

DISEÑO DEL BOX-CULVERT PARA EL CORREGIMIENTO DE CALIBIO

FREDY HERNAN OLIVEROS VELASCO

ELMER IVAN VILLAMARIN SEGURA

Practica social

Director

Ing. Juan Carlos Zambrano

UNIVERSIDAD DEL CAUCA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION

POPAYAN

2011

CONTENIDO

	pag.
INTRODUCCIÓN	5
JUSTIFICACIÓN	8
OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS	10
1. PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	12
2. ANALISIS Y DISEÑO DEL BOX-CULVERT	13
2.1 VISITA AL LUGAR DE LA OBRA	13
2.2 TOMA DE TOPOGRAFIA	14
2.3 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LA ALCANTARILLA	14
2.4 DISEÑO DEL BOX CULVERT	17
2.4.1 Cálculo del caudal	18
2.4.2 Estimación del caudal máximo	20
2.4.3 Diseño estructural del box- culvert	20

CONTENIDO

	pag.
3. DISEÑO DE LA MEZCLA DE CONCRETO	23
4. CALCULO DEL COSTO TOTAL DE LA OBRA	27
4.1 COSTO DE LAS ACTIVIDADES	30
4.2 CANTIDADES DE OBRA	36
5. CONCLUSIONES	39
6. RECOMENDACIONES	41
BIBLIOGRAFIA	
PLANOS ESTRUCTURALES	

INTRODUCCIÓN

La UNIVERSIDAD DEL CAUCA como institución de educación superior, ha trabajado por más de 180 años en beneficio de la sociedad colombiana y se ha caracterizado por su compromiso y responsabilidad con la región, en el desarrollo socio-económico de su gente logrado a través de la formación académica e intelectual de sus estudiantes. Esta labor es posible, para quienes desean construir su proyecto de vida, gracias a la oportunidad que les ofrece la institución universitaria de formarse profesionalmente y servir a la sociedad, necesitada de líderes y trabajadores profesionales.

La facultad de Ingeniería Civil por su parte, creada como uno de los pilares que ayudan en el logro de ésta misión, tiene un gran reconocimiento nacional y siempre ha funcionado bajo las normas éticas y morales establecidas por la sociedad, y transmitidas a los estudiantes con el ejemplo. Es por esto, que además de la función formativa, la UNIVERSIDAD DEL CAUCA, cumple una función social al colaborar con las comunidades de una manera directa poniendo a su disposición, todo el conocimiento y el recurso humano necesario para la solución de los problemas o para la elaboración de proyectos que permitan el mejoramiento de la calidad de vida de quienes lo necesitan.

Esta labor, que es extensiva al sector rural e indígena, se cumple a través de los estudiantes que cursan los últimos semestres del programa de Ingeniería Civil quienes con la orientación de un profesional docente, que dirige y apoya el trabajo, elaboran el respectivo proyecto que permita resolver la necesidad de la comunidad beneficiaria. Con lo anterior, la UNIVERSIDAD DEL CAUCA, se vincula a las causas sociales de una manera directa y permite a sus estudiantes, llevar a la

práctica, todos los conocimientos académicos adquiridos durante la vida universitaria.

En particular, el proyecto que se presenta a continuación, comprende la elaboración de estudios, asesorías técnicas, diseño y cálculo del presupuesto, para la reconstrucción de una alcantarilla. Esta labor social, con la comunidad de Calibio, es aprobada en razón de que cumple con todos los requisitos exigidos para su realización, pues sus habitantes son de escasos recursos económicos y la obra planificada es necesaria por el eventual peligro que representa para los habitantes, el estado actual de la misma. Esta estructura hidráulica, ha superado completamente su límite de funcionamiento, debido a que presenta rompimientos en una de sus partes estructurales, ocasionados por una sobrecarga en el espesor del relleno que existe sobre ella.

Por otro lado, la comunidad beneficiaria se encuentra ubicada geográficamente en el corregimiento de Calibio, perteneciente al municipio de Popayán, departamento del Cauca, a 20 minutos en transporte público, sobre la vía Popayán-Cali. La obra solicitada por la comunidad y descrita anteriormente, se realizara sobre una de las vías internas del corregimiento, la cual está parcialmente en afirmado y su problemática se presenta desde hace aproximadamente 3 años. El sector más perjudicado es conocido como “loma de luligos” ya que esta vía les permite el tránsito hacia la iglesia, el salón comunal y la escuela del mencionado corregimiento. La población total de Calibio, se estima en aproximadamente 3000 personas de las cuales se calcula que unas 300, viven el sector de “Loma de luligos”.

Con esta práctica social, se responde a una solicitud presentada por la líder comunitaria: María Gabriela Escobar, quien es la presidenta de la junta de acción comunal del corregimiento de Calibío, y quien además solicitó, mediante oficio, la colaboración por parte de la Facultad de Ingeniería Civil para la elaboración del proyecto respectivo, el cual, una vez elaborado, será presentado ante el Banco de proyectos de la alcaldía de POPAYÁN, para la gestión de los recursos económicos necesarios que permitan materializarlo y darle una solución definitiva a su problemática.

