
	MEMORIAS DISEÑO ESTRUCTURAL			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

MEMORIAS DE CÁLCULO DE DISEÑO ESTRUCTURAL





OPTIMIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CAPTACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL ACUEDUCTO MULTIVEREDAL DEL CORREGIMIENTO CESTILLAL DEL MUNICIPIO DE CAÑASGORDAS, ANTIOQUIA

Julio de 2014

Medellín – Colombia



CALLE 32 F Nº 63 A -117 PBX: (574) 444 1676 MEDELLIN COLOMBIA
www.conhydra.com

	MEMORIAS DISEÑO ESTRUCTURAL			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

1. OPTIMIZACIÓN SISTEMA DE CAPTACIÓN CAPTACIÓN LA BERRIONDITA

1.1 GENERALIDADES.

La captación de la fuente La Berriondita zona rural del municipio de Cañasgordas se optimiza construyendo aletas aguas arriba, dentellones y losas de piso aguas arriba y aguas abajo integradas a la estructura existente, la cual está constituida por dique.

El objetivo de la construcción de aletas, dentellones y losas de piso es la de garantizar mayor estabilidad y controlar procesos de socavación en la estructura, lo que conlleva a una mayor vida útil de ésta.

En el proceso constructivo se deben emplear anclajes epóxicos que garanticen el empotramiento de la estructura nueva a la estructura existente, además se deben emplear aditivos para la adherencia en concretos de diferentes edades.



Se modelará la estructura para condición de servicio, represamiento de agua a nivel de borde superior dique y para una creciente, estructura sumergida parcialmente, condición esta que no permanece en el tiempo por lo que no se considera subpresión para estructura sumergida de manera permanente.

1.2 MATERIALES

- Acero de refuerzo

$$f_y = 4220 \text{ kg/cm}^2 \cong 60000 \text{ psi} \cong 42,2 \text{ Mpa para } \phi \geq 1/4''$$



	MEMORIAS DISEÑO ESTRUCTURAL			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	



- Concreto

$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 \cong 4000 \text{ psi} \cong 28,0 \text{ Mpa}$ Integral

- Agregado grueso: $\phi \text{ } 3/4''$ de origen ígneo o metamórfico libre de elementos contaminantes.
- Arenas propias para la fabricación del hormigón de origen ígneo o metamórfico libre de elementos contaminantes.
- Agua libre de elementos contaminantes se debe emplear en la elaboración del concreto.
- No se autoriza la utilización de acero de refuerzo de segunda o contaminado.
- Máxima relación agua: cemento: 0,42
- Emplear aditivos que garanticen adherencia de concretos diferentes edades.

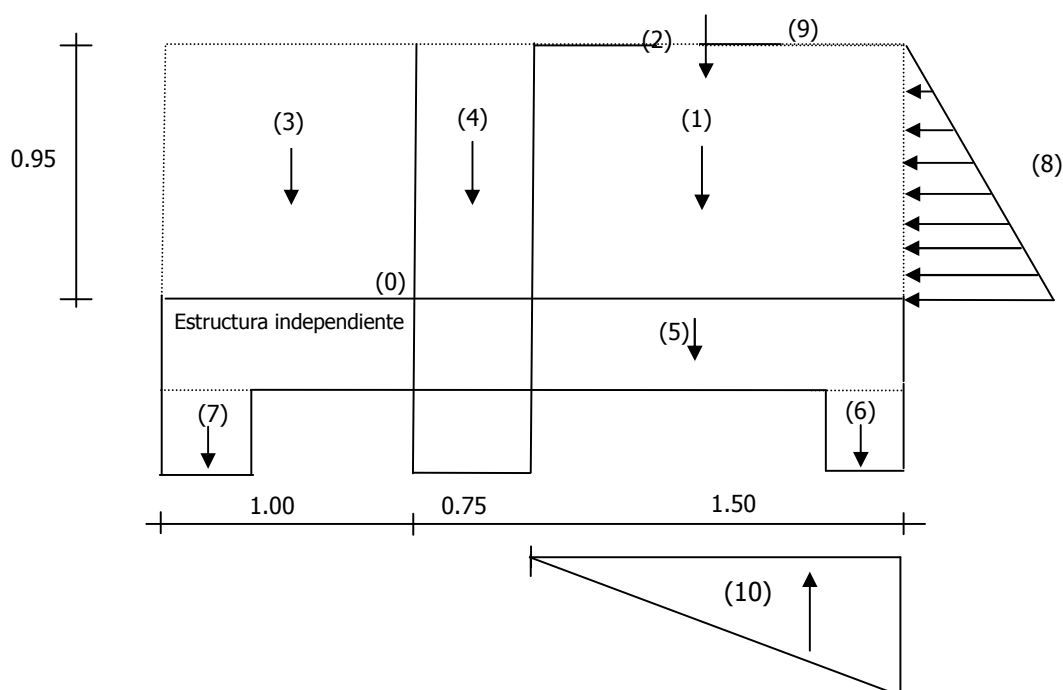


CALLE 32 F N° 63 A -117 PBX: (574) 444 1676 MEDELLIN COLOMBIA
www.conhydra.com

 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	MEMORIAS DISEÑO ESTRUCTURAL			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

1.3 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD



1.3.1 Sección propuesta estructura condición de servicio



Descripción:

- (1) Peso líquido aguas arriba.
- (2) Peso líquido creciente.
- (3) Peso líquido aguas abajo.
- (4) Peso dique.
- (5) Peso fundación.
- (6) Peso dentellón aguas arriba.
- (7) Peso dentellón aguas abajo.
- (8) Empuje líquido almacenado.
- (9) Peso puntual por sobre tamaño o sismo
- (10) Subpresión.



	MEMORIAS DISEÑO ESTRUCTURAL			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

Represamiento 0.25 m., por encima reja de captación.

Solicitaciones por sismo

- Inercia de la presa:

$$F_s = G * K_s * \infty$$

G = Peso de la presa = 3.47 ton/m.

