



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ**

**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS,  
FÍSICAS Y QUÍMICAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**“ESTUDIO Y DISEÑO DE UN ESPEJO DE AGUA PARA LA  
BIBLIOTECA CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE  
MANABÍ”**

**TESIS DE GRADO  
PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
CIVIL**

**MODALIDAD: INVESTIGACIÓN DIAGNÓSTICA O PROPOSITIVA**

**AUTORES:**

**CEVALLOS CEVALLOS JORGE LUIS  
MIELES BACHICORIA JEFFERSON LEONARDO**

**DIRECTOR: ING. YORDY MIELES BRAVO**

**Portoviejo, Junio de 2014**

## **RESUMEN**

La presente tesis de grado titulada “Estudio y Diseño de un Espejo de Agua para la Biblioteca Central de la Universidad Técnica de Manabí”, se desarrolló con el propósito de brindar una alternativa de diseño, tomando en cuenta normativas de construcciones vigentes y cumpliendo con las condiciones de eficiencia y seguridad.

El cálculo y diseño se basó en ecuaciones, tablas y normas del Libro de Hidráulica de Canales Abiertos de Ven Te Chow se presentan aspectos fundamentales para el cálculo de canales trapezoidales, el mismo que ofrece cálculos muy confiables, sin descuidar que dicho cálculos fueran de acuerdo con criterios ingenieriles.

El Espejo de Agua cuenta con un canal trapezoidal alrededor de la Biblioteca Central donde está estructurado con losas de hormigón armado, iluminaria y recirculación del agua, este último está compuesto por una bomba que permite la recirculación del agua.

Logrando con esto incluir a la estructura como un sistema constructivo que puede ser una opción viable, creativa e innovadora con eficiencia a través de la correcta disposición de los elementos en los diversos problemas de la ingeniería civil.

Al final de esta tesis se presentan como parte de la propuesta, los planos estructurales y el presupuesto referencial estructural.

## **1. OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICOS.**

### **1.1. OBJETIVO GENERAL.**

Diseñar el Espejo de Agua para la Biblioteca Central de la Universidad Técnica de Manabí.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Utilizar una propuesta arquitectónica socializada del Espejo de Agua.
- Plantear el esquema estructural de un Espejo de Agua.
- Predimensionar los elementos que constituyen la estructura del Espejo de Agua.
- Realizar el diseño estructural e hidráulico de los diferentes elementos de un Espejo de Agua.
- Elaborar recomendaciones para la operación y mantenimiento del proyecto.

## **2. METODOLOGÍA.**

### **2.1. PARTES CONSTRUCTIVAS DE UN ESPEJO DE AGUA.**

Canal Estructural en Forma Trapezoidal.

### **2.2. CLIMA Y VEGETACION.**

La zona de estudio presenta un clima cálido y húmedo la vegetación en la zona circundante es de un bosque tropical seco.