JUSTIFICACION

El trabajo de grado es el mecanismo mediante el cual, la UNIVERSIDAD DEL CAUCA, permite una inducción de los estudiantes hacia el futuro ejercicio profesional de la carrera. Es la oportunidad de fortalecer y complementar los conocimientos adquiridos en los salones de clase y también de descubrir las debilidades de una manera autocrítica, con lo cual se garantiza un buen desempeño laboral, una vez este se haya iniciado.

También es importante para un profesional universitario desarrollar habilidades y destrezas en cuanto a las relaciones sociales y a la comunicación con las distintas personas del común, al igual que con las instituciones, líderes comunitarios y la sociedad en general, con las cuales se espera trabajar activamente, colaborando y ejecutando sus proyectos e iniciativas.

Por lo tanto, la práctica social como trabajo de grado, es el medio ideal para el desarrollo de este objetivo, en la medida en que los estudiantes entran en contacto directo con la comunidad, recibiendo de esta, toda la colaboración necesaria para el inicio y la planeación de la labor social.

Adicionalmente, con el presente trabajo, se espera lograr una profundización en los conocimientos relacionados con las áreas de estructuras, hidráulica, vías y costos de construcción. Se trabajara sobre temas específicos como el estudio y análisis de caudales, estructuras en concreto reforzado y se acudirá también a los conocimientos adquiridos en topografía para realizar el levantamiento topográfico y la elaboración de los planos respectivos. Es importante anotar que todas las

actividades anteriores se desarrollan de una manera integral y sistemática, lo cual se podrá considerar como una ventaja adicional a las anteriormente mencionadas ya que en la mayoría de las áreas o asignaturas recibidas durante la formación académica, el conocimiento no es relacionado integralmente, lo que en algunos casos se podría convertir en una limitante para los futuros profesionales.

Durante el desarrollo del trabajo social con la comunidad, además de la orientación del docente profesional o director de pasantía, también se cuenta con la asesoría de los demás docentes de los diferentes departamentos de la facultad, quienes por su experiencia y preparación académica especializada y sus calidades humanas, orientan y aclaran las dudas que puedan surgir en el transcurso de la practica social.

Por todo lo anterior, es razonable afirmar que esta experiencia es necesaria para los estudiantes universitarios por que eleva el nivel de conocimiento y brinda las herramientas necesarias para iniciar de una manera adecuada el ejercicio de la carrera profesional, permitiendo la aplicación práctica de la teoría estudiada en los salones de clase.

OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS

El trabajo con la comunidad del corregimiento de Calibío, se basa en el establecimiento de los siguientes objetivos:

OBJETIVOS GENERALES

1. Contribuir de una manera efectiva y sin ninguna retribución económica en la solución de los problemas o necesidades que presente la comunidad del corregimiento de Calibío, disponiendo para ello del conocimiento intelectual necesario y de la voluntad de cada estudiante.

2. Complementar a través de la práctica, los conocimientos teóricos recibidos durante la formación académica universitaria, de tal manera que permitan solucionar los problemas reales que se presenten durante la práctica social, fortaleciendo la capacidad de análisis de cada estudiante.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Elaborar el estudio y análisis previo en el terreno donde se va a reconstruir la alcantarilla, el cual comprende el establecimiento de las posibles causas de falla de la estructura existente, el aforo del caudal de la quebrada que atraviesa la vía y la estimación del caudal máximo o de diseño.

2. Elaborar el plano topográfico correspondiente al sitio de ubicación de la obra, utilizando para ello, una Estación Total SOKKIA, facilitada por la UNIVERSIDAD DEL CAUCA, y el empleando el software TOPO 3 del ingeniero Efraín Solano.

3. Diseño y elaboración de los planos respectivos de la alcantarilla de cajón o Box Culvert de tal manera que se ajuste a las condiciones del sitio de una forma eficiente y que permita superar las dificultades de la estructura existente, brindando seguridad, especialmente a la población infantil que transita por la zona.

4. Elaboración del presupuesto total de la obra anterior, con lo cual, los líderes de la comunidad beneficiaria puedan elaborar la solicitud de gestión de recursos los económicos, ante las instituciones del estado competentes para la atención de estas necesidades.

1. PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

Para cumplir con los objetivos que se trazaron, se siguió un esquema de trabajo que se creó con un orden específico de todas las actividades que se realizaron para la recolección de la información, tal que permitiera el análisis del problema y la elaboración del diseño final.

La etapa relacionada con el trabajo de campo, fue realizada cuando las condiciones del tiempo lo permitieron, para lo cual, fue necesario esperar durante varias semanas, pues cuando se inicio la labor social con la comunidad de Calibio, el estado del tiempo no ofrecía las condiciones para la realización de esta actividad. Luego de recogidos los datos de campo, el trabajo de oficina, consistió inicialmente, en la recolección de la información tanto de libros como de páginas de internet. También se solicito información a los docentes universitarios especialmente de los del área de estructuras y construcción. Posteriormente, en la etapa final, se crearon los diseño y se cálculo el presupuesto total del proyecto.

Los siguientes pasos resumen el procedimiento seguido:

1. Visita previa al lugar de la obra
2. Toma de topografía
3. Análisis del estado actual de la alcantarilla y determinación de las causas de falla
4. Diseño estructural del box culvert
6. Calculo definitivo del presupuesto de la obra y entrega del proyecto a la comunidad de Calibio.