K_s = Coeficiente sísmico = 1.00/40 intensidad sismo 7.

∞ = Coeficiente características dinámicas de construcción = 1.5.

F_s = 0.13 ton/m., aplicado a 0.42 H.

- Inercia del agua

$$P_s = (2/3) C_e * \beta * H^2$$

$$C_e = (0.186) / [1.0 - 7.746 * (H / (1000 * t))^{2.1}]^{1/2} = 0.186$$

β = Coeficiente que depende de la intensidad del sísmico = 0.04 sismo fuerte



H = 0.95 m.

P_s = 0.005 aplicado a 0.4 H

Tabla 1. Análisis estructural estructura condición de servicio

Nombre	Descripción	Evaluación (ton/m)		Brazo(0) (m)	Momento(0) (ton-m/m)
		Descripción	Valor		
(1)	Peso líquido aguas arriba	1.50 * 0.95 * 1.05	1.50	1.50	2.25
(2)	Peso líquido creciente	---	---	---	---
(3)	Peso líquido aguas abajo	---	---	---	---
(4)	Peso dique	1.45 * 0.75 * 2.40	2.61	0.38	0.98
(5)	Peso fundación	1.50 * 0.20 * 2.40	0.72	1.50	1.08
(6)	Peso dentellón aguas arriba	0.20 * 0.30 * 2.40	0.14	2.15	0.31
(7)	Peso dentellón aguas abajo	---	---	---	---
(8)	Empuje líquido	0.95 ² * 1.05/2	0.47	0.32	0.15
(9)	Peso	Inercia	0.13	0.13	0.40



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	MEMORIAS DISEÑO ESTRUCTURAL			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

Nombre	Descripción		Evaluación (ton/m)		Brazo(0) (m)	Momento(0) (ton-m/m)
			Descripción	Valor		
	puntual por sobre tamaño y sismo	presa				
		Inercia agua	0.005	0.005	0.38	Despreciable
		Puntual sobre tamaño	0.1	0.1	0.95	0.10
(10)	Subpresión		0.95 * 1.50 * 1.00/2	0.71	1.00	0.71

Nota: La carga puntual sobre tamaño propuesta.

1.3.1.1 CÁLCULOS DE ESTABILIDAD

$$\Sigma F_v = V_1 + V_4 + V_5 + V_6 + V_7 - V_{10}$$

$$\Sigma F_v = 4.26 \text{ ton/m}$$

$$\Sigma M^{(+)} = M_1 + M_4 + M_5 + M_6 + M_7.$$

$$\Sigma M^{(+)} = 4.61 \text{ ton-m/m}$$

$$\Sigma M^{(-)} = M_8 + M_9 + M_{10}$$

$$\Sigma M^{(-)} = 1.01 \text{ ton-m/m}$$

$$\Sigma F_H = V_8 + V_9$$

$$\Sigma F_H = 0.71 \text{ ton/m}$$

Seguridad contra volcamiento



$$f_{sv} = \frac{\Sigma M_u^{(+)}}{\Sigma M_u^{(-)}}$$

$$\Sigma M_0^{(+)} = 4.61 \text{ ton-m/m}$$

$$\Sigma M_0^{(-)} = 1.01 \text{ ton-m/m}$$

$$\therefore f_{sv} = 4.56 \text{ **Bien!** } > 3.0$$



	MEMORIAS DISEÑO ESTRUCTURAL			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

