



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE UNA CAPTACIÓN SUPERFICIAL CON UNA TOMA DE FONDO PARA ABASTECER DE AGUA POTABLE A LA CIUDAD DE BALSAS

MOCHA AGUILAR ALVARO ALEJANDRO

MACHALA  
2016



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE UNA CAPTACIÓN SUPERFICIAL CON UNA TOMA  
DE FONDO PARA ABASTECER DE AGUA POTABLE A LA  
CIUDAD DE BALSAS

MOCHA AGUILAR ALVARO ALEJANDRO

MACHALA  
2016

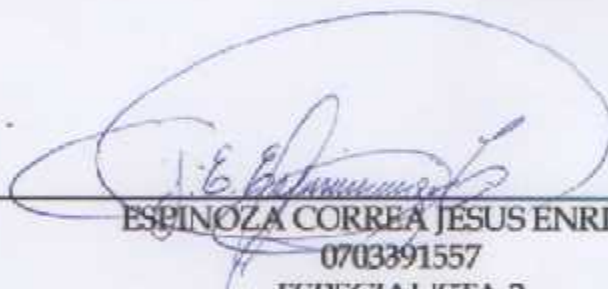
**Nota de aceptación:**

Quienes suscriben VERA DOMINGUEZ FRANCISCO JAVIER, ESPINOZA CORREA JESUS ENRIQUE y SANCHEZ MENDIETA CARLOS EUGENIO, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado DISEÑO DE UNA CAPTACIÓN SUPERFICIAL CON UNA TOMA DE FONDO PARA ABASTECER DE AGUA POTABLE A LA CIUDAD DE BALSAS, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



---

VERA DOMINGUEZ FRANCISCO JAVIER  
1302324809  
ESPECIALISTA 1



---

ESPINOZA CORREA JESUS ENRIQUE  
0703391557  
ESPECIALISTA 2



---

SANCHEZ MENDIETA CARLOS EUGENIO  
0702589961  
ESPECIALISTA 3

## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** MOCHA AGUILAR ALVARO ALEJANDRO.pdf (D21115380)  
**Submitted:** 2016-07-19 00:46:00  
**Submitted By:** alvaro\_18nike@hotmail.com  
**Significance:** 0 %

Sources included in the report:

Instances where selected sources appear:

0

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, MOCHA AGUILAR ALVARO ALEJANDRO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado DISEÑO DE UNA CAPTACIÓN SUPERFICIAL CON UNA TOMA DE FONDO PARA ABASTECER DE AGUA POTABLE A LA CIUDAD DE BALSAS, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que él asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 22 de septiembre de 2016



MOCHA AGUILAR ALVARO ALEJANDRO  
0705917219



**UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA**  
**UNIDAD ACADEMICA DE INGENIERIA CIVIL**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

**TRABAJO PRACTICO DEL EXAMEN COMPLEXIVO PREVIA A LA OBTENCION  
DEL TITULO DE INGENIERO CIVIL**

**TITULO:**

**DISEÑO DE UNA CAPTACION SUPERFICIAL CON UNA TOMA DE FONDO PARA  
ABASTECER DE AGUA POTABLE A LA CIUDAD DE BALSAS**

**AUTOR:**

**0705917219 – ALVARO ALEJANDRO MOCHA AGUILAR**

**MACHALA, AGOSTO DEL 2016**

**FRONTISPICIO**

**TITULO:**

**DISEÑO DE UNA CAPTACION SUPERFICIAL CON TOMA UNA DE FONDO PARA  
ABASTECER DE AGUA POTABLE A LA CIUDAD DE BALSAS**

---

**ALVARO ALEJANDRO MOCHA AGUILAR**

**0705917219**

**alvaro\_18nike@hotmail.com**

**MACHALA, AGOSTO DEL 2016**

## RESUMEN EJECUTIVO

### DISEÑO DE UNA CAPTACION SUPERFICIAL CON UNA TOMA DE FONDO PARA ABASTECER DE AGUA POTABLE A LA CIUDAD DE BALSAS

Alvaro Alejandro Mocha Aguilar

#### RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló tomando como referencias bibliográficas distintas fuentes de información que permitieron calcular los diferentes parámetros solicitados para el abastecimiento de agua potable a la ciudad de Balsas.

La topografía del lugar juega un papel importante ya que por ser una zona muy montañosa y de gran pendiente es favorable diseñar una captación superficial con una toma de fondo, para la cual debemos obtener la población neta a beneficiarse y de acuerdo a esta el caudal requerido, las diferentes obras de la captación serán diseñadas para que brinden seguridad y eficiencia, lo cual intervienen distintos parámetros que deben ser considerados tales como el caudal máximo de crecida, caudal mínimo, precipitaciones máximas y precipitaciones mínimas. En las épocas de invierno por ser de gran pendiente se da el arrastre de arenas, arcillas y vegetación por lo que debemos construir un desarenador mismo que nos permite realizar limpieza y evacuación de estos desechos y poder conducir el agua libre de desechos hacia la planta de tratamiento. Para el diseño de la conducción de agua se lo hizo siguiendo la línea de la carretera ya que facilita el transporte de materiales y herramientas.

Los resultados de este proyecto nos muestran dimensiones especificadas en los planos y costo total de construcción los mismos que se ponen a disposición de lectores con la intención de ayudar con información correspondiente a Diseño Hidráulico de Captaciones Superficiales con tomas de fondo para abastecimiento de agua potable para grupos de habitantes.

**Palabras Clave:** Agua potable, Captación superficial, Toma de fondo, Caudal máximo, Caudal mínimo, Precipitaciones, Desarenador, Planta de tratamiento.



# DESIGN OF A CAPTACION SUPERFICIAL WITH A BACKGROUND TAKING TO RESUPPLY OF DRINKABLE WATER TO THE CITY OF BALSAS

Alvaro Alejandro Mocha Aguilar

## ABSTRACT

The present work developed taking like distinct bibliographic references sources of information that allowed to calculate the different parameters requested for the supply of drinkable water to the city of Balsas.

The topography of the place plays an important paper since for being a very mountainous zone and of big slope is favourable to design a superficial catchment with a background taking, for which have to obtain the net population to benefit and of agreement to this the discharge required, the different works of the catchment will be designed so that they offer security and efficiency, which take part distinct parameters that have to be considered such as the maximum discharge of grown, minimum discharge, maximum precipitations and minimum precipitations. In the periods of invierno for being of big slope gives the drag of sands, clays and vegetation by what have to build a desarenador same that allows us make cleaning and evacuation of these wastes and can drive the free water of wastes to the plant of treatment. For the design of the driving of water him it hiso following the line of the road since it facilitates the transport of materials and tools.

The results of this project show us dimensions specified in the planes and total cost of construction the same that they put to disposal of readers with the intention to help with corresponding information to Hydraulic Design of Superficial Catchments with background takings for supply of drinkable water for groups of inhabitants.

**Keywords:** drinkable Water, superficial Catchment, background Taking, Maximum Discharge, Minimum Discharge, Precipitations, Desarenador, Plant of treatment.

## INDICE GENERAL

### CONTENIDO

<b>FRONTISPICIO</b> .....	II
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	III
<b>INDICE GENERAL</b> .....	V
<b>INTRODUCCION</b> .....	1
<b>2. DESARROLLO DE CONTENIDOS</b> .....	2
2.1. <b>Desarrollo de la propuesta</b> .....	2
2.2. <b>Estudio hidrologico</b> .....	2
2.3.1. Caudal maximo de crecida.....	3
2.3.2. Hidrograma unitario triangular .....	3
2.4. <b>Caudal minimo</b> .....	3
2.5. <b>Caudal para la poblacion a beneficiarse</b> .....	3
2.5.1. Caudal de captacion y conduccion .....	4
2.6. <b>Captacion de aguas superficiales</b> .....	4
2.6.1. Tipos de obras de toma.....	4
2.7. <b>Toma de fondo caucasiana o tirolesa</b> .....	5
2.8. <b>Diseño de una toma de fondo</b> .....	5
2.8.1. Rejilla .....	5
2.8.2. Muros de ala .....	6
2.8.3. Galeria.....	6
2.8.4. Orificio de paso de la galeria al cajon distribuidor .....	7
2.8.5. Cajon distribuidor .....	7
2.8.6. Tuberia del cajon distribuidor al desarenador .....	7
2.9. <b>Desarenador</b> .....	7
2.10. <b>Linea de conduccion</b> .....	8
<b>3. CONCLUSIONES</b> .....	10

<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	11
<b>ANEXO A.</b> Formulas del hidrograma unitario triangular .....	13
<b>ANEXO B.</b> Métodos para calcular la población futura .....	16
<b>ANEXO C.</b> Caudales de captación y conducción .....	17
<b>ANEXO D.</b> Formulas y consideraciones para diseñar las obras de una toma. ....	18
<b>ANEXO E.</b> Formulas y consideraciones para diseño de desarenadores.....	22
<b>ANEXO F.</b> Formulas y consideraciones para diseño de tuberías de conducción. ....	26
<b>ANEXO G.</b> Memoria técnica de cálculo. ....	28
<b>ANEXO H.</b> Especificaciones técnicas generales .....	48
<b>ANEXO I.</b> Presupuesto.....	50
<b>ANEXO J.</b> Planos de captación y sus partes.....	51
<b>ANEXO K.</b> Planos del desarenador. ....	51
<b>ANEXO L.</b> Perfil de la línea de conducción. ....	51

