TG18 y TG19 la poca capacidad resistente de los suelos fundacionales, investigados a través de la P15 (Acueducto Noreste 2), hacen necesario el reemplazo de los mismos en 0,50m como mínimo por una capa de suelo cemento. Bajo estas circunstancias es posible mejorar la tensión admisible a 9,70tn/m².

4. DIMENSIONAMIENTO DE ARMADURAS

Se colocará una armadura de cáscara formada, como mínimo, por una malla ϕ 6 mm c/15 cm, en todas las caras del bloque. En los bloques más solicitados la armadura de cáscara se adoptó de la misma separación pero una malla ϕ 8 mm

Para las armaduras principales se adopta el área de incidencia de la fuerza de cálculo como una losa unidireccional. Se verifica en los voladizos de las alas

terminales para las pantallas, y para los bloques sin pantalla se considera el espesor de hormigón por detrás del punto de aplicación de la fuerza.

El momento de cálculo será:

$$M = \sigma_{th} \cdot H_p \cdot (L_p - L_b/2)^2 / 2 \quad \text{para pantalla}$$

$$M = F_p \cdot L_b/2 / (4 \cdot H_b) \quad \text{para bloque sin pantalla}$$

5. VOLUMENES ANCLAJES CALCULADOS, PREDIMENSIONADOS Y SUELO CEMENTO

5.1. ANCLAJES CALCULADOS

El total de anclajes calculados es de veinticinco (25), los mismos se resumen a continuación, detallando también las cantidades:

Denomin.	Prog.	Diámetro	Clase	Tapada	Presenc.	Accesorio	Cómputos		Tramo
							Vol. Hº	Armado.	
	(m)	(mm)	PN	(m)	Napa		(m3)	(ton.)	
AC2	3734	200	6	1,80	NO	C45º	0,27	0,013	Acueducto de Agua Cruda
AC3	3898	225	6	1,50	NO	C 22,5º	0,26	0,017	Acueducto de Agua Cruda
AC4	4264	225	6	1,85	NO	C 11,25º	0,11	0,01	Acueducto de Agua Cruda
AC9	5325	225	6	1,40	3,87	C90º	0,74	0,024	Acueducto de Agua Cruda
VT1	1744	350	10	3,33	NO	C 11,25º	0,53	0,020	Villa Ana - Los Tábanos
VT3	3000	350	10	3,10	NO	C45º	1,51	0,093	Villa Ana - Los Tábanos
VT4	4387	350	10	2,41	NO	C90º	2,37	0,165	Villa Ana - Los Tábanos
VT7	5480	350	10	2,56	NO	C 22,5º	0,89	0,029	Villa Ana - Los Tábanos
VT14	39120	350 / 63	6	2,36	NO	Derivación T	0,53	0,020	Villa Ana - Los Tábanos
VT15	39629	315/280/280	6	1,70	NO	Bifurcación T	1,13	0,057	Villa Ana - Los Tábanos
TA1	15300	280	6	2,16	NO	C45º	0,70	0,058	Los Tábanos - Los Amores
TA3	16960	280 / 63	6	1,85	NO	Derivación T	0,54	0,020	Los Tábanos - Los Amores
TA5	19350	250	6	2,27	4,2	C45º	0,54	0,049	Los Tábanos - Los Amores
TA7	39033	225	6	2,30	NO	C45º	0,33	0,037	Los Tábanos - Los Amores
TA8	40080	225	6	1,85	2,8	C90º	1,06	0,031	Los Tábanos - Los Amores
TG1	984	280	6	1,71	NO	C 22,5º	0,45	0,017	Los Tábanos - Garabato
TG2	10600	280	6	1,55	NO	C45º	0,88	0,042	Los Tábanos - Garabato
TG4	11210	280 / 63	6	2,06	3,71	Derivación T	0,54	0,020	Los Tábanos - Garabato
TG7	24037	280	6	2,59	3,7	C90º	1,51	0,037	Los Tábanos - Garabato
TG11	25985	280 / 90	6	2,00	3,7	Derivación T	0,54	0,020	Los Tábanos - Garabato
TG13	26870	250	6	1,68	3,7	C45º	0,62	0,033	Los Tábanos - Garabato
TG14	33985	250	6	1,99	NO	C 22,5º	0,23	0,012	Los Tábanos - Garabato
TG16	35612	250 / 63	6	1,62	2,56	Derivación T	0,52	0,019	Los Tábanos - Garabato
TG18	50620	225	6	3,44	2,04	C 22,5º	0,17	0,014	Los Tábanos - Garabato
TG19	56912	225	6	1,50	2,04	C90º	1,11	0,034	Los Tábanos - Garabato
TOTAL	-	-	-	-	-	-	18,08	0,89	-

5.2. ANCLAJES PREDIMENSIONADOS

Se predimensionaron un total treinta y dos (32) anclajes en base a los cálculos precedentes. Los resultados se resumen a continuación:

Denominación	Prog.	Diámetro	Clase	Tapada	Accesorio	Cálculos		Tramo
						Vol. H°	Armado.	
	(m)	(mm)	PN	(m)		(m3)	(ton.)	
AC1	3350	200	6	2,05	C 22,5°	0,36	0,023	Acueducto de Agua Cruda
AC5	4624	225	6	1,55	C90°	0,57	0,027	Acueducto de Agua Cruda
AC6	5224	225	6	1,50	C90°	0,59	0,026	Acueducto de Agua Cruda
AC7	5300	225	6	1,50	C90°	0,59	0,019	Acueducto de Agua Cruda
AC8	5320	225	6	1,45	C90°	0,65	0,021	Acueducto de Agua Cruda
AT1	14	350	10	2,10	C90°	1,46	0,047	Acueducto de Agua Tratada
AT2	237	350	10	1,90	C45°	0,50	0,024	Acueducto de Agua Tratada
AT3	440	350	10	2,25	C45°	0,59	0,028	Acueducto de Agua Tratada
AT4	647	350	10	2,50	C90°	1,74	0,056	Acueducto de Agua Tratada
AT5	1192	350	10	1,55	C 22,5°	0,40	0,026	Acueducto de Agua Tratada
VT2	2075	350	10	2,46	C 11,25°	0,55	0,022	Villa Ana - Los Tábanos
VT5	5010	350	10	1,60	C90°	3,65	0,254	Villa Ana - Los Tábanos
VT6	5100	350	10	1,74	C45°	2,60	0,181	Villa Ana - Los Tábanos
VT8	5720	350	10	2,05	C 22,5°	1,25	0,041	Villa Ana - Los Tábanos
VT9	22160	350	10	2,41	C 22,5°	1,00	0,033	Villa Ana - Los Tábanos
VT10	27225	350	10	2,46	C 11,25°	0,55	0,018	Villa Ana - Los Tábanos
VT11	27425	350	10	3,06	C 11,25°	0,55	0,018	Villa Ana - Los Tábanos
VT12	27640	350	10	2,51	C 11,25°	0,55	0,018	Villa Ana - Los Tábanos
VT13	36900	350	6	1,72	C 22,5°	0,90	0,030	Villa Ana - Los Tábanos
TA2	16045	280	6	2,13	C45°	0,70	0,058	Los Tábanos - Los Amores
TA4	18550	250	6	2,70	C45°	0,54	0,049	Los Tábanos - Los Amores
TA6	38000	250	6	1,67	C45°	0,50	0,049	Los Tábanos - Los Amores
TA9	40500	225	6	1,50	C90°	1,20	0,040	Los Tábanos - Los Amores
TG3	11040	280	6	2,36	C 22,5°	0,40	0,020	Los Tábanos - Garabato
TG5	11750	280	6	2,78	C 22,5°	0,40	0,020	Los Tábanos - Garabato
TG6	12540	280	6	2,45	C45°	0,70	0,035	Los Tábanos - Garabato
TG8	24082	280	6	2,77	C90°	1,40	0,040	Los Tábanos - Garabato
TG9	25210	280	6	2,25	C45°	0,80	0,031	Los Tábanos - Garabato
TG10	25970	280	6	2,02	C45°	0,75	0,029	Los Tábanos - Garabato
TG12	26070	250	6	1,71	C 22,5°	0,25	0,014	Los Tábanos - Garabato
TG15	35032	250	6	2,19	C 22,5°	0,25	0,320	Los Tábanos - Garabato
TG17	40106	225	6	2,27	C 22,5°	0,25	0,320	Los Tábanos - Garabato
TOTAL	-	-	-	-	-	27,20	1,94	-

5.3. COMPUTO TOTAL

Los volúmenes totales teniendo son los siguientes:

SUMA TOTAL= ANCLAJES CALCULADOS+ANCLAJES PREDIMENSIONADOS

ITEM:

HORMIGON H-13 =	(18,08 + 27,197) m3	=	45,277 m3
ACERO ADN- 420=	(0,89 + 1,94) tn	=	2,83 tn

En cuanto a los volúmenes estimados suelo cemento destinados a mejorar las condiciones de fundación del anclaje propiamente dicho se resumen a continuación:

Area tipo base de anclaje =	1,70 m2
Suelo cemento, sobreancho 0,30m=	5,40 m2
Volumen en 0,50m de espesor =	2,70 m3

6. RECOMENDACIONES CONTRUCTIVAS

En función de las características químicas de algunos suelos existentes a lo largo de los ramales estudiados, se recomienda la utilización de hormigones con cemento de alta resistencia a los sulfatos (ARS).

En cuanto a las metodología constructiva, las condiciones geomecánicas que presentan los estratos subyacentes, especialmente en TG18 y TG19 obligan a mejorar las condiciones fundacionales, razón por lo cual se recomienda optimizar las condiciones de apoyo de las estructuras en estudio.

Conforme a lo mencionado surgen las siguientes recomendaciones:

- Mejorar la capa de apoyo de la losa mediante la ejecución de capas de suelo cemento, con un sobreancho de 0,30m respecto a las dimensiones del bloque y 0,50m de espesor, resistencia mínima a la compresión a los 7 días de 20kg.
- La capa de suelo cemento propuesta deberá estar apoyada sobre el terreno natural previamente compactado al 95% de la densidad máxima (Ensayo VN-E-5-93 "Compactación de Suelos") en un espesor mínimo de 0,20m.