Punto de aplicación

$$X_0 = \frac{\sum M_0}{\sum F_v}$$

$$\sum F_v$$

$$\sum M_0 = \sum M_0^{(+)} - \sum M_0^{(-)}$$

$$\sum M_0 = (4.61 - 1.01) \text{ ton-m/m}$$

$$\sum M_0 = 3.60 \text{ ton-m/m}$$

$$\sum f_v = 4.26 \text{ ton/m}$$

$$\therefore X_0 = 0.85 \text{ m Dentro del tercio medio}$$

Rango 0.75 m. a 1.50 m. **Bien!**

Seguridad contra deslizamiento



$$f_f = 0.60$$

$$\sum f_v = 4.26 \text{ ton/m}$$

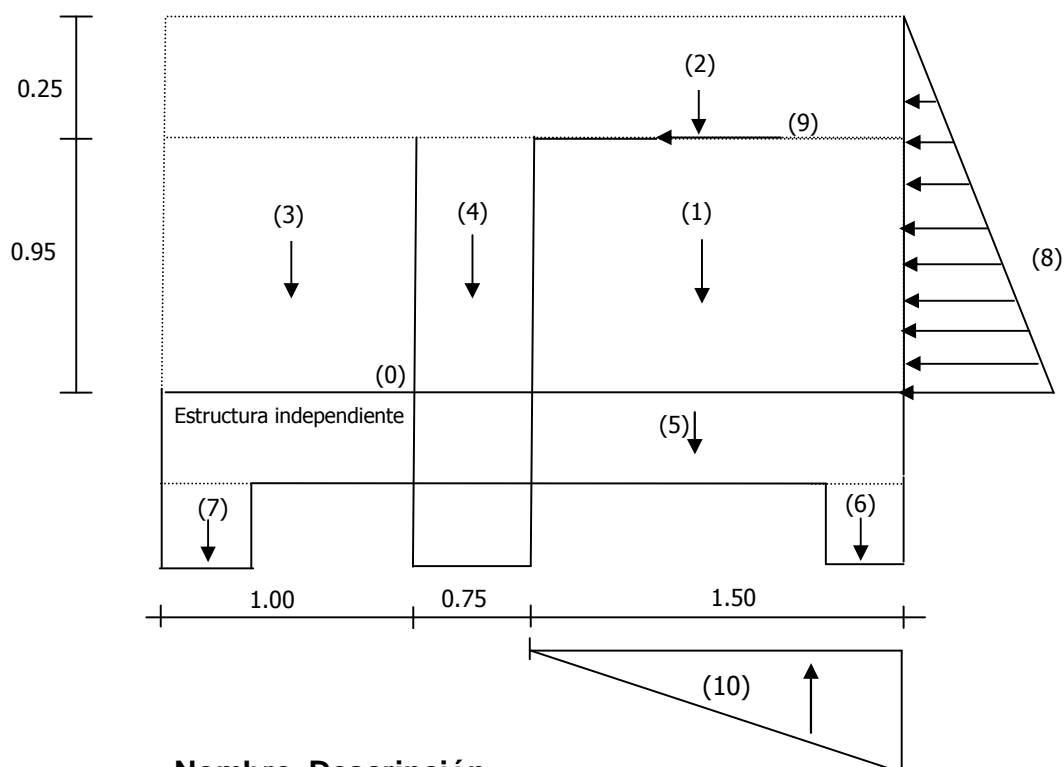
$$\sum F_H = 0.71 \text{ ton/m}$$

$$f_{sD} = \frac{f_f \sum f_v}{\sum f_H} = 3.60, \text{ **Bien!** } > 2.0$$



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	MEMORIAS DISEÑO ESTRUCTURAL			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	



1.3.2 Sección propuesta estructura sumergida parcialmente.



Nombre Descripción

- (1) Peso líquido aguas arriba.
- (2) Peso líquido creciente.
- (3) Peso líquido aguas abajo.
- (4) Peso dique.
- (5) Peso fundación.
- (6) Peso dentellón aguas arriba.
- (7) Peso dentellón aguas abajo.
- (8) Empuje líquido almacenado.
- (9) Peso puntual por sobre tamaño o sismo
- (10) Subpresión.



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	MEMORIAS DISEÑO ESTRUCTURAL			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

Solicitaciones por sismo

- Inercia de la presa:

$$F_s = G * K_s * \infty$$

G = Peso de la presa = 3.47 ton/m.

K_s = Coeficiente sísmico = 1.00/40 intensidad sismo 7.

∞ = Coeficiente características dinámicas de construcción = 1.5.

F_s = 0.13 ton/m., aplicado a 0.42 H.

- Inercia del agua

$$P_s = (2/3) C_e * \beta * H^2$$

$$C_e = (0.186) / [1.0 - 7.746 * (H / (1000 * t))^{2/3}]^{1/2} = 0.186$$

β = Coeficiente que depende de la intensidad del sísmico = 0.04 sismo fuerte



H = 1.20 m.

P_s = 0.007 aplicado a 0.4 H

Tabla 2. Análisis estructural estructura sumergida parcialmente.

Nombre	Descripción		Evaluación (ton/m)		Brazo(0) (m)	Momento(0) (ton-m/m)
			Descripción	Valor		
(1)	Peso líquido aguas arriba		1.50 * 0.95 * 1.05	1.50	1.50	2.25
(2)	Peso líquido creciente		2.25 * 0.25 * 1.05	0.59	1.13	0.67
(3)	Peso líquido aguas abajo		---	---	---	---
(4)	Peso dique		1.45 * 0.75 * 2.40	2.61	0.38	0.98
(5)	Peso fundación		1.50 * 0.20 * 2.40	0.72	1.50	1.08
(6)	Peso dentellón aguas arriba		0.20 * 0.30 * 2.40	0.14	2.15	0.31
(7)	Peso dentellón aguas abajo		---	---	---	---
(8)	Empuje líquido		1.20 ² * 1.05/2	0.76	0.40	0.30
(9)	Peso puntual por sobre tamaño y sismo	Inercia presa	0.13	0.13	0.50	0.07
		Inercia agua	0.007	0.007	0.48	Despreciable
		Puntual sobre tamaño	0.1	0.1	0.95	0.10
(10)	Subpresión		1.20 * 1.50 * 1.00/2	0.90	1.00	0.90



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	MEMORIAS DISEÑO ESTRUCTURAL			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

Nota: La carga puntual sobre tamaño propuesta.

1.3.2.1 CÁLCULOS DE ESTABILIDAD

$$\Sigma F_v = V_1 + V_4 + V_5 + V_6 + V_7 - V_{10}$$

$$\Sigma F_v = 4.66 \text{ ton/m}$$

$$\Sigma M^{(+)} = M_1 + M_4 + M_5 + M_6 + M_7$$

$$\Sigma M^{(+)} = 5.29 \text{ ton-m/m}$$

$$\Sigma M^{(-)} = M_8 + M_9 + M_{10}$$

$$\Sigma M^{(-)} = 1.37 \text{ ton-m/m}$$

$$\Sigma F_H = V_8 + V_9$$

$$\Sigma F_H = 1.00 \text{ ton/m}$$

Seguridad contra Volcamiento

$$f_{sv} = \frac{\Sigma M_u^{(+)}}{\Sigma M_u^{(-)}}$$

$$\Sigma M_0^{(+)} = 5.29 \text{ ton-m/m}$$

$$\Sigma M_0^{(-)} = 1.37 \text{ ton-m/m}$$

$$\therefore f_{sv} = 3.86 \text{ **Bien** } ! > 2.0$$



Punto de aplicación

$$X_0 = \frac{\Sigma M_0}{\Sigma F_v}$$

$$\Sigma M_0 = \Sigma M_0^{(+)} - \Sigma M_0^{(-)}$$

$$\Sigma M_0 = (5.29 - 1.01) \text{ ton-m/m}$$



	MEMORIAS DISEÑO ESTRUCTURAL			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

$$\Sigma M_0 = 4.28 \text{ ton-m/m}$$

$$\Sigma f_v = 4.66 \text{ ton/m}$$

$$\therefore X_0 = 0.92 \text{ m Dentro del tercio medio}$$

Rango 0.75 m. a 1.50 m. **Bien!**

Seguridad contra deslizamiento



$$f_f = 0.60$$

$$\Sigma f_v = 4.66 \text{ ton/m}$$

$$\Sigma F_H = 1.00 \text{ ton/m}$$

$$f_{SD} = \frac{ff \Sigma f_v}{\Sigma f_H} = 2.80 \text{ **Bien!** } > 2.0$$



	MEMORIAS DISEÑO ESTRUCTURAL			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

2. OPTIMIZACIÓN SISTEMA DE CAPTACIÓN LA BERRIONDA

2.1 GENERALIDADES

La captación de la fuente La Berrionda zona rural del municipio de Cañasgordas se optimiza construyendo aletas aguas arriba, dentellones y losas de piso aguas arriba y aguas abajo integradas a la estructura existente, la cual está constituida por dique.