### **INDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1.</b> Dimensiones de la rejilla .....	5
<b>Tabla 2.</b> Resultados del perfil de fondo de la galería .....	6
<b>Tabla 3.</b> Dimensiones y cotas del orificio de paso de la galería al cajón distribuidor .....	7
<b>Tabla 4.</b> Dimensiones de las obras del desarenador .....	8
<b>Tabla 5.</b> Datos hidráulicos para diseñar la tubería desde la conducción al desarenador .....	8
<b>Tabla 6.</b> Datos hidráulicos para diseñar la tubería desde el desarenador a la planta de tratamiento .....	9
<b>Tabla 7.</b> Números de curva de escorrentía para usos de la tierra .....	13
<b>Tabla 8.</b> Condiciones antecedentes de humedad para cada clase de suelo .....	14
<b>Tabla 9.</b> Constante a en función del diámetro .....	22
<b>Tabla 10.</b> Velocidades de sedimentación w calculado por Arkhangelski (1935) en función del diámetro de las partículas .....	22

<b>Tabla 11.</b> Valores de la constante k.....	24
<b>Tabla 12.</b> Valores del coeficiente C de Hazen Williams .....	26

### **INDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1.</b> Nomograma de Sellarlo .....	23
<b>Figura 2.</b> Resultados de cálculo Hcanales .....	41
<b>Figura 3.</b> Precipitaciones máximas registradas por la estación M0773 Piñas .....	41
<b>Figura 4.</b> Precipitación máxima por Hyfran .....	42
<b>Figura 5.</b> Caudales mínimos registrados por la estación H0591 .....	44

## INTRODUCCION

Los seres humanos necesitan de un suministro adecuado de agua, ya sea para su alimentación, salud y distintas actividades agrícolas, este suministro dependerá de las actividades a realizar. El agua ha venido siendo indispensable para la existencia de los seres vivos, en la actualidad distintos problemas como la contaminación y destrucción de cuencas hidrográficas han causado una escasez de agua.

Las múltiples necesidades del hombre por llevar el agua a sus distintos hogares, ha hecho que se desarrollen distintas maneras, entre ellas las más comunes las *tomas convencionales* y las *tomas de fondo*, las cuales se las construye de acuerdo a la ubicación, magnitud y naturaleza de la fuente de aprovechamiento, cabe recalcar que el diseño de este distinto tipo de obras prevea las posibilidades de contaminación del agua y el medio ambiente.

El objetivo principal de este proyecto es analizar hidrológicamente las distintas posibilidades para diseñar y proteger las obras que componen una captación superficial con una toma de fondo para abastecimiento de agua potable a los pobladores de la ciudad de Balsas.

La problemática principal para desarrollar el proyecto es elegir la fuente superficial adecuada, Balsas presenta distintas alternativas, pero por condiciones topográficas la Quebrada Santa Elena realizándole un estudio hidrológico nos brinda y asegura que podemos captar el caudal demandado en todas las épocas del año.

Los principales beneficiarios de este proyecto serán los moradores de la Ciudad de Balsas, ya que contarán con una obra de captación la cual mediante estudios realizados dotara el caudal demandado para un periodo de 25 años.

## **2. DESARROLLO DE CONTENIDOS**

### **2.1. DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

El desarrollo de la propuesta inicia con la recopilación de datos necesarios para el desarrollo del problema propuesto por el docente, recurrimos a lo aprendido en aula durante estos 5 años de formación profesional, investigaciones y programas de computadora, mediante estos conocimientos y técnicas procesamos la información recolectada y damos respuesta a las solicitudes indicadas en el problema propuesto.

#### Caso Práctico:

Se requiere abastecer de agua potable a la ciudad de Balsas en la Provincia de El Oro. Para el efecto se lo hará de una fuente de agua superficial y con una toma de fondo.

Preguntas a resolver:

1. Determinar la población a servir
2. Determinar la fuente superficial más adecuada para la captación.
3. Determinar los caudales de diseño para el abastecimiento, los caudales de la fuente que garanticen el abastecimiento y su protección.
4. Diseñar la toma de fondo con todos sus elementos, así como la línea de conducción hasta la planta de tratamiento.
5. Elaborar los planos de construcción, memoria técnica con especificaciones y presupuesto.

Como instrumento fundamental de información especificamos en los párrafos a continuación los métodos y criterios utilizados para lograr los objetivos planteados.

### **2.2. ESTUDIO HIDROLOGICO**

“Usualmente para el diseño hidrológico se estudian los caudales máximos presentados durante cada año en las épocas de crecida. Este análisis se utiliza para caracterizar el conjunto estadístico de los caudales máximos en términos de probabilidades de excedencia”. [1]

“Para proteger los recursos hídricos, es necesario la delimitación de cuencas y subcuencas” [2], ya que de estos depende la vida de los seres vivos. Un estudio hidrológico, “se centra en el empleo de datos de precipitación, modelos hidrológicos e hidráulicos, y técnicas S. I. G. (Sistema de Información Geográfica) para la estimación de caudales de avenida”. [3]

### 2.3.1. CAUDAL MAXIMO DE CRECIDA

Inicialmente para la estimación de caudales de avenida se debe obtener datos meteorológicos (precipitaciones) los mismos que son utilizados por diferentes métodos como: **Hidrograma Unitario**, es el “hidrograma de escorrentía directa originado por 1 mm de precipitación efectiva uniforme sobre una cuenca durante un periodo determinado” [4], **Hidrograma Unitario Instantáneo**, este hidrograma “utiliza métodos que apoyados en los principios del (HU), utilicemos información confiable a cerca de las variaciones de precipitación sobre una cuenca que permiten que si se dispone de información confiable, estas variaciones sean tomadas en cuenta” [5] ; **Hidrograma Unitario Triangular, Método Racional**, etc., para transformar las precipitaciones en escorrentías.

### 2.3.2. HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

Por ser la cuenca de la quebrada Santa Elena pequeña se empleó el *Hidrograma Unitario Triangular* cuya formulación para obtener el caudal máximo de crecida de 1.91 m<sup>3</sup>/seg se muestra en el Anexo A.

Para obtener datos de precipitaciones ubicamos en la red de estaciones meteorológicas del país la estación M0736 BALSAS, pero al no disponer esta de información necesaria SENAGUA nos dice que se puede utilizar una estación cercana al área de trabajo por lo que se optó por la estación M0773 PIÑAS.

### 2.4. CAUDAL MINIMO

El caudal mínimo se da en las épocas de estiaje y es el volumen mínimo de agua que el afluente arrastra y debe ser calculado para asegurar que en todas las épocas del año vamos a captar el caudal demandado por la población. En cuencas pequeñas donde no existen datos hidrológicos **SENAGUA** nos dice que es necesario obtener datos de estaciones hidrológicas cercanas que monitorean cuencas hidrográficas más grandes y mediante una relación área de cuencas y caudales mínimos obtenemos el caudal mínimo de la cuenca en estudio. Como se observa en la carta topográfica de la ciudad de Balsas la quebrada Santa Elena desemboca en el Rio Balsas y este a su vez en el Rio Puyango, por lo que utilizamos los caudales mínimos registrados por la estación hidrología H0591 PUYANGO EN CPTO MILITAR (ver figura 5) para obtener el caudal mínimo de 0.14 m<sup>3</sup>/seg de la Quebrada Santa Elena.

### 2.5. CAUDAL PARA LA POBLACION A BENEFICIARSE

“El agua es fuente de toda vida, es un ambiente de supervivencia con propiedades únicas” [6], que no debe desperdiciarse, por lo que debe realizarse un cálculo minucioso de la población que se va a servir de la misma.

Con el pasar del tiempo, la competencia por los recursos hídricos entre los diferentes grupos poblacionales es el agua debido al aumento de población y demanda de agua. [7]. Se proponen distintos métodos para el cálculo de población entre ellos los más utilizados son:

- Método aritmético
- Método geométrico
- Método exponencial

Utilizando las formulas del Anexo B se obtuvieron los siguientes datos de población en el Cantón Balsas.

- **Método Aritmético** = 12072 habitantes
- **Método Geométrico** = 14803 habitantes
- **Método Exponencial** = 13921 habitantes
- **Promedio de los 3 métodos** = 13921 habitantes

#### **2.5.1. CAUDAL DE CAPTACION Y CONDUCCION**

“Todo el conocimiento relacionado con los usos del agua actuales y futuros forma parte de la información clave para la toma de decisiones en cuanto a la asignación del agua y a su distribución geográfica” [8], para este caso el uso es agua potable por lo que se debe tomar en cuenta las consideraciones mostradas en el Anexo C para obtener los caudales mostrados a continuación:

- **Caudal de captación** = 0.058 m<sup>3</sup>/seg
- **Caudal de conducción** = 0.051 m<sup>3</sup>/seg

#### **2.6. CAPTACION DE AGUAS SUPERFICIALES**

La principal funcionalidad de las obras de captación es captar total o parcialmente las aguas de un río, quebrada, lago, pozo, etc. para satisfacer necesidades hídricas (riego, consumo humano, industrias, etc.) de una población.