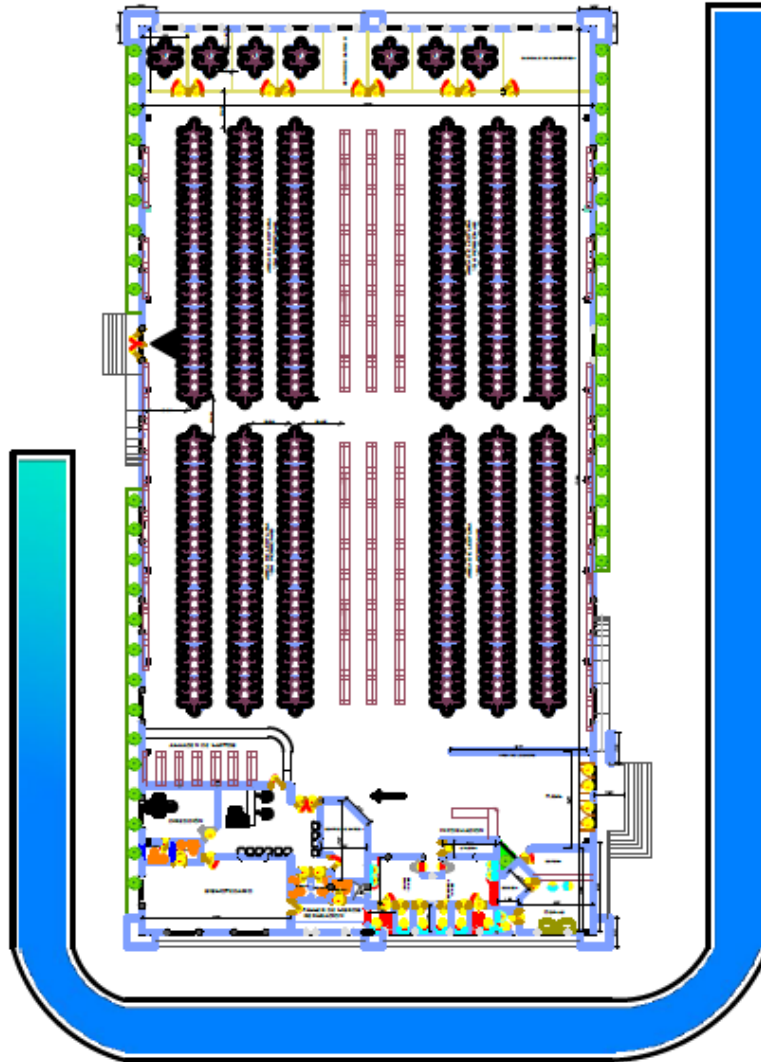
### **2.3. HIDROLOGÍA.**

La zona de estudio está ubicada en la parte baja de la cuenca y el control de agua superficial está efectuado por el sistema pluvial de la Universidad Técnica de Manabí.

### **2.4. TOPOGRAFÍA.**

Se presenta una topografía moderadamente plana en la mayoría del área del proyecto.

## 2.5. DISEÑO DEL ESPEJO DE AGUA.



## 2.6. DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN CANAL TRAPEZOIDAL.

Volumen (útil de agua):  $V = 252.77 \text{ m}^3$

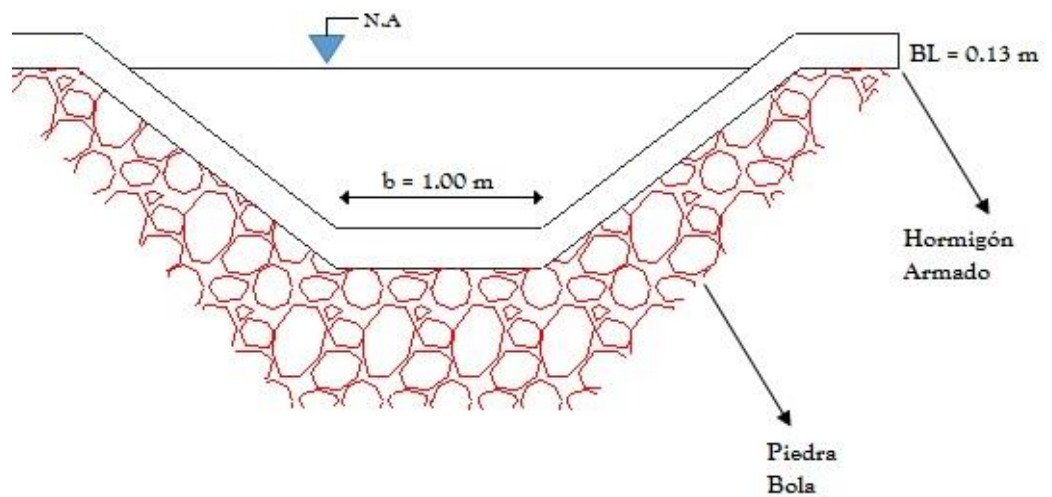
Ancho de Canal:  $b = 1.00 \text{ m}$

Largo de Canal:  $L = 152.09 \text{ m}$

Longitud del talud:  $t = 1.77 \text{ m}$

Volumen del talud:  $vt = 161.52 \text{ m}^3$

Altura del Agua:	$h_{\text{agua}} = 0.60 \text{ m}$
Borde Libre:	$BL = 0.13 \text{ m}$
Espesor de Losa Inferior:	$e = 0.15 \text{ m}$
Altura Total:	$H = 0.88 \text{ m}$
Peso Específico del Agua:	$\gamma_w = 1000 \text{ kg/m}^3$
Peso Específico del Suelo:	$\gamma_s = 1900 \text{ kg/m}^3$
Capacidad de Carga del Suelo:	$q_a = 10.4 \text{ tn/m}^2$
Fluencia del Acero:	$f'_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
Resistencia del Concreto:	$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$