El objetivo de la construcción de aletas, dentellones y losas de piso es la de garantizar mayor estabilidad y controlar procesos de socavación en la estructura, lo que conlleva a una mayor vida útil de ésta.

En el proceso constructivo se deben emplear anclajes epóxicos que garanticen el empotramiento de la estructura nueva a la estructura existente, además se deben emplear aditivos para la adherencia en concretos de diferentes edades.

Se modelará la estructura para condición de servicio, represamiento de agua a nivel de borde superior dique y para una creciente, estructura sumergida parcialmente, condición esta que no permanece en el tiempo por lo que no se considera subpresión para estructura sumergida de manera permanente.

2.2 MATERIALES



- Acero de refuerzo

$$f_y = 4220 \text{ kg/cm}^2 \cong 60000 \text{ psi} \cong 42,2 \text{ Mpa para } \phi \geq 1/4''$$

- Concreto



$$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2 \cong 4000 \text{ psi} \cong 28,0 \text{ Mpa Integral}$$



	MEMORIAS DISEÑO ESTRUCTURAL			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

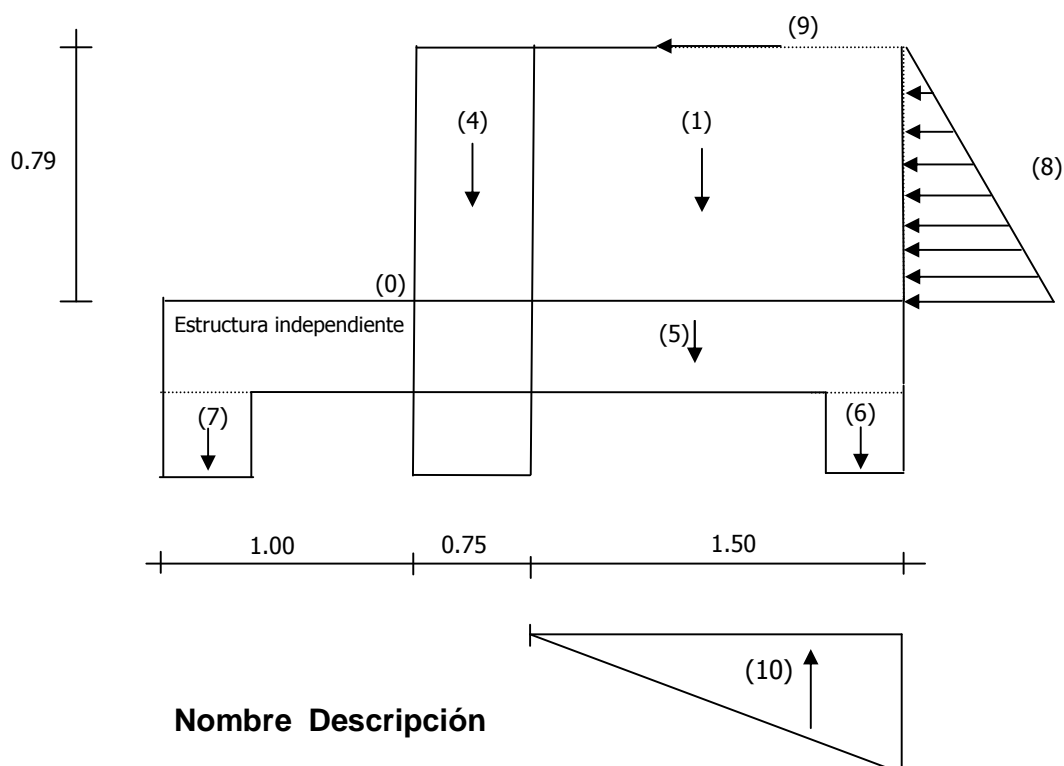
- Agregado grueso: ϕ 3/4" de origen ígneo o metamórfico libre de elementos contaminantes.
- Arenas propias para la fabricación del hormigón de origen ígneo o metamórfico libre de elementos contaminantes.
- Agua libre de elementos contaminantes se debe emplear en la elaboración del concreto.
- No se autoriza la utilización de acero de refuerzo de segunda o contaminado.
- Máxima relación agua: cemento: 0,42
- Emplear aditivos que garanticen adherencia de concretos diferentes edades.



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	MEMORIAS DISEÑO ESTRUCTURAL			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

2.3 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD



2.3.1 Sección propuesta estructura de servicio



Nombre Descripción

- (1) Peso líquido aguas arriba.
- (2) Peso líquido creciente.
- (3) Peso líquido aguas abajo.
- (4) Peso dique.
- (5) Peso fundación.
- (6) Peso dentellón aguas arriba.
- (7) Peso dentellón aguas abajo.
- (8) Empuje líquido almacenado.
- (9) Peso puntual por sobre tamaño y sismo
- (10) Subpresión.



	MEMORIAS DISEÑO ESTRUCTURAL			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

Solicitaciones por sismo

- Inercia de la presa:

$$F_s = G * K_s * \infty$$

G = Peso de la presa = 3.18 ton/m.

K_s = Coeficiente sísmico = 1.00/40 intensidad sismo 7.

∞ = Coeficiente características dinámicas de construcción = 1.5.

F_s = 0.12 ton/m., aplicado a 0.42 H.

- Inercia del agua

$$P_s = (2/3) C_e * \beta * H^2$$

$$C_e = (0.186) / [1.0 - 7.746 * (H / (1000 * t))^2]^{1/2} = 0.186$$

β = Coeficiente que depende de la intensidad del sísmico = 0.04 sismo fuerte



H = 0.79 m.