2. ANÁLISIS Y DISEÑO DEL BOX-CULVERT

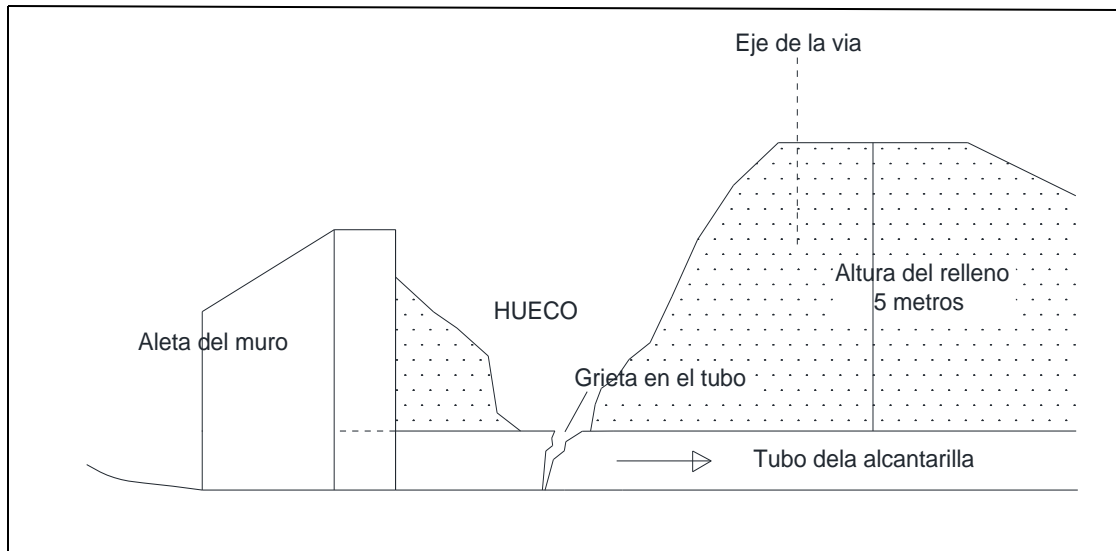
El procedimiento para el análisis y diseño del box culvert, se compone de las siguientes etapas:

2.1 VISITA AL LUGAR DE LA OBRA

Esta actividad se realizó en coordinación con la líder comunitaria y presidenta de la junta de acción comunal del corregimiento de Calibío: señora María Gabriela Escobar, quien hace una explicación de una manera general de la problemática que está generando el deterioro de la alcantarilla e igualmente, relata los accidentes que han ocurrido especialmente con la comunidad infantil, a causa de las condiciones actuales de la estructura. También hace una ilustración breve, de la situación que se presenta en épocas de invierno con la alcantarilla ya que esta, cuando se presenta la crecida de la quebrada, se tapona con el material que es arrastrado, generando un represamiento aguas arriba, lo cual ha traído como consecuencia la socavación de media banca de la vía. Adicionalmente, el excesivo peso del relleno de 5 metros de altura, a generando el rompimiento del tubo de la alcantarilla, ocasionando la formación de un profundo hueco, causante de los accidentes presentados en esta vía.

Finalmente y después de una inspección visual minuciosa, se determinan las características de la falla, las cuales se ilustran en el dibujo que se muestra a continuación.

Forma de la falla en la alcantarilla



2.2. TOMA DE TOPOGRAFÍA

La toma de topografía se realiza utilizando una estación total facilitada por la UNIVERSIDAD DEL CAUCA e igualmente se utilizan los programas “Topo 3” y AUTOCAD para la obtención de los planos respectivos y la elaboración de los planos del diseño los cuales se adjuntan al final del presente informe.

2.3 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA

Es evidente el mal estado de la alcantarilla y de la vía, lo cual se presenta por tres causas principales:

1. Se presenta un represamiento del agua, aguas arriba de la alcantarilla, cuando se registran aguaceros intensos en la zona, lo cual ha generado una erosión

progresiva de la calzada, lo cual conlleva a la desaparición de la mitad de ella.

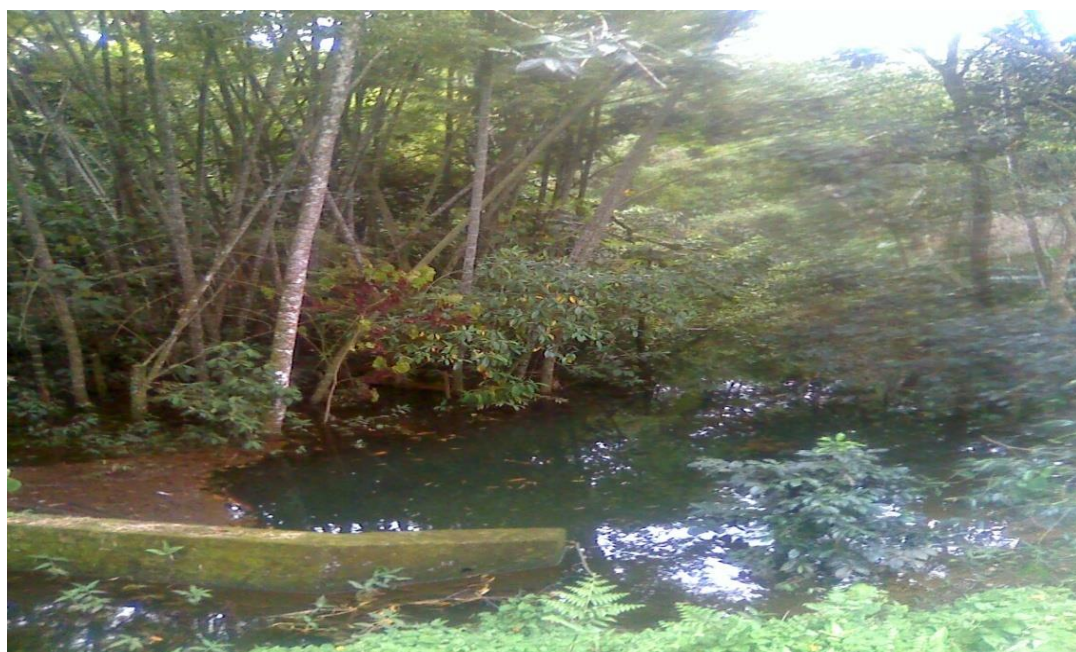
2. Debido a rellenos incontrolados que se han hecho sobre la vía y que no fueron previstos en el diseño inicial, se han generado sobrecargas en la alcantarilla provocando la falla que se manifiesta con el fracturamiento del tubo de concreto, permitiendo la fuga del agua que circula por la estructura, erosionando el material de relleno en uno de los costados de la vía.