### Pared:

$e =$	$0.15 \text{ m}$
$r =$	$0.05 \text{ m}$
$d =$	$0.125 \text{ m}$
$h =$	$0.73 \text{ m}$
$\emptyset_s =$	$35.00^\circ$

### 2.6.1. TALUDES.

### 2.6.2. PRIMER ESTADO DE CARGA:

#### 2.6.2.1. Empuje de suelo (Es). ----- (Teoría de Rankine)

**Coefficiente de empuje activo:**

$$K_a = \tan^2(45 - \phi / 2)$$

$$K_a = 0.27$$

#### 2.6.2.2. Empuje activo:

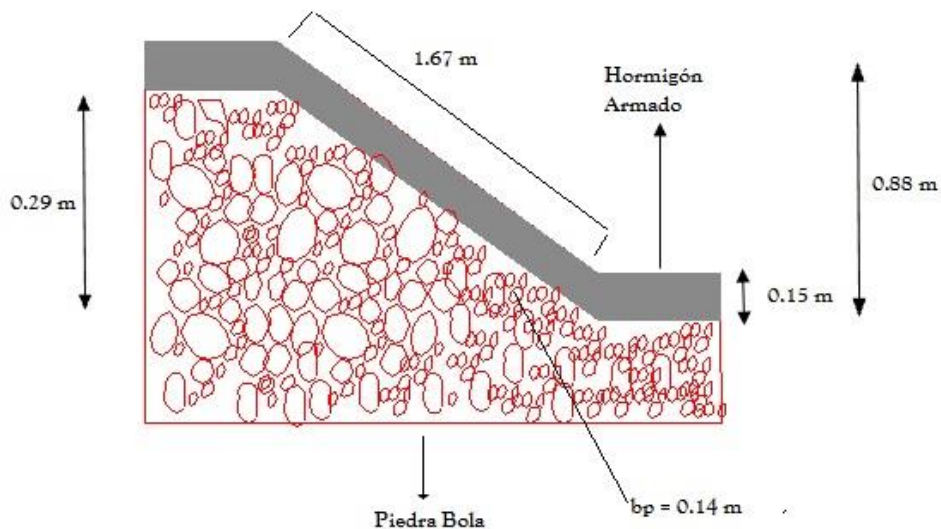
$$E_a = \gamma_s * H^2 / 2 * K_a$$

$$E_a = 199.361963 \text{ kg/m}$$

$E_a = 0.2 \text{ t/m}$  ----- por descomposición de fuerzas tenemos



$$E_a = 0.044 \text{ t/m}$$



**2.6.2.3. Momento flector:**

$$M_f = E_a * b_p$$

$$M_f = 0.006 \text{ t.m}$$

**2.6.2.4. Cortante:**

$$V = E_a$$

$$V = 0.044 \text{ t}$$

**2.6.2.5. Momento último:**

$$M_u = 1.30 (1.30 M_f)$$

$$M_u = 0.011 \text{ t.m}$$

**2.6.2.6. Cortante último:**

$$V_u = 1.30 (1.30 V)$$

$$V_u = 0.074 \text{ t}$$

**2.6.3. COMPROBACIÓN A CORTANTE.**

**2.6.3.1. Cortante actuante:**

$$V_{uact} = \frac{V \times 10^3}{(0.75)(100)(d)}$$

$$V_{uact} = 0.08 \text{ kg/cm}^2 \quad \rightarrow \text{ cumple con lo requerido}$$



## 2.6.4. COMPROBACIÓN DE RU.

$$R_u = \frac{Mu \times 10^5}{(0.90)(100)(13^2)}$$

$$R_u = 1.22$$

2.6.4.1. Cuantía:

$$\rho = 0.85 \frac{f'c}{f'ly} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.36 R_u}{f'c}}\right)$$