P_s = 0.003 aplicado a 0.4 H

Tabla 3. Análisis estructural estructura de servicio

Nombre	Descripción		Evaluación (ton/m)		Brazo(0) (m)	Momento(0) (ton-m/m)
			Descripción	Valor		
(1)	Peso líquido aguas arriba		1.50 * 0.79 * 1.05	1.24	1.50	1.86
(2)	Peso líquido creciente		---	---	---	---
(3)	Peso líquido aguas abajo		---	---	---	---
(4)	Peso dique		1.29 * 0.75 * 2.40	2.32	0.38	0.88
(5)	Peso fundación		1.50 * 0.20 * 2.40	0.72	1.125	0.81
(6)	Peso dentellón aguas arriba		0.20 * 0.30 * 2.40	0.14	2.15	0.31
(7)	Peso dentellón aguas abajo		---	---	---	---
(8)	Empuje líquido		0.79 ² * 1.05/2	0.33	0.26	0.09
(9)	Peso puntual por sobre tamaño y sismo	Inercia presa	0.12	0.12	0.33	0.04
		Inercia agua	0.003	0.003	0.32	Despreciable
		Puntual sobre	0.1	0.1	0.79	0.08



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	MEMORIAS DISEÑO ESTRUCTURAL			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

Nombre	Descripción	Evaluación (ton/m)		Brazo(0) (m)	Momento(0) (ton-m/m)
		Descripción	Valor		
	tamaño				
(10)	Subpresión	0.79 * 1.50 * 1.00/2	0.59	1.00	0.59

Nota: La carga puntual sobre tamaño propuesta.

2.3.1.1 CÁLCULOS DE ESTABILIDAD

$$\Sigma F_v = V_1 + V_4 + V_5 + V_6 - V_{10}$$

$$\Sigma F_v = 3.83 \text{ ton/m}$$

$$\Sigma M^{(+)} = M_1 + M_4 + M_5 + M_6$$

$$\Sigma M^{(+)} = 3.86 \text{ ton-m/m}$$

$$\Sigma M^{(-)} = M_8 + M_9 + M_{10}$$

$$\Sigma M^{(-)} = 0.80 \text{ ton-m/m}$$

$$\Sigma F_H = V_8 + V_9$$

$$\Sigma F_H = 0.55 \text{ ton/m}$$

Seguridad contra Volcamiento

$$f_{sv} = \frac{\Sigma M_u^{(+)}}{\Sigma M_u^{(-)}}$$

$$\Sigma M_0^{(+)} = 3.86 \text{ ton-m/m}$$



$$\Sigma M_0^{(-)} = 0.80 \text{ ton-m/m}$$

$$\therefore f_{sv} = 4.82 \text{ **Bien!** } > 3.0$$

Punto de aplicación

$$X_0 = \frac{\Sigma M_o}{\Sigma F_v}$$



	MEMORIAS DISEÑO ESTRUCTURAL			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

$$\Sigma M_0 = \Sigma M_0^{(+)} - \Sigma M_0^{(-)}$$

$$\Sigma M_0 = (3.86 - 0.80) \text{ ton-m/m}$$

$$\Sigma M_0 = 3.06 \text{ ton-m/m}$$

$$\Sigma f_v = 3.83 \text{ ton/m}$$

$\therefore X_0 = 0.80 \text{ m}$ Dentro del tercio medio
Rango 0.75 m. a 1.50 m. **Bien!**

Seguridad contra deslizamiento



$$f_f = 0.60$$

$$\Sigma f_v = 3.83 \text{ ton/m}$$

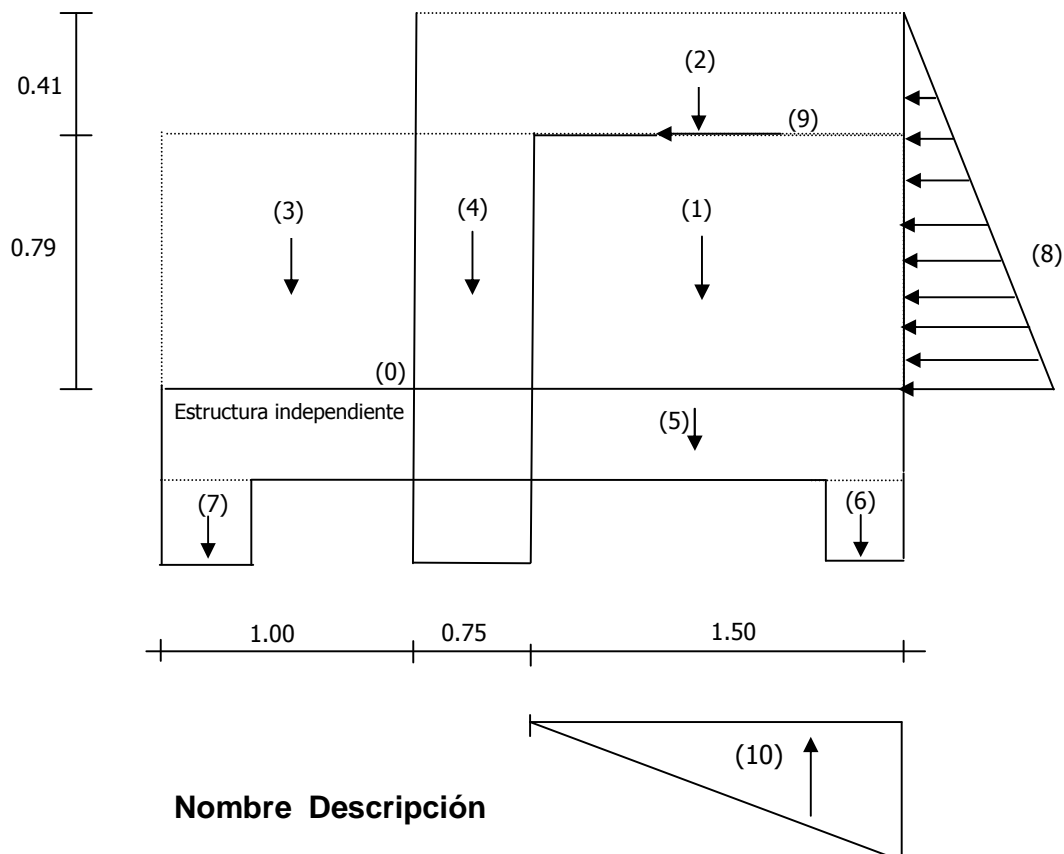
$$\Sigma F_H = 0.55 \text{ ton/m}$$

$$f_{SD} = \frac{f_f \Sigma f_v}{\Sigma f_H} = 4.18, \text{ **Bien!** } > 2.0$$



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	MEMORIAS DISEÑO ESTRUCTURAL			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	