3. El diámetro actual de la alcantarilla (57 cm), es muy pequeño para conducir las aguas de la quebrada , que en épocas lluviosas, arrastran material vegetal que finalmente taponan la entrada de la alcantarilla generando el represamiento aguas arriba.

Taponamiento del tubo de la alcantarilla



Represamiento del agua



2.4 DISEÑO DEL BOX CULVERT

En vista de las características de la vía y de las condiciones económicas de la comunidad, se hace necesario un diseño económico y funcional, por tal razón, como una solución viable se propone el diseño de un box-culverts o alcantarilla de cajón, el cual a diferencia de la alcantarilla existente, tiene una sección más amplia y geométricamente cuadrada. Esta se fabrica o construye en el lugar de la obra en concreto reforzado y las dimensiones de la sección transversal del cajón, se elegirán de acuerdo al caudal máximo estimado esperado en la quebrada y teniendo en cuenta que cuando se presentan las crecidas, estas arrastran materiales tales como ramas y troncos de árboles que pueden taponar fácilmente la entrada del box-culverts. Además, la estructura debe ser capaz de soportar las cargas debidas al relleno que conforma la sección de la carretera y las generadas por el tránsito.

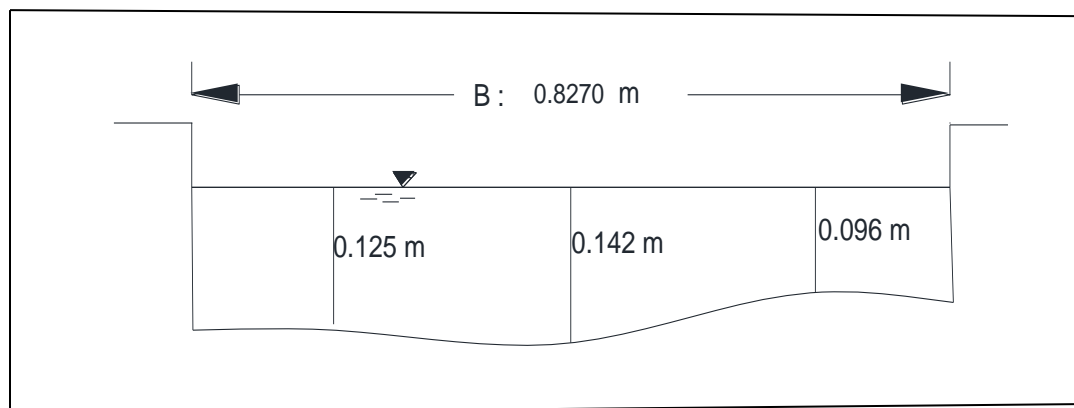
Es importante anotar que las aletas de la alcantarilla existente están estructuralmente en buenas condiciones por lo que es recomendable y además económico, reconstruir solamente el tubo colector. La solución planteada fue consultada previamente a los docentes del área de estructuras, obteniéndose una respuesta positiva por parte de ellos ante lo cual se opta como una solución definitiva el reemplazo del tubo circular de la alcantarilla existente, por la de una sección más grande y cuadrada conocida como box-culverts.

Por lo anterior, se hace necesaria la utilización de un aditivo para conectar la estructura nueva (cajón), con las aletas existentes formando una estructura monolítica.

2.4.1 Cálculo del caudal. El procedimiento para el aforo del caudal se detalla a continuación:

1. Se elige un tramo recto de la quebrada, de una longitud aproximada de cuatro o cinco metros, delimitando perfectamente el inicio y el final.
2. En el inicio del tramo, se pone sobre la superficie del agua, un flotador el cual es arrastrado por la corriente y medido el tiempo que tarda en recorrer la distancia predeterminada.
3. Con los datos de distancia y tiempo, se calcula la velocidad superficial del agua y la profundidad promedio del canal.
4. Se mide la sección transversal de la quebrada y se calcula el área promedio (A) con la altura promedio (H) de lámina de agua.
5. Se calcula el caudal de la quebrada como: $Q : V * A$

Sección transversal del canal



Cuadro 1. Tiempos de recorrido del flotador

Tiempos medidos	
T1	6.65 s
T2	7.12 s
T3	6.88 s
T4	7.06 s
T5	6.54 s
T6	6.93 s
promedio	6.86 s

Longitud del tramo: 4.5 m.