##### **2.6.1. TIPOS DE OBRAS DE TOMA**

- **Tomas de derivación directa**
  - Toma de fondo caucásica o tirolesa
  - Toma convencional



- **Tomas embalse**
  - Tomas torre
  - Tomas obhidra
  - Tomas telescópicas
  - Tomas para dentro del cuerpo de la presa

## 2.7. TOMADE FONDO CAUCASIANA O TIROLESA

El principio de este tipo de obra es lograr la captación en la zona inferior de escurrimiento, principalmente son instaladas en ríos de montaña con las siguientes características:

- Fuertes pendientes hasta 10% o más.
- Crecientes causados por lluvias fuertes que arrastran gran cantidad de rocas.
- Agua limpia en época de estiaje.

## 2.8. DISEÑO DE UNA TOMADE FONDO

En el anexo 4 se muestran todas las consideraciones y fórmulas para diseñar las obras de una toma de fondo.

### 2.8.1. REJILLA

“Para que el diseño de la reja sea eficiente, los parámetros principales que inciden son: la forma, longitud, espesor, espaciamiento, inclinación y las condiciones del flujo” [9], los mismos que son calculados con las expresiones mostradas en el Anexo D y sus resultados se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1.** Dimensiones de la rejilla

L =	0.35	Metros	Longitud de la rejilla
B =	1.4	Metros	Ancho de la rejilla
a =	$\frac{3}{4}$	Pulgadas	Espesor de las pletinas
b =	2	Centímetros	Separación entre pletinas
s =	1	Pulgadas	Ancho de pletinas
<b>Fuente:</b> Autor: Alvaro Mocha			

### 2.8.2. MUROS DE ALA

Para proteger la obra de captación de avenidas máximas repentinas se construyen muros de ala. Para el caudal máximo de crecida de 1.91 m<sup>3</sup>/seg de la Quebrada Santa Elena es suficiente construir muros de ala con una altura de 0.70 metros tomando en cuenta las expresiones mostradas en el Anexo D.

### 2.8.3. GALERIA

La galería se sitúa bajo la rejilla la cual se encarga de conducir mediante un perfil de fondo el caudal captado hasta el cajón distribuidor, el mismo que es diseñado siguiendo la formulación mostrada en el Anexo D y sus resultados se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2.** Resultados del perfil de fondo de la galería

CALCULO DEL PERFIL DE FONDO												
PERFIL = d + suma (hf) + Vx <sup>2</sup> /2g												
x (m)	Qx (m <sup>3</sup> /seg)	Vx (m/seg)	A (m <sup>2</sup> )	D (m)	P (m)	R (m)	R 4/3	J	hf	Suma hf	Vx <sup>2</sup> /2g	Perfil
1	2.00	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	0.00	1.00	0	0	0.35	0	0	0	0	0	0.051	0.05
0.1	0.00	1.00	0.004	0.012	0.375	0.011	0.003	0.242	0.024	0.024	0.051	0.09
0.2	0.01	1.00	0.009	0.025	0.399	0.022	0.006	0.104	0.021	0.045	0.051	0.12
0.3	0.01	1.00	0.013	0.037	0.424	0.030	0.009	0.066	0.020	0.065	0.051	0.15
0.4	0.02	1.00	0.017	0.049	0.448	0.038	0.013	0.048	0.019	0.084	0.051	0.18
0.5	0.02	1.00	0.021	0.061	0.473	0.045	0.016	0.039	0.019	0.103	0.051	0.22
0.6	0.03	1.00	0.026	0.074	0.497	0.052	0.019	0.032	0.019	0.123	0.051	0.25
0.7	0.03	1.00	0.030	0.086	0.522	0.058	0.022	0.028	0.020	0.142	0.051	0.28
0.8	0.03	1.00	0.034	0.098	0.546	0.063	0.025	0.025	0.020	0.162	0.051	0.31
0.9	0.04	1.00	0.039	0.110	0.571	0.068	0.028	0.023	0.020	0.183	0.051	0.34
1	0.04	1.00	0.043	0.123	0.595	0.072	0.030	0.021	0.021	0.204	0.051	0.38
1.1	0.05	1.00	0.047	0.135	0.620	0.076	0.032	0.019	0.021	0.225	0.051	0.41
1.2	0.05	1.00	0.052	0.147	0.645	0.080	0.034	0.018	0.022	0.247	0.051	0.44
1.3	0.06	1.00	0.056	0.160	0.669	0.083	0.036	0.017	0.022	0.269	0.051	0.48
1.4	0.06	1.00	0.060	0.172	0.694	0.087	0.038	0.016	0.023	0.292	0.051	0.51

**Fuente:** Autor: Alvaro Alejandro Mocha Aguilar

#### 2.8.4. ORIFICIO DE PASO DE LA GALERIA AL CAJON DISTRIBUIDOR

Este es un orificio sumergido el cual da paso al caudal captado desde la galería hacia el cajón distribuidor, se diseñó siguiendo las consideraciones mostradas en el Anexo D y sus resultados se muestran en la tabla 3.

**Tabla 3.** Dimensiones y cotas del orificio de paso de la galería al cajón distribuidor

L	a <sub>o</sub>	A	Q	Cota n	hi	Cota z
(m)	(m)	(cm <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /seg)	(m)	m	(m)
0.35	0.1	0.035	0.0580	874.80	0.39	874.60
0.35	0.2	0.07	0.0580		0.10	
0.35	0.3	0.105	0.0580		0.04	
<b>Fuente:</b> Autor: Alvaro Alejandro Mocha Aguilar						

#### 2.8.5. CAJON DISTRIBUIDOR

Es el encargado de llevar el caudal captado hacia la tubería que conduce hasta el desarenador, el mismo que se diseñó con unas dimensiones de 1.20 x 1.20 mts las cuales facilitan el ingreso de una persona para realizar actividades de limpieza.

#### 2.8.6. TUBERIA DEL CAJON DISTRIBUIDOR AL DESARENADOR

Es la encargada de transportar el caudal captado hacia el desarenador, debe ser diseñada en función de los diámetros existentes en el mercado y siguiendo las consideraciones mostradas en el Anexo D. Para un caudal de 0.058 m<sup>3</sup>/seg una tubería de 200 mm de diámetro es necesaria.

#### 2.9. DESARENADOR

“Los desarenadores, son obras hidráulicas que sirven para separar y remover después, sedimentos que lleva el agua de un canal o tubería. Estos sedimentos transportados si no son separados del agua nos causaran perjuicios en las obras” [10].

Un desarenador consta de las siguientes partes:

- Transición de entrada
- Cámara de sedimentación
- Vertedero
- Compuerta de lavado o fondo
- Canal directo

El desarenador de esta obra se diseñó tomando en cuenta las formulas y consideraciones indicadas en el Anexo E y sus resultados se muestran en la tabla 4.

**Tabla 4.** Dimensiones de las obras del desarenador

Ancho del desarenador	0.6 mts.
Altura del desarenador	0.5 mts.
Longitud del desarenador	2.5 mts.
Longitud de transición	0.7 mts.
Altura frente a la compuerta de lavado	0.82 mts
Vertedero al final del tanque	Ancho = 0.60 mts; Alto = 0.14 mts
Compuerta de lavado	Ancho = 0.20 mts; Alto = 0.20 mts
Canal directo	Ancho = 0.23 mts; Alto = 0.12 mts
<b>Fuente:</b> Autor: Alvaro Alejandro Mocha Aguilar	

## 2.10. LINEA DE CONDUCCION

“El crecimiento de la población, siempre aumenta el uso de los recursos naturales, los cuales generan impactos negativos en la conservación del medio ambiente” [11], por lo que al diseñar sistemas de conducción de agua hay que evitar al máximo la contaminación del medio ambiente.

Mediante la utilización del Anexo F se diseñó la conducción para agua potable de la Ciudad de Balsas y sus resultados se muestran en la tabla 5 y tabla 6.

**Tabla 5.** Datos hidráulicos para diseñar la tubería desde la conducción al desarenador

<b>Abscisas</b>	0+000 a 0+080	
<b>Longitud de tubería (LH)</b>	80	
<b>Tipo de tubería</b>	PVC(E/C)	
<b>Diámetro comercial</b>	250	mm
<b>Diámetro interno nominal</b>	240.2	mm
<b>Presión de trabajo</b>	0.5	MPa
<b>Perdida de carga unitaria</b>	0.0051	
<b>Perdida de carga total</b>	0.41	m
<b>Velocidad</b>	1.17	m/seg
<b>Caudal</b>	0.053	m <sup>3</sup> /seg

**Tabla 6.** Datos hidráulicos para diseñar la tubería desde el desarenador a la planta de tratamiento

<b>Abscisas</b>	00+080 a 01+345	
<b>Longitud de tubería (LH)</b>	1265	
<b>Tipo de tubería</b>	PVC(E/C)	
<b>Diámetro comercial</b>	250	mm
<b>Diámetro interno nominal</b>	240.2	mm
<b>Presión de trabajo</b>	0.5	MPa
<b>Perdida de carga unitaria</b>	0.0051	
<b>Perdida de carga total</b>	6.48	m
<b>Velocidad</b>	1.17	m/seg
<b>Caudal</b>	0.053	m3/seg