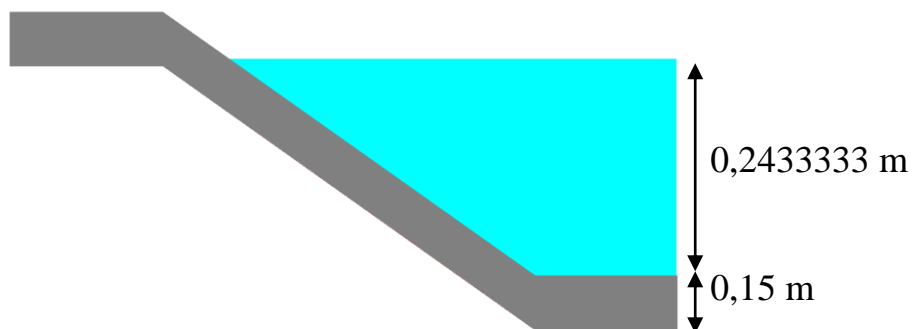
$$\rho = 0.00333$$

## 2.6.5. SEGUNDO ESTADO DE CARGA:

2.6.5.1. Empuje del agua (E agua)

- Empuje del agua:  
E agua =  $\gamma$  agua (  $h^2 / 2$  )  
E agua = 266.45 kg/m  
E agua = 0.27 t/m

## 2.6.6. EMPUJE DEL AGUA.



2.6.6.1. Momento flector:

$$M_f = E_a * b_p$$

$$M_f = 0.066 \text{ t.m}$$

#### **2.6.6.2. Cortante:**

$$V = E \text{ agua}$$

$$V = 0.27 \text{ t}$$

#### **2.6.6.3. Momento último:**

$$M_u = 1.30 (1.30 M_f)$$

$$M_u = 0.111 \text{ t.m}$$

#### **2.6.6.4. Cortante última:**

$$V_u = 1.30 (1.30 V)$$

$$V_u = 0.456 \text{ t}$$

### **2.6.7. COMPROBACIÓN A CORTANTE**

#### **2.6.7.1. Cortante actuante:**

$$V_{uact} = \frac{V \times 10^3}{(0.75)(100)(d)}$$

$$V_{uact} = 0.49 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \text{cumple con lo requerido}$$

#### **2.6.8. COMPROBACIÓN DE RU:**

$$R_u = \frac{M_u \times 10^5}{(0.90)(100)(d^2)}$$

$$R_u = 0.79$$

#### **2.6.9. CÁLCULO DE ARMADURA:**

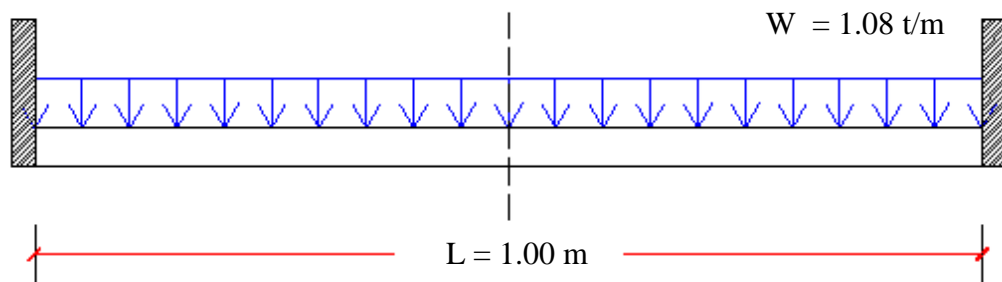
<b>ARMADURA LONGITUDINAL DEL MURO</b>							
<b>As principal 1:</b>	$\rho = 0.00333$	<b># de varillas</b>	<b>Ø:</b>	<b>A:</b>	<b>Separación (cm):</b>	<b>As Propio:</b>	<b><math>\rho</math> real:</b>
	$As = 4.16 \text{ cm}^2$	4	12	1.13	24.89	4.52	0.003616
<b>As principal 2:</b>	$\rho = 0.00333$	<b># de varillas</b>	<b>Ø:</b>	<b>A:</b>	<b>Separación (cm):</b>	<b>As Propio:</b>	<b><math>\rho</math> real:</b>
	$As = 4.12 \text{ cm}^2$	4	12	1.13	24.89	4.52	0.003616
<b>ARMADURA TRANSVERSAL DEL MURO</b>							
	$\rho = 0.002$	<b># de varillas</b>	<b>Ø:</b>	<b>A:</b>	<b>Separación (cm):</b>	<b>As Propio:</b>	<b><math>\rho</math> real:</b>
	$As = 2.50 \text{ cm}^2$	4	10	0.79	24.89	3.16	0.002528

## 2.7. CÁLCULO DE LOSA DEL CANAL

<b>DATOS:</b>	
$f'c =$	280 kg/cm <sup>2</sup>
$f'y =$	4200 kg/cm <sup>2</sup>
$h \text{ agua} =$	0.60 m
$\text{Espesor asumido} =$	0.20 m
$\text{Recubrimiento} =$	0.05 m
$d =$	0.15 m