Altura promedio del canal (h) : 0.121 m

Calculo de la velocidad (V)

$$V: \frac{\text{distancia}}{\text{tiempo}}: \frac{4.5 \text{ m}}{6.86 \text{ s}}$$

V: 0.66 m/s

Velocidad media \cong 0.8 * Velocidad superficial

Velocidad media \cong 0.8 * 0.66 \cong 0.53 m/s

Calculo del área de la sección transversal del canal (A):

A: B * h(promedio)

A: 0.827 m * 0.121 m

A: 0.10 m²

Calculo del caudal (Q): velocidad * área

Q: $0.53 * 0.10 = 0.053 \text{ m}^3/\text{s}$

Q: $0.053 \text{ m}^3/\text{s}$.

2.4.2 Estimación del caudal máximo. La longitud de la quebrada desde su nacimiento hasta el punto donde interseca la vía es de aproximadamente de 600 metros y en este tramo de la quebrada, los terrenos que hacen parte de su cuenca están destinados principalmente al cultivo de café. También existen lotes no trabajados donde han crecido la maleza y los árboles de donde son arrastrados por la corriente, en épocas de invierno, ramas, trocos y hojas secas que finalmente taponan la alcantarilla, provocando el represamiento del agua.

El caudal máximo, para esta quebrada no es posible calcularlo por los métodos convencionales por que no se tienen datos estadísticos sobre la pluviosidad de la zona. Además, esta fuente hídrica es relativamente pequeña por lo que se considero necesario, consultarle directamente a los moradores más cercanos a la quebrada y que han observado el comportamiento de esta, en las épocas de invierno, sobre el caudal máximo que se haya presentado. Todos los consultados coinciden en afirmar que este caudal varía entre 3 y 4 veces el caudal aforado.

De acuerdo a lo anterior, el caudal máximo de la quebrada se estima en 159 litros por segundo.

2.4.3 Diseño estructural del box- culvert. En la literatura es muy escasa la información que existe sobre el análisis y diseño estructural de este tipo de obras

hidráulicas. En muchos de los textos consultados sobre hidráulica de cauces, estructuras hidráulicas y aun en los de vías terrestres, el tema no es tratado con profundidad. Debido a lo anterior se opta por tomar un diseño de los publicados en el libro “Obras de drenaje y protección de carreteras” de la secretaría de obras publicas de Antioquia, en el cual se plantean varios modelos de alcantarillas de cajón, los cuales están en función de la altura del relleno que exista sobre ellas.

Por lo tanto el procedimiento para el diseño, consistirá en partir de la altura (H) del relleno que existe actualmente sobre la alcantarilla, para elegir el diseño estructural correspondiente. Al diseño elegido se le chequeará la capacidad para transportar el caudal máximo estimado en la etapa anterior.

H: 5 metros

Sección transversal: 1 metro de ancho X 1 metro de alto

Área disponible: 1.0 m²

Q: 0.159 m³/s

Pendiente (S): 2%

Ancho (b): 1 metro

Aplicando la ecuación de MANNING

$$Q: \frac{A}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (\text{MKS})$$

A: b x y

$$R : \frac{b \times y}{b + 2y}$$

$$0.159 : \frac{b \times y}{n} \times \left(\frac{b \times y}{b + 2y} \right)^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$y : 0.09 \text{ m.}$$

$$\text{Area: } 1.0 \text{ m.} \times 0.09 \text{ m.}$$

$$\text{Area: } 0.09 \text{ m}^2 < 1.0 \text{ m}^2 \quad \text{ok.}$$

3. DISEÑO DE LA MEZCLA PARA CONCRETO SIMPLE

La metodología de diseño para la mezcla de concreto hidráulico, se tomara del libro: “Concreto simple” del ingeniero Gerardo Rivera, profesor de la UNIVERSIDAD DEL CAUCA. El método que ahí se ilustra, es de fácil manejo y entendimiento pues los cálculos para encontrar las proporciones de cada material, son trabajados en volumen suelto lo cual se convierte en una ventaja, ya que en la obra, es así como son mezclados los materiales. Aunque esta metodología asume algunas aproximaciones, los resultados que se esperan son confiables pues el método ha sido creado basado en la experiencia de varios años de trabajo.

Para cada proporción de cemento, arena y grava, existe un rango de resistencias esperadas a la compresión a los 28 días. El agua, es controlada directamente en la obra a través de la prueba de asentamiento y los tamaños máximos de los materiales granulares deben ser los mismos que se especifican en la tabla de resistencias esperadas.

Aplicación:

Peso del concreto simple (sin incluir el agua) $\approx 2100 \text{ kg / m}^3$

Proporción en volumen suelto = C: F : G

Proporción elegida = 1 : 2 : 3

Concreto simple:

Cs = cantidad de cemento en número de sacos de 50 Kg

$$Cs = 42 / (C + F + G)$$

$$Cs = 42 / (1 + 2 + 3)$$

Cs = 7 sacos de cemento de 50 Kg

Estimación de las cantidades de material:

Cantidades de material por metro cubico de concreto.