### 3. CONCLUSIONES

- La población a servir para un periodo de 25 años de la obra es de 13921 habitantes.
- Al analizar las distintas posibilidades para la captación de agua en Balsas se escogió como la más adecuada a la Quebrada “Santa Elena”, la misma que trae un caudal en épocas de estiaje de  $0.141\text{m}^3/\text{seg}$  y en épocas de crecida puede traer un caudal has de  $1.91\text{ m}^3/\text{seg}$ .
- El caudal para agua potable que demanda la población de 13921 habitantes de la ciudad de Balsas es de  $0.058\text{ m}^3/\text{seg}$ .
- El costo total del proyecto *DISEÑO HIDRAULICO DE UNA CAPTACION SUPERFICIAL CON UNA TOMA DE FONDO* es de = \$ 211850.51.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Y. I. y. J. Corredor, «EVALUACION DE LA SENSIBILIDAD DE LOS CAUDALES MAXIMOS DE DISEÑO ANTE LA INFLUENCIA DEL CAMBIO CLIMATICO,» *Avances en Recursos Hidraulicos*, nº 13, p. 98, 2006.
- [2] A. M. Gheraldi, M. C. Piccolo y G. M. E. Perillo, «DELIMITACION Y ESTUDIO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS CON MODELOS HIDROLOGICOS,» *Investigaciones Geograficas (Esp)*, vol. 1, nº 52, p. 225, 2010.
- [3] R. Garcia Lorenzo y C. Conesa Garcia, «ESTIMACION DE CAUDALES DE AVENIDA Y DELIMITACION DE AREAS INUNDABLES MEDIANTE METODOS HIDROMETEREOLÓGICOS E HIDRAULICOS Y TECNICAS S.I.G., ESTUDIO APLICADO AL LITORAL DE LA REGION DE MURCIA,» *Papeles de Geografia*, nº 53-54, p. 123, 2011.
- [4] A. P. y. M. P. M. Jose Luis Ayuso, «ESTIMACION DEL HIDROGRAMA UNITARIO. ESTUDIO COMPARATIVO DE CUATRO METODOS LINEALES,» *Ingenieria del Agua*, vol. 1, nº 2, p. 32, 1994.
- [5] J. A. A. Perez Sesma, L. E. Maderey Rascon, D. Pereyra Diaz, F. Niño y U. Antonio, «ESTIMACION DE LA CRECIENTE DE DISEÑO UTILIZANDO EL HIDROGRAMA UNITARIO INSTANTANEO: EL CASO DE LA CUENCA DEL RIO TECOLUTLA, MEXICO,» *Investigaciones Geograficas*, nº 79, p. 38, 2012.
- [6] C. D. Iñiguez Sepulveda, «USO Y VALOR DEL RECURSO HIDRICO URBANO. SISTEMA DE AGUA POTABLE EN CULIACAN MEXICO,» *Urbano*, vol. 13, nº 21, p. 47, 2010.
- [7] R. Ortiz-Gomez, J. M. González Camacho y J. Chavez-Morales, «MODELO DE ASIGNACION DE AGUA CONSIDERANDO UN CAUDAL AMBIENTAL MINIMO EN LA CUENCA DEL RIO METZTITLAN EN HIDALGO, MEXICO,» *Agrociencia*, vol. 49, nº 7, p. 721, 2015.
- [8] A. E. Duek, «EL AGUA EN LAS INDUSTRIAS ALIMENTICIAS DE MENDOZA (ARGENTINA): ESTIMACION DE LOS REQUERIMIENTOS HIDRICOS Y LA POTENCIALIDAD DE REUSO AGRICOLA,» *Ambiente y Agua*, vol. 11, nº 2, p. 290, 2016.

- [9] P. L. G. Luis G. Castillo Elsitdié, «ANÁLISIS DEL DIMENSIONAMIENTO DE LA LONGITUD DE REJA EN UNA CAPTACION DE FONDO,» *Universidad Politecnica de Cartagena. Grupo de I+D+i Hidr@m, España*, p. 15, 2010.
- [10] A. N. d. Agua, MANUAL: CRITERIOS DE DISEÑOS DE OBRAS HIDRAULICAS PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS HIDRAULICOS MULTISECTORIALES Y DE AFIANZAMIENTO HIDRICO, Lima, 2010.
- [11] K. G. Binder, «FACTORES DETERMINANTES DE LA CONTAMINACION AMBIENTAL Y DEL USO DE LOS RECURSOS NATURALES,» *INNOVAR, revista de ciencias administrativas y sociales*, nº 20, p. 110, 2002.



## ANEXOS

### ANEXO A. Formulas del Hidrograma Unitario Triangular

Inicialmente se debe calcular la precipitación máxima sobre la cuenca, por lo que se utiliza el software Hyfran en el cual ingresamos las precipitaciones anuales máximas y el periodo de retorno y nos dará la precipitación máxima. Con esta precipitación calculamos la precipitación efectiva mediante la siguiente formula:

$$P_e = \frac{\left(P - \frac{508}{N} + 5.08\right)^2}{P + \frac{2032}{N} - 20.32}$$

Donde:

P = Precipitación máxima obtenida del programa Hyfran

N = Numero de curva de escorrentía.

**Tabla 7.** Números de curva de escorrentía para usos de la tierra

<b>Descripción del uso de la tierra</b>		<b>Grupo hidrológico del suelo</b>			
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
Tierra cultivada:	sin tratamiento de conservación	72	81	88	91
	con tratamiento de conservación	62	71	78	81
Pastizales:	condiciones pobres	68	79	86	89
	condiciones optimas	39	61	74	80
Vegas de ríos:	Condiciones optimas	30	58	71	78
Bosques:	Troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas	45	66	77	83
	Cubierta buena	25	55	70	77
Áreas abiertas:	césped, parques, cementerios, campos de golf, etc.				
	óptimas condiciones: cubierta de pasto 75% o mas	39	61	74	80
	condiciones aceptables: cubierta de pasto 50% a 75%	49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85% impermeable)		89	92	94	95
Distritos industriales (72% impermeable)		81	88	91	93
<b>Fuente:</b> Hidrología Aplicada, VEN TE CHOW, Tabla 5.5.5, pág. 154					

**Tabla 8.** Condiciones antecedentes de humedad para cada clase de suelo

<b>GRUPO</b>	<b>DESCRIPCION DEL GRUPO</b>
Grupo A	Arena profunda, suelos profundos depositados por el viento, limos agregados.
Grupo B	Suelos poco profundos depositados por el viento, marga arenosa
Grupo C	Margas arcillosas, margas arenosas poco profundas, suelos con bajo contenido orgánico y suelos con altos contenidos de arcilla.
Grupo D	Suelos que se expanden significativamente cuando se mojan, arcillas altamente plásticas y ciertos suelos salinos.

**Fuente:** Hidrología Aplicada, VEN TE CHOW, Tabla 5.5.2, pág. 153

El caudal pico ( $Q_p$ ) según **KIRPRICH** se lo obtiene mediante la expresión:

$$Q_p = \frac{0,208PA}{T_p}$$

**Donde:**

**P** = Precipitación efectiva (mm) que es calculada por el programa Hyfran el cual utiliza las precipitaciones máximas registradas en las estaciones meteorológicas y mediante métodos probabilísticos nos da la precipitación efectiva para un periodo de retorno de 25 años

**T<sub>p</sub>** = Tiempo hasta que se produce el caudal pico (hr)

**A** = Área de la cuenca (Km<sup>2</sup>)

El tiempo al pico ( $T_p$ ) se lo obtiene mediante la siguiente expresión:

$$T_p = 0.5D + 0.6T_c$$

**Donde:**

**D** = Duración de la precipitación efectiva (hr)

**T<sub>c</sub>** = Tiempo de concentración de la cuenca (hr)

El tiempo base ( $t_b$ ) lo obtenemos de la siguiente expresión:

$$t_b = 2.67t_p$$

El tiempo de concentración de la cuenca ( $T_c$ ) según **KRIPRICH** se lo calcula mediante la siguiente expresión:

$$T_c = \frac{0.000325(L_c)^{0.77}}{(P_c)^{0.385}}$$

**Donde:**

**Lc** = Longitud del cauce principal

**Pc** = Pendiente de la cuenca

## **ANEXO B. Métodos para calcular la población futura**

### **METODO ARITMETICO**

Este método presenta las siguientes expresiones:

$$P_f = P_i + k(t_f - t_i)$$

$$k = \frac{P_f - P_i}{t_2 - t_1}$$

**Donde:**

**Pi** = Población en el año actual

**t2** = Año de la población actual

**Pf** = Población futura

**t1** = Año de la población futura

**K** = Taza de crecimiento

### **METODO GEOMETRICO**

Este método presenta las siguientes expresiones:

$$P_f = P_i((1 + r)^n)$$

$$r = \left(\frac{P_f}{P_i}\right)^{\frac{1}{t_2 - t_1}} - 1$$

**Donde:**

**Pi** = Población en el año actual

**t2** = Año de la población actual

**Pf** = Población futura

**t1** = Año de la población futura

**r** = Taza de crecimiento

### **METODO EXPONENCIAL**

Este método presenta las siguientes expresiones:

$$P_f = P_i e^{k(t_f - t_i)}$$

$$k = \frac{\ln(P_f) - \ln(P_i)}{t_2 - t_1}$$

**Donde:**

**Pi** = Población en el año actual

**Pf** = Población futura

**k** = Taza de crecimiento

**t2** = Año de la población actual

**t1** = Año de la población futura

## **ANEXO C. Caudales de captación y conducción**

### **CONSUMO MEDIO ANUAL DIARIO**

$$Q_{\text{med}} = qN(1000 * 86400)$$

**Donde:**

**q** = dotación tomada de la tabla V.3 de norma Senagua Cap. IV. (l/hab/día)

**N** = número de habitantes

### **CAUDAL MAXIMO DIARIO**

$$Q_{\text{max.dia}} = k_{\text{max.dia}}Q_{\text{med}}$$

**Donde:**

**K<sub>max.dia</sub>** = coeficiente de variación de consumo máximo el cual la norma de Senagua recomienda valores de 1.3 – 1.5.