2.3.2 Sección propuesta estructura sumergida parcialmente.



Nombre Descripción

- (1) Peso líquido aguas arriba.
- (2) Peso líquido creciente.
- (3) Peso líquido aguas abajo.
- (4) Peso dique.
- (5) Peso fundación.
- (6) Peso dentellón aguas arriba.
- (7) Peso dentellón aguas abajo.
- (8) Empuje líquido almacenado.
- (9) Peso puntual por sobre tamaño y sismo
- (10) Subpresión.



	MEMORIAS DISEÑO ESTRUCTURAL			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

Solicitaciones por sismo

- Inercia de la presa:

$$F_s = G * K_s * \infty$$

$$G = \text{Peso de la presa} = 3.18 \text{ ton/m.}$$

$$K_s = \text{Coeficiente sísmico} = 1.00/40 \text{ intensidad sismo 7.}$$

$$\infty = \text{Coeficiente características dinámicas de construcción} = 1.5.$$

$$F_s = 0.12 \text{ ton/m., aplicado a } 0.42 \text{ H.}$$

- Inercia del agua

$$P_s = (2/3) C_e * \beta * H^2$$

$$C_e = (0.186) / [1.0 - 7.746 * (H / (1000 * t))^{2.1/2}] = 0.186$$

$$\beta = \text{Coeficiente que depende de la intensidad del sísmico} = 0.04 \text{ sismo fuerte}$$



$$H = 1.20 \text{ m.}$$

$$P_s = 0.007 \text{ aplicado a } 0.4 \text{ H}$$

Tabla 4. Análisis estructural estructura sumergida parcialmente.

Nombre	Descripción	Evaluación (ton/m)		Brazo(0) (m)	Momento(0) (ton-m/m)
		Descripción	Valor		
(1)	Peso líquido aguas arriba	$1.50 * 0.79 * 1.05$	1.24	1.50	1.86
(2)	Peso líquido creciente	$2.25 * 0.41 * 1.05$	0.97	1.13	1.09
(3)	Peso líquido aguas abajo	---	---	---	---
(4)	Peso dique	$1.29 * 0.75 * 2.40$	2.32	0.38	0.88
(5)	Peso fundación	$1.50 * 0.20 * 2.40$	0.72	1.125	0.81
(6)	Peso dentellón aguas arriba	$0.20 * 0.30 * 2.40$	0.14	2.15	0.31
(7)	Peso dentellón aguas abajo	---	---	---	---
(8)	Empuje líquido	$1.20^2 * 1.05/2$	0.76	0.40	0.30
(9)	Peso puntual por sobre tamaño y sismo	Inercia presa	0.12	0.12	0.50
		Inercia agua	0.007	0.007	0.32
		Puntual sobre tamaño	0.1	0.1	0.79
					0.08



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	MEMORIAS DISEÑO ESTRUCTURAL			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

Nombre	Descripción	Evaluación (ton/m)		Brazo(0) (m)	Momento(0) (ton-m/m)
		Descripción	Valor		
(10)	Subpresión	1.20 * 1.50 * 1.00/2	0.90	1.00	0.90

Nota: La carga puntual sobre tamaño propuesta.

2.3.2.1 CÁLCULOS DE ESTABILIDAD

$$\Sigma F_v = V_1 + V_2 + V_4 + V_5 + V_6 - V_{10}$$

$$\Sigma F_v = 4.49 \text{ ton/m}$$

$$\Sigma M^{(+)} = M_1 + M_2 + M_4 + M_5 + M_6$$

$$\Sigma M^{(+)} = 4.95 \text{ ton-m/m}$$



$$\Sigma M^{(-)} = M_8 + M_9 + M_{10}$$

$$\Sigma M^{(-)} = 1.32 \text{ ton-m/m}$$

$$\Sigma F_H = V_8 + V_9$$

$$\Sigma F_H = 0.99 \text{ ton/m}$$



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	MEMORIAS DISEÑO ESTRUCTURAL			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

Seguridad contra Volcamiento

$$f_{sv} = \frac{\sum M_u^{(+)}}{\sum M_u^{(-)}}$$

$$\sum M_0^{(+)} = 4.95 \text{ ton-m/m}$$

$$\sum M_0^{(-)} = 1.32 \text{ ton-m/m}$$

$$\therefore f_{sv} = 3.75 \text{ **Bien!** } > 2.0$$

Punto de aplicación

$$X_0 = \frac{\sum M_0}{\sum F_v}$$

$$\sum M_0 = \sum M_0^{(+)} - \sum M_0^{(-)}$$

$$\sum M_0 = (4.95 - 1.32) \text{ ton-m/m}$$

$$\sum M_0 = 3.63 \text{ ton-m/m}$$

$$\sum f_v = 4.49 \text{ ton/m}$$

$$\therefore X_0 = 0.81 \text{ m Dentro del tercio medio}$$

rango 0.75 m. a 1.50 m. **Bien!**

Seguridad contra deslizamiento



$$f_f = 0.60$$

$$\sum f_v = 4.49 \text{ ton/m}$$

$$\sum F_H = 0.99 \text{ ton/m}$$

$$f_{SD} = \frac{f_f \sum f_v}{\sum f_H} = 2.72, \text{ **Bien!** } > 1.5$$



	MEMORIAS DISEÑO ESTRUCTURAL			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