Masa unitaria suelta del cemento (MUSC) = 1200 kg/m³.

Trabajando con sacos de cemento de 50 kg.

Volumen suelto de un saco de cemento = 50 / 1200 = 0.04 m³

Si utilizamos en cada mezcla un saco de cemento, el volumen de este saco, será el volumen de los recipientes que se empleen para medir la cantidad de agregado fino grueso.

Cantidades de material suelto para obtener un volumen de 1 m³ de concreto simple

1. Cemento = Cs = 350 kg = 7 sacos
2. Ag. Fino = 0,04 * 7 * 2 = 0.56 m³
3. Ag grueso = 0,04 * 7 * 3 = 0.84 m³

Cuadro 2. Proporciones de los materiales en volumen suelto

Mezcla P. en vol. C:F:G	Cemento Kg	Agregado Fino m ³	Agregado grueso m ³	Agua Lt	Rango de resistencia a la compresión 28 días Kg/cm ²
1:2:3	350	0.56	0.84	170	190-230

Tomado del libro: Concreto simple

Agregados saturados y superficialmente secos

Tamaño máximo: 1 1/2"

Asentamiento máximo: 7.5 cm

Calculo de las medidas del recipiente:

Medidas para un volumen de recipiente de 0.04 m³

Tomando como forma del recipiente, la de un cubo, se tiene lo siguiente:

L = lado del cubo: lado de las aristas del recipiente

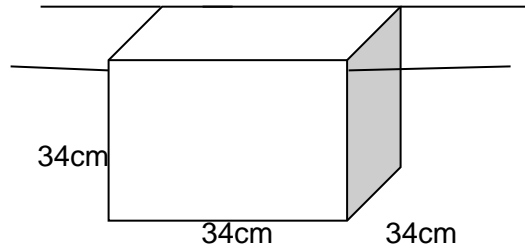
$$L = (0.04)^{1/3}$$

$$L = 0.342 \text{ m}$$

$$L = 34 \text{ cm.}$$

Dimensiones y forma del cajón

Proporciones en volumen suelto: 1 : 2 : 3



Por cada saco de cemento de 50kg, se deben colocar:

Arena: 2 cajones

Grava: 3 cajones

Agua: La que produzca un asentamiento máximo de 7.5 cm. Esta cantidad es cercana a los 170 litros.

4. CALCULO DEL COSTO TOTAL DE LA OBRA

Para el cálculo del costo total de la obra anterior, se toman las cantidades de obra que vienen adjuntos al diseño del libro “Obras de drenaje y protección de carreteras”, publicado por la secretaría de obras públicas de Antioquia y las cotizaciones de los materiales de construcción tales como arena y grava, se realizaron en la ciudad de Popayán, en los centros de expendio de materiales de río: COOVOLCA y PROMAC, ubicados en el barrio las Palmas y El Pajonal, respectivamente.

Definición de las actividades:

1. Retiro del relleno (material sobre la alcantarilla)
2. Desvió del cauce de la quebrada
3. Demolición del tubo de la alcantarilla existente
4. Construcción del cajón del box-culvert
5. Conformación del relleno

Cuadro 3. Costo de los materiales

DESCRIPCION		VALOR UNITARIO	CANTIDAD	VALOR TOTAL
CEMENTO	SACOS	21000	132	2772000
ARENA	M ³	35000	11	385000
GRAVA	M ³	40000	16	640000
ACERO # 3	KG	2200	925	2035000
ACERO NEGRO	KG	2900	92.5	268250
MATERIAL DE AFIRMADO	M ³	45000	10	450000
ADITIVO-SICADUR 32	KG	51800	1	51800

Cuadro 4. Costo de acarreo de materiales y equipo

DESCRIPCION	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	VALOR TOTAL
CEMENTO (SACOS)	1000	137	137000
ARENA M ³	15000	11	165000
GRAVA M ³	15000	16	240000
ACERO KG	40	925	37000
MATERIAL DE AFIRMADO	15000	10	150000
COMPACTADOR	20000	2	40000

Calculo de los jornales:

1 Ayudante: \$ 17800

1 Oficial: \$ 26000

Prestaciones sociales: se asume el 80%

1 Ayudante: $17800 * 1.8$: \$32040

1 Oficial: $26000 * 1.8$: \$46800

Análisis auxiliares

Cuadro 5. Concreto hidráulico $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (m^3)

MATERIALES	UND	CANT	V. UNIT	V. TOTAL
CEMENTO	kg	350	440	154000
ARENA	M^3	0.56	50000	28000
GRAVA	M^3	0.84	55000	46200
AGUA	Lt	170	10	1700

Valor = \$ 229900

Costo del concreto y del acero incluyendo el valor del acarreo:

Concreto hidráulico: 229900 \$/ m^3

Acero: 2240 \$/kg

Costo de la herramienta menor: 5% del valor de la mano de obra

Desperdicio de los materiales: 5%

4.1 COSTO DE LAS ACTIVIDADES

BOX CULVERT					
ITEM: CONSTRUCCIÓN DEL CAJON			UNIDAD	ML	
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL	
Concreto hidráulico	M ³	0.75	229900	172425	
Acero	kg	37	2240	82880	
formaleta			80000	80000	
			Desperdicio :	12765	
				Subtotal : \$ 348070	
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	JORNAL \$/ dia	J. + PREST.	REND. ml / día	V. NITARIO	V. TOTAL
Oficial 1	26000	46800	2.0	23400	23400
Ayudantes 3	53400	96120	2.0	48060	48060
				Subtotal : \$ 71460	
EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	TARIFA \$/dia	REND. ml/dia	V. UNITARIO \$/ml	V. TOTAL	
Herramienta menor			3573	3573	
Mezcladora	45000	2.0	22500	22500	
				Subtotal : \$ 26073	
COSTO DIRECTO TOTAL\$				445603	

BOX CULVERT

ITEM: PERFORACION DE LAS ALETAS EXISTENTES	UNIDAD	UND
--	--------	-----

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
				0.0

Subtotal : \$ 0.0

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL \$/dia	J + PREST.	REND. und/dia	V. UNITARIO	V. TOTAL
Ayudantes 2	35600	64080	1.0	64080	64080

Subtotal : \$ 64080

EQUIPO

DESCRIPCION	TARIFA \$ / dia	RENDIMIENTO und/dia	V. UNIT.	V. TOTAL
Herramienta menor			3204	3204

Subtotal : \$ 3204

COSTO DIRECTO TOTAL \$	67284
------------------------	-------

BOX CULVERT

ITEM: RETIRO DEL RELLENO	UNIDAD	M ³
--------------------------	--------	----------------

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
			0.00	0.00

Subtotal : \$ 0.00

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	JORNAL \$/dia	J(PREST.)	REND. M ³ /día	V. NITARIO	V. TOTAL
Ayudantes 3	53400	96120	6.0	16020	16020

Subtotal : \$ 16020

EQUIPO

DESCRIPCIÓN	TARIFA	V. UNITARIO	V. TOTAL
Herramienta menor		801	801

Subtotal : \$ 801

COSTO DIRECTO TOTAL \$	16821
------------------------	-------

BOX CULVERT

ITEM: DESVIO DELCAUCE DE LA QUEBRADA	UNIDAD	ML
--------------------------------------	--------	----

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
				0.00

Subtotal: \$ 0.00

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	JORNAL \$/día	J. + PREST.	REND. ml/día	V. UNITARIO	V. TOTAL
Ayudantes 2	35600	64080	10	6408	6408

Subtotal : \$ 6408

EQUIPO

DESCRIPCIÓN	TARIFA	V. UNITARIO	V. TOTAL
Herramienta menor		320	320

Subtotal : \$ 320

COSTO DIRECTO TOTAL \$	6728
------------------------	------

BOX CULVERT

ITEM: DEMOLICION DELT UBO COLECTOR	UNIDAD	ML
------------------------------------	--------	----

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
				0.00

Subtotal : \$ 0.00

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	JORNAL \$/dia	J+PREST.	REND. ml/día	V. UNITARIO	V. TOTAL
Ayudantes 3	53400	96120	25	3845	3845

Subtotal : \$ 3845

EQUIPO

DESCRIPCIÓN	TARIFA	V. UNITARIO	V. TOTAL
Herramienta menor		192	192

Subtotal : \$ 192

COSTO DIRECTO TOTAL \$	4037.0
------------------------	--------

BOX COULVERTS

ITEM: CONFORMACION DEL RELLENO	UNIDAD	M ³
--------------------------------	--------	----------------

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
Suelo fino	M3	1	0.000	0.000

Subtotal: \$0.000

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	JORNAL \$/dia	J+PREST.	REND. m ³ /día	V. UNITARIO	V. TOTAL
Ayudantes 3	53400	96120	5	19224	19224

Subtotal : \$ 19224

EQUIPO

DESCRIPCIÓN	TARIFA \$/dia	RENDIMIENTO m ² /dia	V. UNITARIO	V. TOTAL
Herramienta menor			961	961
Compactador m anual	45000	70	643	643

Subtotal : \$ 1604

COSTO DIRECTO TOTAL \$	20828
------------------------	-------

BOX COULVERTS

ITEM: CONFORMACION DEL RELLENO	UNIDAD	M ³
--------------------------------	--------	----------------

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
Afirmado	M3	1	40000	40000

Subtotal: \$40000

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	JORNAL \$/dia	J+PREST.	REND. m ³ /día	V. UNITARIO	V. TOTAL
Ayudantes 3	53400	96120	4	24030	24030

Subtotal : \$ 24030

EQUIPO

DESCRIPCIÓN	TARIFA \$/dia	RENDIMIENTO m ² /dia	V. UNITARIO	V. TOTAL
Herramienta menor			1202	1202
Compactador m anual	45000	70	643	643

Subtotal : \$ 1845

COSTO DIRECTO TOTAL \$	65875
------------------------	-------

4.2 CANTIDADES DE OBRA

Cuadro 6. Concreto hidráulico $f'c : 21\text{Mpa}$.

M ³ /ML	M ³ /ML Con desperdicio	ML	TOTAL M ³	CEMENTO KG	CEMENTO SACOS	ARENA M ³	GRAVA M ³
0.75	0.78	25	19.5	6825	136.5	10.92	16.38

Cuadro 7. Acero No 3 $f_y : 420\text{ Mpa}$.