### **CAUDAL DE DISEÑO DE LA CAPTACION**

Según las normas de Senagua el caudal de diseño para aguas superficiales se calcula con la siguiente expresión:

$$Q_{\text{Diseño}} = Q_{\text{max.dia}} + 20\%$$

### **CAUDAL DE DISEÑO DE LA CONDUCCION**

Según las normas de Senagua el caudal de diseño para conducción de agua se calcula con la siguiente expresión:

$$Q_{\text{Diseño}} = Q_{\text{max.dia}} + 10\%$$

## ANEXO D. Formulas y consideraciones para diseñar las obras de una toma.

### DISEÑO DE LA REJILLA

Para dimensionar la rejilla hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Separación entre pletinas (b) debe estar entre 2 a 6 cm.
- El ancho (s) y alto (a) de la pletina deben elegirse de acuerdo a las disponibles en el mercado.
- La inclinación de la rejilla (i) de estar entre 0° y 20° para facilitar el paso de otros materiales, según (Bouvard) se puede llegar hasta 30° o 40°.
- La longitud (L) de la rejilla debe estar entre 0.30 y 1.5 mts con el objetivo de desprejar toda deformación posible por el peso sobre las pletinas.

Para el dimensionamiento de las pletinas consideramos que las rocas que quedan sobre la reja son esféricas por lo que se utilizan las siguientes expresiones:

$$\gamma_S = \gamma_m - \gamma_{H_2O}$$

$$V = \frac{\pi \phi^3}{6}$$

$$G = V * \gamma_S$$

**Donde:**

$\gamma_S$  = Peso específico del material

$\gamma_m$  = Peso específico húmedo del material

$\gamma_{H_2O}$  = Peso específico del agua

**V** = volumen de las rocas sobre la rejilla

**G** = Peso de las rocas sobre la rejilla

Para calcular el ancho y alto de las pletinas asumimos 3 longitudes (L), calculamos 3 dimensiones de s y a y escogemos la adecuada.

$$L' = \sqrt{L^2(i^2 + 1)}$$

$$W = \left(\frac{M}{\delta}\right) * 10^5$$

$$M = \left(\frac{G}{8}\right) (L' + 0.05)$$

$$a = \sqrt{\frac{6W}{s}}$$

**Donde:**

**L'** = Longitud de la rejilla

**M** = Momento máximo provocado por el peso de las rocas sobre la rejilla

**W** = Momento resistente de las pletinas

Por la acumulación de arenas y gravas vamos a tener una reducción de área por lo que debemos diseñar la rejilla en función de obstrucción.

E. Zamarin dice:

$$Q = C * K * B * L * \sqrt{2gh}$$

**Donde:**

Q = Caudal captado

C = Coeficiente de contracción de la vena líquida

K = coeficiente de reducción de área efectiva

B = Ancho de la rejilla

hm = Carga hidráulica sobre la rejilla

Ho = Carga hidráulica o energía específica

El coeficiente de contracción de la vena líquida está dado por:

$$C = C_o - 0.325i$$

Co = Coeficiente de forma de las pletinas

$$\frac{a}{b} > 4 \quad C_o = 0.60$$

$$\frac{a}{b} < 4 \quad C_o = 0.50$$

El coeficiente de reducción del área efectiva está dado por:

$$K = (1 - f) \left( \frac{b}{b + s} \right)$$

## DISEÑO DE LOS MUROS DE ALA

Las fórmulas para diseñar estos muros son:

$$H = H' + BL$$

$$H' = \frac{3}{2} Y_c$$

$$Y_c = \sqrt[3]{\left[ \frac{(Qc/B)^2}{g} \right]}$$

**Donde:**

**H** = Altura del muro

**Yc** = Calado crítico

**BL** = Borde libre (valor asumido)

**Qc** = Caudal de crecida

**H'** = Altura crítica

**B** = Separación entre muros

## DISEÑO DE LA GALERIA

Según (Zamarin) dividimos el ancho total de la rejilla en partes iguales y tomando en cuenta las siguientes consideraciones utilizamos las formulas detalladas más adelante.

- La velocidad en el origen debe ser de 1 m/seg ( $V_0$ ).
- La velocidad final en la galería debe ser de 2 o 3 m/seg ( $V_f$ ).
- La velocidad en cualquier punto para que exista sedimentación debe ser mayor a  $3\sqrt{gb}$  ( $V_x$ ).

### Formulas:

$$Q_x = \left(\frac{Q}{B}\right) x$$
$$J = \frac{(V_x^2 n^2)}{R^{\frac{4}{3}}}$$
$$V_x = \left[\frac{(V_f - V_0)}{B}\right] x + V_0$$
$$hf = J * x$$

### Donde:

$Q_x$  = Caudal en cualquier punto

$n$  = coeficiente de Manning (0.025 y 0.030)

$J$  = Gradiente hidráulico

$R$  = Radio Hidráulico

$hf$  = Perdida de carga

## ORIFICIO DE PASO DE LA GALERIA AL CAJON DISTRIBUIDOR

Utilizamos los criterios de cálculo de un orificio sumergido por lo que debe ser calculado en función del caudal que va a pasar por el mismo.

$$Q = C_d * A * \sqrt{(2ghi)}$$

### Donde:

$C_d$  = Coeficiente de descarga (0.60)

$h_i$  = Carga al centro del orificio

$A$  = sección transversal del orificio (se asume en función de la longitud de la galería)

## CAJON DISTRIBUIDOR

Debe ser diseñado de tal manera que a una persona de tamaño normal le facilite el ingreso para realizar actividades de limpieza y mantenimiento.



## TUBERIA DE PASO DEL CAJON DISTRIBUIDOR AL DESARENADOR

Es la encargada de transportar el caudal de diseño hasta el desarenador y se diseña como un orificio sumergido.

$$Q = C_d * A * \sqrt{(2gh_i)}$$

$$A = \frac{Q}{C_d * \sqrt{2gh_i}}$$

Una vez calculada la sección, adoptamos una tubería de sección circular una vez de acuerdo a los diámetros disponibles en el mercado.

## ANEXO E. Formulas y consideraciones para diseño de desarenadores.

### VELOCIDAD DE FLUJO EN EL TANQUE

La velocidad de avance del agua en un desarenador debe ser lenta para que se pueda lograr sedimentar las partículas y se la calcula con la siguiente expresión:

$$v = a\sqrt{d}$$

**Donde:**

**d** = diámetro de las partículas (mm)

**a** = constante en función del diámetro

**Tabla 9.** Constante a en función del diámetro

a	d (mm)
51	≤ 0.1
44	1.1 - 1
36	≥ 1

**Fuente:** Manual: Criterios de diseños de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de financiamiento hídrico, AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA, Pág. 80

### VELOCIDAD DE CAIDA

Existen varias fórmulas, tablas y nomogramas que nos permiten calcular esta velocidad, presentamos las siguientes:

**Tabla 10.** Velocidades de sedimentación w calculado por Arkhangelski (1935) en función del diámetro de las partículas

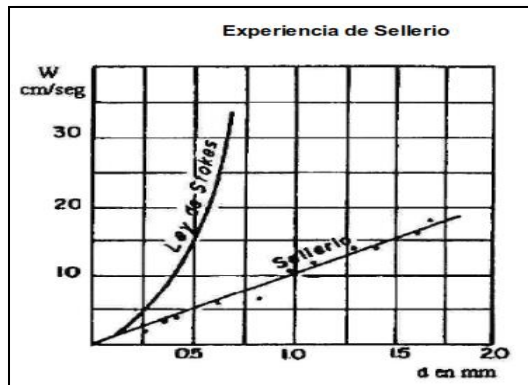
d (mm)	W (cm/seg)
0.05	0.178
0.10	0.692
0.15	1.560
0.20	2.160
0.25	2.700
0.30	3.240
0.35	3.780
0.40	4.320

0.45	4.860
0.50	5.400
0.55	5.940
0.60	6.480
0.70	7.320
0.80	9.070
1.00	9.440
2.00	15.290
3.00	19.250
5.00	24.900

**Fuente:** Manual: Criterios de diseños de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de financiamiento hídrico, AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA, Tabla 4, Pág. 81

- Nomograma generado por Sellarío el cual calcula la velocidad de caída en función del diámetro en mm.