3. OBRAS DE REHABILITACIÓN PARA PUNTOS AFECTADOS EN LA CONDUCCIÓN DE AGUAS CRUDAS

3.1 MATERIALES

- Acero de refuerzo



$$f_y = 4220 \text{ kg/cm}^2 \cong 60000 \text{ psi} \cong 42,2 \text{ Mpa para } \phi \geq 1/4''$$

- Concreto

$$f'_c = 211 \text{ kg/cm}^2 \cong 3000 \text{ psi} \cong 21,0 \text{ Mpa Integral}$$

- Agregado grueso: $\phi 3/4''$ de origen ígneo o metamórfico libre de elementos contaminantes.
- Arenas propias para la fabricación del hormigón de origen ígneo o metamórfico libre de elementos contaminantes.
- Agua libre de elementos contaminantes se debe emplear en la elaboración del concreto.
- No se autoriza la utilización de acero de refuerzo de segunda o contaminado.
- Máxima relación agua: cemento: 0,42

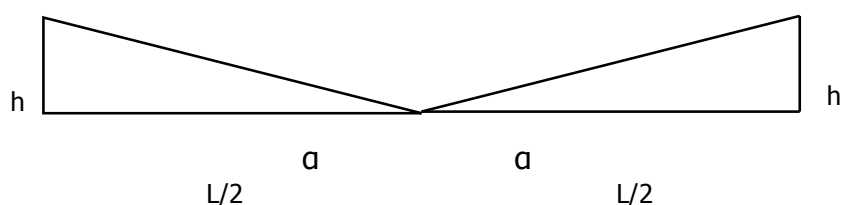


 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	MEMORIAS DISEÑO ESTRUCTURAL			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

3.2 CONDICIONES GEOMÉTRICAS

Tabla 5. Condiciones geométricas para las diferentes longitudes de viaducto

Longitud (m)	h (m)
20	Variable 0.75 a 2.00
25	Variable 0.75 a 2.00
30	Variable 0.75 a 2.00
35	Variable 0.75 a 2.00
40	Variable 0.75 a 2.00
45	Variable 0.75 a 2.00
50	Variable 0.75 a 2.00





$$\alpha = \text{artang} ((h)/(L/2))$$

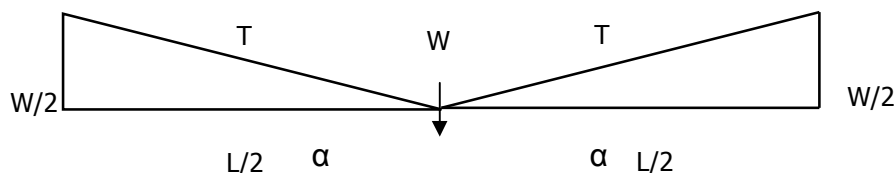
L = Longitud entre apoyos cable.

h = Altura entre apoyo superior y nivel inferior del cable.



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	MEMORIAS DISEÑO ESTRUCTURAL			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

3.3 EVALUACIÓN DE CARGAS SOBRE CABLE



Carga de viento = $W_{wbásica} \cdot \text{área contacto}$

$W_{wbásica} = 45 \text{ kg/m}^2$


Área contacto = Derivada de $\varnothing/2$

Carga de viento = $45 \cdot 0.16 = 7.20 \text{ kg/m}$

Tabla 6. Evaluación de cargas sobre el cable

Descripción	Evaluación (kg/m)
Peso Líquido	8.10
Peso Materiales	2.90
Peso cable	1.00
Carga de viento	7.20
Carga Viva	10.00
Carga sismo (10% W_D)	1.20
W_D	12.00

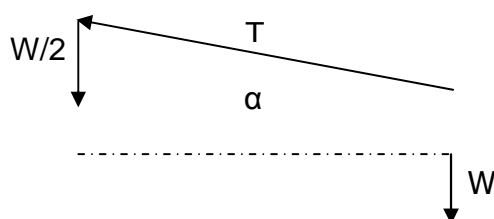


	MEMORIAS DISEÑO ESTRUCTURAL		
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia		
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1



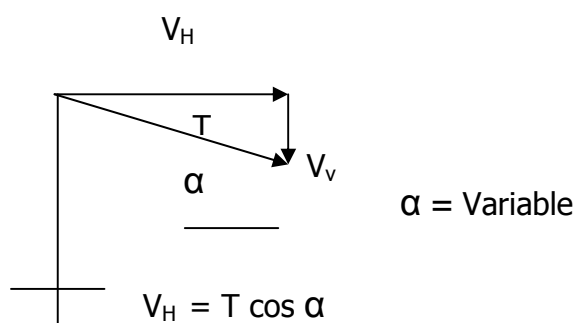
Descripción	Evaluación (kg/m)
W_L	10.00
W_s	1.20
W_W	7.20
$W_D + W_L + W_s + W_W$	30.40

3.4 ESFUERZOS EN CABLE Y APOYO



$$\text{sen } \alpha = (W/2)/T$$

$$T = (W/2)/\text{sen } \alpha$$





$\alpha = \text{Variable}$

$$V_v = T \text{ sen } \alpha$$

$$T_D = T/0.6$$



 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	MEMORIAS DISEÑO ESTRUCTURAL			 <p>CONHYDRA S.A. E.S.P. GESTORES DE SERVICIOS PÚBLICOS</p>
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

3.5 ESFUERZOS EN CABLE.

Tabla 7. Esfuerzos en el cable para vuelos de 20m

Longitud (m)	w (kg/m)	W (ton)	h (m)	α (°)	T (ton)	T _D (ton)	Ø cable (pulg)	Vh (ton)	Vv (ton)
20.00	30.40	0.61	0.75	4.29	4.08	6.80	7/16	4.07	0.31
			1.00	5.71	3.07	5.12	3/8	3.05	
			1.25	7.13	2.46	4.10	3/8	2.44	
			1.50	8.53	2.06	3.43	5/16	2.04	
			1.75	9.93	1.80	3.00	5/16	1.77	
			2.00	11.31	1.58	2.63	1/4	1.55	