### 2.7.1. CARGA SOBRE LA LOSA

<b>DATOS:</b>	
$\text{Peso propio del agua } (1000) * (h \text{ agua}) =$	600 kg/m <sup>2</sup>
$\text{Peso propio del concreto } (2400 * e) =$	480 kg/m <sup>2</sup>
$w \text{ Peso propio del agua} + \text{ peso propio del concreto} =$	1080 kg/m <sup>2</sup>



### 2.7.1.1. Momento flector:

$$M (-) = \frac{W l^2}{24}$$

$$M (-) = 0.05 \text{ t.m}$$

### 2.7.1.2. Momento último:

$$M_u = 1.30 (1.30 * M_f)$$

$$M_u = 0.08 \text{ t.m}$$

### 2.7.2. COMPORBACIÓN DE RU

$$R_u = \frac{M_u \times 10^5}{(0.90)(100)(d^2)}$$

$$R_u = 0.38$$

### 2.7.3. CORTANTES:

- $V_a = V_b = \frac{w l}{2}$

$$V_a = V_b = 0.54 \text{ t}$$

- $V_u = 1.30 (1.30 * V)$   
 $V_u = 0.91 \text{ t}$
- $V = \frac{V}{\emptyset * 100 * d}$   
 $V = 0.81 \text{ kg/m}^2$
- $V_u \text{ admisible} = 0.53 \sqrt{f'c}$   
 $V_u \text{ admisible} = 7.68 \text{ kg/m}^2$

#### 2.7.4. CÁLCULO DE ARMADURA PRINCIPAL

<b>As:</b>	$\rho = 0.00333$	<b># de varillas</b>	<b>Ø:</b>	<b>A:</b>	<b>Separación (cm):</b>	<b>As Real:</b>	<b>ρ real:</b>
	$As = 0.13 \text{ cm}^2$	7	12	1.13	14.17	7.031	0.00468
<b>As:</b>	$\rho = 0.0033$	<b># de varillas</b>	<b>Ø:</b>	<b>A:</b>	<b>Separación (cm):</b>	<b>As Real:</b>	<b>ρ real:</b>
	$As = 4.50 \text{ cm}^2$	7	12	1.13	14.17	7.031	0.00468

$$As \text{ reparto} = \frac{55.2}{\sqrt{S}} < 50\% \text{ As principal}$$

<b>As de reparto:</b>							
As reparto =					0.552		
As reparto principal =					0.07433873		
As reparto mínimo =					0.148835166		
As reparto :	As:	# de varilla	$\Theta$	A:	Separación	AS reparto	$\rho$ real:
	2.48cm2						
	As:	4	10	0.78	24.92	1.9376542	0.0012917
	2.48cm2						

### 8.8.5. CÁLCULO DE ARMADURA DE FRAGUADO

As:	p:	# de varilla	$\Theta$	A:	SEPARACION	AS real	p:
	0,0018						
	As:	6	10	0,7853	16,59	2,9064813	0,0019376
	2,70cm2						

### **3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

#### **3.1. CONCLUSIONES.**

- ✓ Nuestra propuesta arquitectónica realizada en el Espejo de Agua es innovadora porque da una mejor estética al ambiente de la Biblioteca Central.
- ✓ Planteamos una losa de 15 centímetros de espesor de Hormigón Armado llevando una pintura que recubre la parte geométrica del canal trapezoidal.
- ✓ Todo elemento estructural requiere de un pre dimensionamiento antes de concluir con el diseño.
- ✓ Se diseñó mediante un caudal ideal ya que el canal no realizará una auto-limpieza por que estará el agua en reposo.
- ✓ Se utilizará bombas centrifugas, purificadores, equipos de filtración para el mantenimiento del espejo de agua.

#### **3.2. RECOMENDACIONES.**

- ✓ Se recomienda mantener las secciones recomendadas para el diseño ya que se utilizaron normas y si sufren cambios analizar los datos estructurales e hidráulicos.
- ✓ Tener en cuenta que el hormigón a utilizar deba tener las características relativas a su resistencia mínima, relación agua-cemento.
- ✓ Mantener un control básico del sistema de depuración del agua para que no sufra averíos en el sistema y no exista complicaciones en el agua.