**Figura 1.** Nomograma de Sellarío



**Fuente:** Manual: Criterios de diseños de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de financiamiento hídrico, AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA, Pág. 90

- La fórmula de Owen

$$w = k\sqrt{d(\rho_s - 1)}$$

**Donde:**

**w** = velocidad de caída

**d** = diámetro en mm

**Ps** = Peso específico del material

**K** = constante que varía de acuerdo con la forma de naturaleza de los granos

**Tabla 11.** Valores de la constante k

Forma y naturaleza	K
Arena esférica	9.35
Granos redondeados	8.25
Granos de cuarzo $d \geq 3\text{mm}$	6.12
Granos de cuarzo $d \geq 0.7 \text{ mm}$	1.28

**Fuente:** Manual: Criterios de diseños de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de financiamiento hídrico, AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA, tabla 5 Pág. 81

- La fórmula de Scotti – Foglieni

$$w = 3.8\sqrt{d} + 8.3d$$

## DIMENSIONES DEL TANQUE

- Ancho del desarenador (b)

$$b = \frac{Q}{hV}$$

- Longitud del desarenador (L)

$$L = \frac{hV}{w}$$

- Tiempo de sedimentación (t)

$$t = \frac{h}{w}$$

- Volumen de agua conducida en ese tiempo (Vol)

$$\text{Vol} = Q * t$$

- Longitud de transición (Lt)

$$L_t = \frac{(T_1 - T_2)}{[2\text{tg}(x)]}$$

**Donde:**

**T1** = Espejo de agua del desarenador

**T2** = Espejo de agua en el canal

**x** = Angulo de transición

- Vertedero al final del tanque

$$H = \left[ \frac{Q}{1.84b} \right]^{\frac{2}{3}}$$

**Donde:**

**Q** = caudal de diseño

**b** = ancho del vertedero

- Caída en el fondo

$$\Delta z = L * s$$

**Donde:**

**S** = pendiente en el fondo del desarenador

- Compuerta de lavado

La compuerta actúa como un orificio sumergido siendo su ecuación:

$$A = \frac{Q}{C_d * \sqrt{2gh_i}}$$

- Canal directo

Asumimos una sección transversal y calculamos la velocidad del fluido aplicando la siguiente formula:

$$V = \frac{Q}{A}$$

**Anexo F.** Formulas y consideraciones para diseño de tuberías de conducción.

- Calculo del diámetro interno que se va a necesitar

$$Q = A * V$$

Para redes de conducción se asumen velocidades máximas de hasta 3 m/seg y mínimas de hasta 0.3 m/seg para evitar sedimentación y acumulación de partículas, de la fórmula de caudal despejamos área y encontramos el diámetro interno de la tubería para transportar dicho caudal y lo adaptamos a los diámetros existentes en el mercado.

- Perdida de carga total

Utilizando la fórmula de Hazen Williams calculamos la perdida de carga unitaria y la velocidad en la tubería.

$$s = \left( \frac{Q}{0.2788 * C * D^{2.63}} \right)^{1/0.54}$$

$$V = 0.355 * C * D^{0.63} * S^{0.54}$$

**Donde:**

**Q** = Caudal de conducción

**C** = Coeficiente de rugosidad de Hazen Williams

**D** = Diámetro útil de la tubería

**S** = Perdida de carga unitaria

**V** = Velocidad en la tubería (esta debe ser mayor a 0.60 m/seg, en caso de no serlo se debe utilizar otro diámetro de tubería)

**Tabla 12.** Valores del coeficiente C de Hazen Williams

MATERIAL	DN (mm)	C
PEAD	110 - 200	130
	315	140
PVC	250	140
	200	120
	160	120
	110	120
	63	100

Para obtener la pérdida total de carga multiplicamos la pérdida de carga unitaria por la longitud de la tubería.

$$H_f = S * L$$

La cota piezométrica en el punto considerado sería igual a la cota en el inicio de la tubería menos la pérdida total de carga.

**Anexo G. Memoria Técnica de Cálculo.**

**Calculo de la población a servirse.**

Tomamos como referencia los datos de población obtenidos por el INEC.

AÑO	1990	2001	2010
POBLACION	4066	5348	6861

**METODO ARITMETICO**

$$Pf = Pi + k(tf - ti)$$

$$k = \frac{P2 - P1}{t2 - t1}$$

Pf = Población futura para el año de diseño

K = Tasa de crecimiento aritmética

$$k1 = \frac{6861 - 5348}{2010 - 2001} = 168.1$$

**Población para el año 2016**

$$Pf = 6861 + 142.33(2016 - 2010) = 7870$$

**La población para un periodo de 25 años será**

$$Pf = 7870 + 142.33(2041 - 2016) = 12072$$

**METODO GEOMETRICO**

AÑO	1990	2001	2010	2016
POBLACION	4066	5348	6861	7870

$$r = \left(\frac{P2}{P1}\right)^{\left(\frac{1}{t2-t1}\right)} - 1$$

$$Pf = Pi * (1 + r)^n$$



$$r1 = \left(\frac{6861}{5348}\right)^{\left(\frac{1}{2010-2001}\right)} - 1 = 2.81\%$$

$$r3 = \left(\frac{7870}{6861}\right)^{\left(\frac{1}{2016-2010}\right)} - 1 = 2.31\%$$

$$r = \frac{2.81\% + 2.31\%}{2} = 2.56\%$$

**Población para un periodo de 25 años**

$$Pf = 7870 * (1 + 2.43\%)^{25} = 14803$$

**METODO EXPONENCIAL**

AÑO	1990	2001	2010	2016
POBLACION	4066	5348	6861	7870

$$k = \frac{\ln(P2) - \ln(P1)}{t2 - t1}$$

$$Pf = Pie^{k(tf-ti)}$$

$$k1 = \frac{\ln(7870) - \ln(6861)}{2016 - 2010} = 0.023$$

$$k2 = \frac{\ln(6861) - \ln(5348)}{2010 - 2001} = 0.028$$

$$K = \frac{0.02 + 0.03}{2} = 0.0255$$

**La población para un periodo de 25 años**

$$Pf = 7870 * e^{0.0255(2041-2016)} = 14888$$

<b><u>METODO ARITMETICO</u></b>	12072
<b><u>METODO GEOMETRICO</u></b>	14803
<b><u>METODO EXPONENCIAL</u></b>	14888
<b><u>POBLACION A SERVIR</u></b>	13921

### Calculo del caudal de diseño y caudal de conducción

#### Consumo medio anual diario

$$Q_{med} = qN / (1000 * 86400)$$

Donde :

q = dotación tomada de la tabla V.3 en l/hab/día de norma Senagua 200

N = número de habitantes. 13921

$$Q_{med} = 0.03222$$

$$Q_{med} = 32.22 \text{ lt/seg}$$

Este valor se multiplica por el coeficiente de variación de consumo máximo el cual la norma de Senagua recomienda valores de  $K_{max.dia} = 1,3-1,5$

$$Q_{max.dia} = K_{max.dia} \times Q_{med}$$

$$Q_{max.dia} = 48.33 \text{ lt/seg}$$

#### CAUDAL DE DISEÑO DE LA CAPTACION

Caudal de diseño para aguas superficiales

$$Q_{diseño} = Q_{max.dia} + 20\%$$

$$Q_{diseño} = 48.33 + 20\%$$

$$Q_{diseño} = 58.00 \text{ lt/seg}$$

#### CAUDAL DE DISEÑO DE CONDUCCION

$$Q_{diseño} = Q_{max.dia} + 10\%$$

$$Q_{diseño} = 48.33 + 10\%$$

$$Q_{diseño} = 53.16 \text{ lt/seg}$$

## Diseño de la toma de fondo

### Datos de diseño:

$$Q \text{ cap.} = 0.058 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$Q \text{ crec.} = 1.91 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$\text{Peso específico de materiales} = 2,5 \text{ Ton/m}^3$$

$$i = 5\%$$

$$\text{Esfuerzo de la pletina} = 1400 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Separación entre pletinas} = 2 \text{ cm}$$

$$\text{Ancho de pletinas} = 2.5 \text{ cm}$$

### Diseño de la rejilla

#### PESO ESPECIFICO DEL MATERIAL SUMERGIDO

$$\gamma_s = \gamma_{mat} - \gamma_{H_2O}$$

$\gamma_{H_2O}$	=	1	Ton/m <sup>3</sup>
$\gamma_{MAT}$	=	2.5	Ton/m <sup>3</sup>
$\gamma_S$	=	1.5	Ton/m <sup>3</sup>

#### VOLUMEN DEL MATERIAL SOBRE LA REJILLA

$$Vol = \frac{1}{6} * \pi * \phi^3$$

$$Vol = \frac{\pi \times \phi^3}{6}$$

$$Vol = \frac{3 \times 0.216}{6} = 0.113$$

#### PESO DEL MATERIAL

$$G = Vol * \gamma_s$$

$$G = VOL \times \gamma S$$

$$G = 0.113 \times 1.5 = 0.17$$

### Dimensiones de la rejilla

<b>CALCULO DE ALTO Y ANCHO DE LA PLETINA</b>						
i	L	L'	M	W	a	sec
25%	0.35	0.36	0.01	0.62	1.22	1 * 1/2
25%	1	1.03	0.02	1.64	1.98	1 * 3/4
25%	1.5	1.55	0.03	2.42	2.41	1 * 1

### Diseño de la rejilla en obstrucción

$$\frac{a}{b} = \frac{1.98}{2} = 0.99 \geq 4 = 1$$

$$C = 1 - 0.325 * 25\% = 0.52$$

$$k = \left( 1 - 0 \right) * \left( \frac{2}{2 + 3} \right) = 0.31$$

### CALCULO DE L, B Y Ho

L	B	Ho
0.35	1.4	0.09
1	0.28	0.25
1.5	0.15	0.38

Comprobación

$$Q = 0.058 \text{ OK}$$

### Diseño de los muros de ala

#### Calado critico

$$Y_c = 0.335$$

#### Altura critica del muro de ala

$$H' = 0.50$$

#### Altura del muro de ala

$$H = 0.70$$

### Diseño de la galería

<b>CALCULO DEL PERFIL DE FONDO</b>												
<b>PERFIL = d + suma (hf) + Vx2/2g</b>												
X	Qx	Vx	A	d	P	R	R 4/3	J	hf	Suma hf	Vx2/2g	Perfil
M	m3/seg	m/seg	m2	m	m	m						
1	2.00	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