Tabla 8. Esfuerzos en el cable para vuelos de 25m

Longitud (m)	w (kg/m)	W (ton)	h (m)	α (°)	T (ton)	T _D (ton)	Ø cable (pulg)	Vh (ton)	Vv (ton)
25.00	30.40	0.76	0.75	3.44	6.33	10.58	9/16	6.32	0.38
			1.00	4.57	4.77	7.95	1/2	4.75	
			1.25	5.71	3.82	6.36	7/16	3.80	
			1.50	6.84	3.19	5.32	3/8	3.17	
			1.75	7.97	2.74	4.57	3/8	2.71	
			2.00	9.09	2.41	4.01	3/8	2.38	





	MEMORIAS DISEÑO ESTRUCTURAL			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

Tabla 9. Esfuerzos en el cable para vuelos de 30m

Longitud (m)	w (kg/m)	W (ton)	h (m)	α (°)	T (ton)	T_D (ton)	Ø cable (pulg)	Vh (ton)	Vv (ton)
30.00	30.40	0.91	0.75	2.86	9.12	15.20	5/8	9.11	0.46
			1.00	3.81	6.85	11.42	9/16	6.83	
			1.25	4.76	5.48	9.13	1/2	5.42	
			1.50	3.71	4.57	7.62	7/16	4.55	
			1.75	6.65	3.93	6.55	7/16	3.90	
			2.00	7.60	3.44	5.73	7/16	3.41	

Tabla 10. Esfuerzos en el cable para vuelos de 35m

Longitud (m)	w (kg/m)	W (ton)	h (m)	α (°)	T (ton)	T_D (ton)	Ø cable (pulg)	Vh (ton)	Vv (ton)
35.00	30.40	1.07	0.75	2.45	12.52	20.87	3/4	12.50	0.54
			1.00	3.27	9.38	15.63	5/8	9.36	
			1.25	4.09	7.50	12.50	9/16	7.48	
			1.50	4.90	6.26	10.43	9/16	6.24	
			1.75	5.71	5.38	8.97	1/2	5.35	
			2.00	6.52	4.71	7.85	1/2	4.68	





 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	MEMORIAS DISEÑO ESTRUCTURAL			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

Tabla 11. Esfuerzos en el cable para vuelos de 40m

Longitud (m)	w (kg/m)	W (ton)	h (m)	α (°)	T (ton)	T_D (ton)	Ø cable (pulg)	Vh (ton)	Vv (ton)
40.00	30.40	1.22	0.75	2.15	16.26	27.10	7/8	16.25	0.61
			1.00	2.86	12.23	20.38	3/4	12.21	
			1.25	3.58	9.77	16.28	3/4	9.75	
			1.50	4.29	8.15	13.58	5/8	8.13	
			1.75	5.00	7.00	11.26	9/16	6.97	
			2.00	5.71	6.13	10.20	9/16	6.10	

Tabla 12. Esfuerzos en el cable para vuelos de 45m

Longitud (m)	w (kg/m)	W (ton)	h (m)	α (°)	T (ton)	T_D (ton)	Ø cable (pulg)	Vh (ton)	Vv (ton)
45.00	30.40	1.37	0.75	1.91	20.50	34.25	1	20.49	0.68
			1.00	2.54	15.50	25.80	7/8	15.48	
			1.25	3.18	12.40	20.60	7/8	12.38	
			1.50	3.81	10.30	17.20	3/4	10.28	
			1.75	4.45	8.80	14.70	3/4	8.77	
			2.00	5.08	7.70	12.90	5/8	7.67	





 <p>Fondo Adaptación Trabajamos en la Reconstrucción gestionando el Riesgo de Desastres</p>	MEMORIAS DISEÑO ESTRUCTURAL			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

Tabla 13. Esfuerzos en el cable para vuelos de 50m

Longitud (m)	w (kg/m)	W (ton)	h (m)	α (°)	T (ton)	T_D (ton)	Ø cable (pulg)	Vh (ton)	Vv (ton)
50.00	30.40	1.52	0.75	1.72	25.30	42.20	11/8	25.30	0.76
			1.00	2.29	19.00	31.70	1	19.00	
			1.25	2.86	15.20	25.40	7/8	15.20	
			1.50	3.43	12.70	21.20	7/8	12.70	
			1.75	4.00	10.90	18.20	3/4	10.90	
			2.00	4.57	9.50	15.90	3/4	9.50	

3.6 CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable galvanizado de alma de acero 6 * 19 ó 6 * 26 EIPS

El cable que fijará conducción a cable galvanizado principal se protegerá introduciéndolo en conducción plástica.

3.7 CARACTERÍSTICAS APOYO CABLE

Los cables galvanizados alma de acero se apoyarán en sus extremos en marcos metálicos.



	MEMORIAS DISEÑO ESTRUCTURAL			
	Consultoría para la elaboración de tres (3) estudios y diseños, que incluyen los componentes de riesgos y/o amenaza, de proyectos del sector Agua potable y Saneamiento básico, localizados en tres (3) municipios del departamento Antioquia			
	Corregimiento Cestillal - Municipio Cañasgordas - Antioquia	Agosto de 2014	Versión 1	

3.8 SOLICITACIONES EN APOYO

Véase V_h y V_v para cada propuesta de longitud de cables en tablas anteriores. Adicionalmente el apoyo propuesto, pila corta estará solicitada a momento equivalente a solicitud horizontal por altura apoyo cable.

Los apoyos para los cables se definieron a una misma altura, $h = 1.50$ m.

Tabla 14. Solicitaciones en apoyo para las diferentes longitudes de vuelo

Longitud cable (m)	V_h (ton)	h (m)	$M = V_h * h$ (ton-m)
20	1.77	1.75	3.10
25	2.71	1.75	4.74
30	3.90	1.75	6.83
35	5.35	1.75	9.36
40	6.97	1.75	12.20
45	8.77	1.75	15.35
50	10.90	1.75	19.08