KG/ML	ML	TOTAL kg
37	25	925

Cuadro 8. Cálculo del costo total.

ITEM	UNIDAD	V. UNITARIO	CNTIDAD	V. TOTAL
RETIRO DEL RELLENO	M ³	16821	120	2018520
DESVIÓ DE CAUCE	ML	6728	30	201840
DEMOLICIÓN DE ALCANTARILLA	ML	4037	25	100925
CONSTRUCCIÓN DEL CAJÓN	ML	445603	25	11051875
PERFORACION DE LAS ALETAS	UND	67284	2	134568
COMFORMACION DEL RELLENO (SUELO FINO.)	M ³	20828	120	2499360
COMFORMACION DEL RELLENO (AFIRM.)	M ³	65875	18	1185750
ADITIVO SICADUR 32	KG	51800	1	51800
TRANSPORTE DEMEZCLADORA Y COMPACTADOR(LLEVADA Y TRAJIDA)	UND	40000	2	80000

Σ : \$ 17.324.638

El costo total de la obra anterior, consistente en la construcción de un box culvert sobre una de las vías terciarias del corregimiento de Calibío y que comunica al sector veredal conocido como “Loma de Luligos” con la zona centro de este corregimiento, se calcula en \$ **17.324.638**.

El presupuesto anterior, comprende los movimientos de tierra, la demolición del tubo de la alcantarilla existente, el desvío del cauce de la quebrada, la construcción del cajón en concreto reforzado y demás actividades menores que permitan la obtención de una construcción segura, económica y funcional.

Todos los argumentos utilizados para el cálculo de las actividades mencionadas, están basados sobre datos reales y confiables, con precios actualizados al año 2011.

CONCLUSIONES

Después de realizado el trabajo social con la comunidad de CALIBIO, se presentan las siguientes conclusiones que resumen la experiencia obtenida con este proyecto.

- El trabajo en equipo con la comunidad fue una experiencia enriquecedora en el campo personal por que permitió a quienes elaboraron este proyecto, una relación directa con la comunidad, conociendo de primera mano las necesidades de sus habitantes.

- En la literatura es poca la información que se encuentra para el diseño de este tipo de estructuras, por lo que se hizo necesario tomar los diseños directamente de los libros y cartillas consultadas, verificando y chequeando las variables respectivas y las condiciones asumidas y presentadas por el ingeniero diseñador. Lo anterior permitió complementar los conocimientos relacionados con las obras de drenaje vial, siendo aplicable esta teoría a todo tipo de carreteras.

- Con el trabajo realizado se da un paso importante para la solución a los problemas de transitabilidad que produce la alcantarilla actual, pues la erosión que se había generado por su mal funcionamiento, había permitido la aparición de un hueco en la parte lateral de la carretera, el cual ya había sido causal del accidente de un niño cuando este se dirigía hacia su colegio.

- Por las condiciones económicas de esta comunidad, el apoyo brindado por la UNIVERSIDAD DEL CAUCA, es determinante para la solución de sus necesidades, puesto que la contratación de un profesional particular por parte de la comunidad para tal fin, les sería muy difícil por los costos que ello implicaría.

RECOMENDACIONES

Durante el proceso constructivo, es necesario seguir las recomendaciones que a continuación se presentan, las cuales, se hacen con el ánimo de garantizar la calidad de la obra. Por lo tanto, quien esté a cargo del proyecto durante su construcción, deberá tomar todas las medidas necesarias tendientes a alcanzar este objetivo.

1. El apilado de los materiales granulares tales como arenas y gravas, deberán hacerse en un lugar donde no estén expuestos a la contaminación por suelo fino, siendo recomendable, colocarlos sobre materiales impermeables tales como plásticos o similares.

2. los cajones que sean utilizados para medir las cantidades en volumen de material durante la fabricación de la mezcla de concreto en el campo, deberán ser construidos estrictamente con las dimensionadas especificadas anteriormente.

3. Para la colocación de los materiales en la hoya de la mezcladora, se deberá seguir el siguiente orden:
 - a. Colocar el 20% del agua de mezcla.
 - b. Colocar el agregado grueso (grava).
 - c. Colocar el agregado fino (arena).
 - d. Colocar el Cemento
 - e. Colocar el agua restante

4. El tiempo de mezclado deberá ser de un minuto y medio.
5. No se deberá adicionar agua a la mezcla para mejorar su fluidez cuando esta haya disminuido por estar demasiado tiempo expuesta al ambiente, para ello, toda la mezcla que se prepare, se debe utilizar en el menor tiempo posible.
6. Ante cualquier duda que se presente con respecto al proyecto, se sugiere como primera instancia consultar a los autores del presente proyecto.

E-mail : fholive1@hotmail.com

Cel. : 3147428401

BIBLIOGRAFIA

DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA, SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS. Obras de drenaje y protección para carreteras. Quinta edición, 2006, 40p.

H. NILSON, Artur. Diseño de estructuras de concreto. Bogotá, 1994, 770p.

LEMOS, Rodrigo A. Drenaje vial, superficial y subterráneo. Popayán: Universidad del Cauca. 450p.

LOPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo. Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería, 1995, 470p.

RIVERA LOPEZ, Gerardo Antonio. Concreto Simple. Popayán: Universidad del Cauca, 1992, 420p.