0	0.00	1.00	0	0	0.35	0	0	0	0	0	0.051	0.05
0.1	0.00	1.00	0.004	0.012	0.375	0.011	0.003	0.242	0.024	0.024	0.051	0.09
0.2	0.01	1.00	0.009	0.025	0.399	0.022	0.006	0.104	0.021	0.045	0.051	0.12
0.3	0.01	1.00	0.013	0.037	0.424	0.030	0.009	0.066	0.020	0.065	0.051	0.15
0.4	0.02	1.00	0.017	0.049	0.448	0.038	0.013	0.048	0.019	0.084	0.051	0.18
0.5	0.02	1.00	0.021	0.061	0.473	0.045	0.016	0.039	0.019	0.103	0.051	0.22
0.6	0.03	1.00	0.026	0.074	0.497	0.052	0.019	0.032	0.019	0.123	0.051	0.25
0.7	0.03	1.00	0.030	0.086	0.522	0.058	0.022	0.028	0.020	0.142	0.051	0.28
0.8	0.03	1.00	0.034	0.098	0.546	0.063	0.025	0.025	0.020	0.162	0.051	0.31
0.9	0.04	1.00	0.039	0.110	0.571	0.068	0.028	0.023	0.020	0.183	0.051	0.34
1	0.04	1.00	0.043	0.123	0.595	0.072	0.030	0.021	0.021	0.204	0.051	0.38
1.1	0.05	1.00	0.047	0.135	0.620	0.076	0.032	0.019	0.021	0.225	0.051	0.41
1.2	0.05	1.00	0.052	0.147	0.645	0.080	0.034	0.018	0.022	0.247	0.051	0.44
1.3	0.06	1.00	0.056	0.160	0.669	0.083	0.036	0.017	0.022	0.269	0.051	0.48
1.4	0.06	1.00	0.060	0.172	0.694	0.087	0.038	0.016	0.023	0.292	0.051	0.51

### Calculo del orificio de paso

$$Q = Cd * A * \sqrt{2 * g * hi}$$

### Carga al centro del orificio

$$hi = \frac{Q^2}{Cd^2 * A^2 * 2 * g}$$

Cd => Coeficiente de descarga

**0.60**

L	ao	A	Q	Cota n	hi	Cota z
(m)	(m)	(cm2)	(m3/seg)	(m)	m	(m)
0.35	0.1	0.035	0.0580	874.80	0.39	874.60
0.35	0.2	0.07	0.0580		0.10	
0.35	0.3	0.105	0.0580		0.04	

### Calculo del cajón destripador

$$Q = Cd * A * \sqrt{2 * g * hi}$$

$$A = \frac{Q}{Cd * \sqrt{2 * g * hi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * Cd * \sqrt{2 * g * hi}}}$$

**DATOS**

Cap. (m <sup>3</sup> / seg)	=	0.058
h1(m)	=	1.20
h2(m)	=	1.20
Cd	=	0.50

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * Cd * \sqrt{2 * g * h2}}} = 0.1745$$

Diámetro de la tubería = 200 mm

**COMPROBACION**

$$Q = 0,5 * \frac{\pi * D^2}{4} * \sqrt{2 * 9,81 * 1,5} = 0.0762 \text{ m3/seg}$$

**Diseño del desarenador**

Q = 0.058

D = 0.2 mm Arena fina - gruesa

**Calculo de la velocidad del flujo en el tanque**

**Utilizamos la fórmula de Camp:**

$$V = a * \sqrt{D}$$

Donde:

D = Diámetro

a = Constante en función del diámetro = 44

$$V = 44 * \sqrt{0.2} = 19.677 = 0.20 \text{ m/seg}$$

**Calculo de la velocidad de caída W**

Para este aspecto existen varias fórmulas empíricas, tablas y nomogramas, entre las cuales consideramos

**Arkhangelski**

d (mm)	W (cm/seg)
0.05	0.178
0.10	0.692
0.15	1.560
0.20	2.160

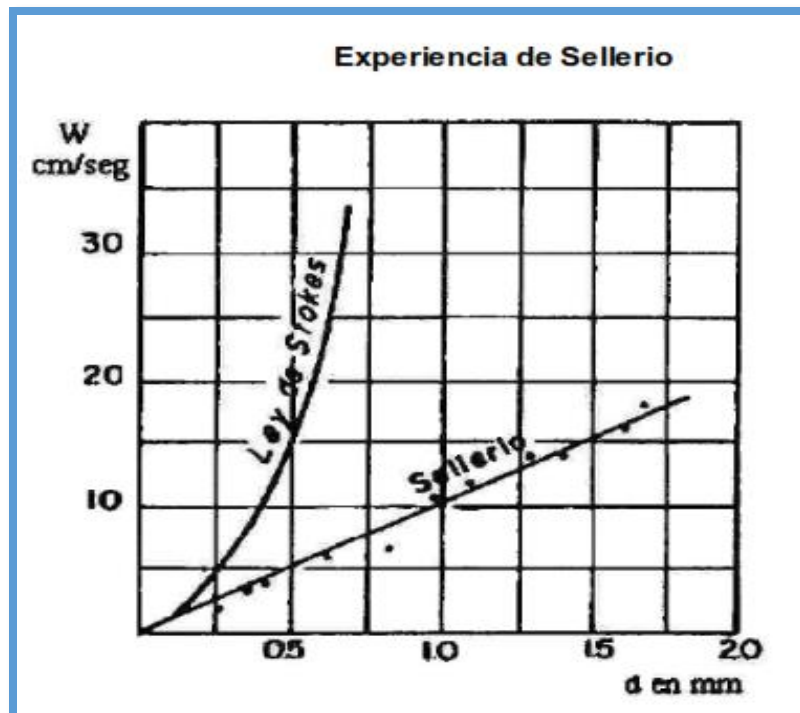
0.25	2.700
0.30	3.240
0.35	3.780
0.40	4.320
0.45	4.860
0.50	5.400
0.55	5.940
0.60	6.480
0.70	7.320
0.80	9.070
1.00	9.440
2.00	15.290
3.00	19.250
5.00	24.900

$$W = 2.160 \text{ cm/seg}$$

$$W = 0.0216 \text{ m/seg}$$

### Nomograma Stokes y Sellarlo

Permite calcular W (cm/seg) en función del diámetro



<b>Stokes</b>	4	cm/seg	0.04	m/seg
<b>Sellerio</b>	2.5	cm/seg	0.025	m/seg

### Owens

Propone la formula

$$W = k * [d * (\rho_s - 1)]^{0.5}$$

Donde:

$\rho_s = 1.65 \text{ gr/cm}^3$

$k =$  constante que varía de acuerdo con la forma y naturaleza de los granos, = 4.8  
se tomara un valor ubicado entre 9.35 y 1.28

$$W = 4.8 * [0.0002 * (1.65 - 1)]^{0.5} = 0.0547 \text{ m/seg}$$

### Scotti - Foglieni

Calculamos W a partir de la formula

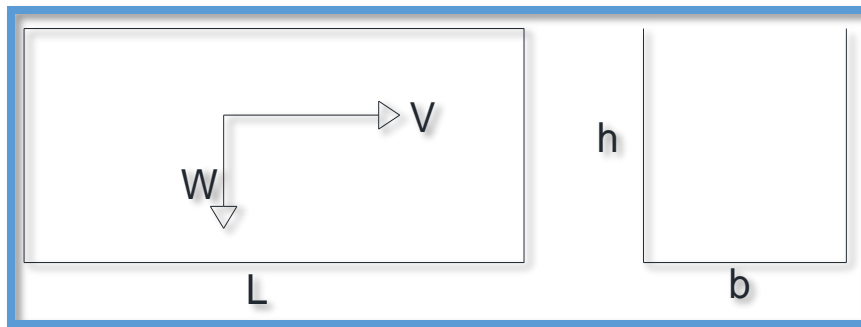
$$W = 3.8 * D^{0.5} + 8.3 * D$$

$$W = 3.8 * 0.0002^{0.5} + 8.3 * 0.0002 = 0.0554 \text{ m/seg}$$

<b>Velocidades de caída W (m/seg)</b>	
Arkhangelski	0.0216
Nomograma Stokes	0.0400
Nomograma Sellerio	0.0250
Owens	0.0547
Scotti - Foglieni	0.0554
<b>PROMEDIO</b>	<b>0.0393</b>



### Calculo de las dimensiones del tanque



### CALCULAMOS

#### Ancho del desarenador

$$Q = (b * h) * V$$

$$b = \frac{Q}{(h * V)}$$

$$b = \frac{0.058}{(0.5 * 0.2)} = 0.6 \text{ m}$$

#### Longitud del desarenador

$$L = \frac{(h * V)}{W}$$

$$L = \frac{(0.5 * 0.2)}{0.0393} = 2.50 \text{ m}$$

#### Tiempo de sedimentación

$$t = \frac{h}{w}$$

$$t = \frac{0.5}{0.0393} = 13 \text{ seg}$$

### **Volumen de agua conducido en ese tiempo**

$$V = Q * t$$

$$V = 0.058 * 13 = 0.737 \text{ m}^3$$

### **Verificamos la capacidad del tanque**

$$V = b * h * L$$

$$V = 0.6 * 0.5 * 2.5 = 0.75 \text{ m}^3$$

Verificamos que el Volumen del tanque es mayor al volumen del agua que trae dicho caudal

### **Calculo de la longitud de transición**

Para facilidad del lavado del desarenador se le dará una pendiente del 2%.

Esta inclinación comienza al finalizar la transición.

$$Lt = \frac{(T_1 - T_2)}{[2 * \tan 22.5]}$$

### **Donde:**

Lt = Longitud de transición

T1 = Espejo de agua del desarenador = 0.6

T2 = Espejo de agua en el canal = 0.3

$$Lt = \frac{(0.6 - 0.3)}{[2 * \tan 12.5]} = 0.7 \text{ m}$$

### **Calculo de la longitud del vertedero al final del tanque (Lv)**

Con un vertedero de salida de longitud de cresta igual al ancho de la unidad se tiene como altura de agua sobre el vertedero

$$H = \left[ \frac{Q}{1.84 * b} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$H = \left[ \frac{0.058}{1.84 * 0.6} \right]^{\frac{2}{3}} = 0.14 \text{ m}$$

**Calculo de la longitud total del tanque desarenador**

$$LT = Lt + L + L$$

**Donde:**

**LT =** Longitud total

**Lt =** Longitud de la transición de entrada

**L =** Longitud del tanque

**L =** Longitud promedio por efecto de la curvatura del vertedero

$$LT = 0.7 + 2.5 + 0.3 = 3.9 \text{ m}$$

**Cálculos complementarios**

**Calculo de la caída en el fondo**

$$\Delta z = L * S$$

**Donde:**

**$\Delta z$  =** Diferencia de cotas en el desarenador

**L =** LT-Lt

**S =** Pendiente del fondo del desarenador = 10%

$$\Delta z = (3.2 - 0.4) * 10\% = 0.320$$

**Calculo de la profundidad del desarenador frente a la compuerta de lavado**

$$H = h + \Delta z$$

$$H = 0.5 + 0.32 = 0.820 \text{ m}$$

### **Calculo de las dimensiones de la compuerta de lavado**

La compuerta funciona como un orificio siendo su ecuación

$$Q = Cd * Ao * (2 * g * h)^{0.5}$$

**Donde:**

<b>Q =</b>	Caudal a descargar por el orificio	0.058
<b>Cd =</b>	Coeficiente de descarga	0.6
<b>Ao =</b>	Área del orificio o compuerta	
<b>g =</b>	Aceleración de la gravedad	9.81
<b>h =</b>	Carga sobre el orificio	0.820

$$0.058 = 0.6 * Ao * (2 * 9.81 * 0.256)^{0.5}$$

$$Ao = 0.043 \quad m^2$$

$$Ao = L^2$$

$$L = 0.2 \quad m$$

### **Calculo de la velocidad de salida**

La velocidad de salida debe estar entre 1 a 5 m/s, para el concreto el limite erosivo es de 6 m/s

$$V = \frac{Q}{Ao}$$

$$V = \frac{0.058}{0.043} = 1.35 \quad m/seg$$

### **Calculo del canal directo**

Para el cálculo del canal directo nos apoyamos del software Hcanales (Ver figura 2)

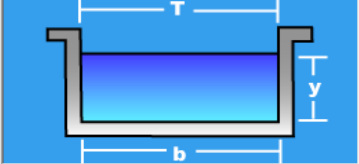
**Figura 2.** Resultados de cálculo Hcanales

Lugar:	<input type="text"/>	Proyecto:	<input type="text"/>
Tramo:	<input type="text"/>	Revestimiento:	<input type="text"/>

**Datos:**






Caudal (Q):	<input type="text" value="0.058"/>	m <sup>3</sup> /s
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.015"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.05"/>	m/m

**Resultados:**

Tirante (y):	<input type="text" value="0.1145"/>	m	Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.2289"/>	m
Perímetro (p):	<input type="text" value="0.4578"/>	m	Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.0262"/>	m <sup>2</sup>
Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.0572"/>	m	Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.2289"/>	m
Velocidad (v):	<input type="text" value="2.2138"/>	m/s	Número de Froude (F):	<input type="text" value="2.0892"/>	
Energía específica (E):	<input type="text" value="0.3642"/>	m-Kg/Kg	Tipo de flujo:	<input type="text" value="Supercrítico"/>	

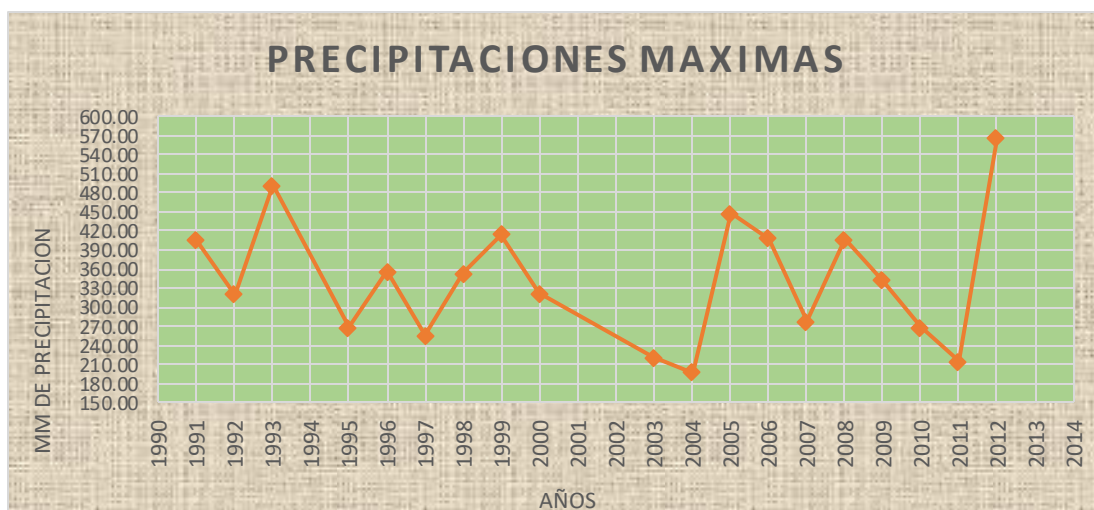
  

 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
--	--	--	--	---

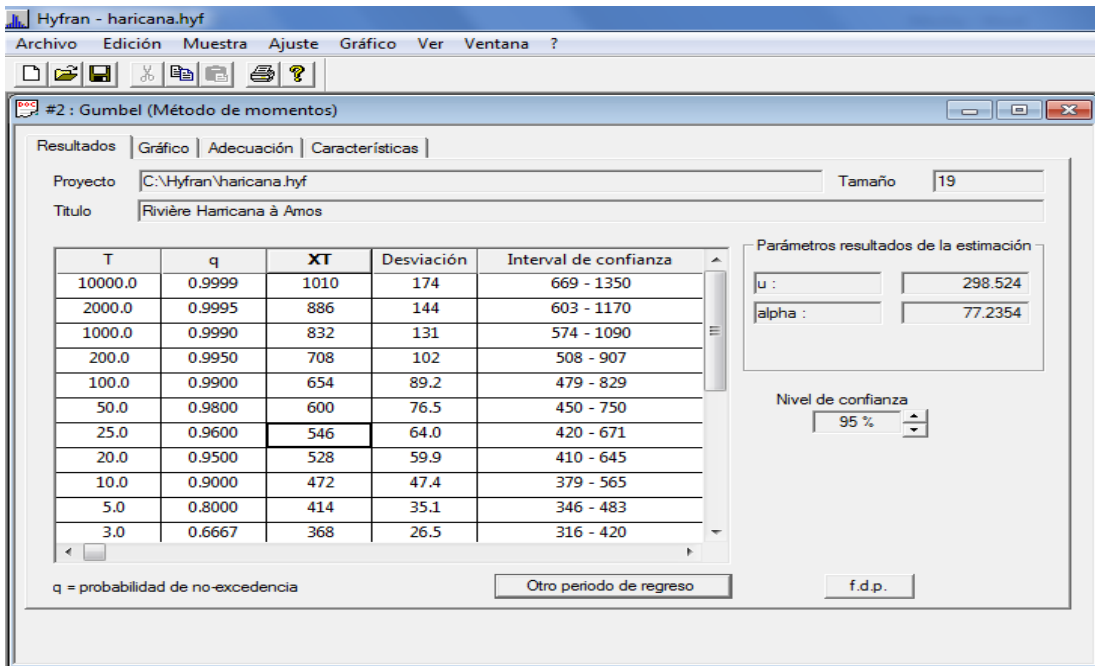
### Calculo del caudal máximo de crecida

Fue necesario recoger información de precipitaciones máximas anuales (ver imagen 3) para desarrollar el cálculo del caudal máximo de crecida, estas precipitaciones se las ingreso al software Hyfran para obtener la precipitación efectiva (ver imagen 4) y llevar a cabo la resolución por el método del Hidrograma Unitario Triangular.

**Figura 3.** Precipitaciones máximas registradas por la estación M0773 Piñas



**Figura 4. Precipitación máxima por Hyfran**



**Calculo del caudal máximo de crecida por el método Hidrograma Unitario Triangular.**

$$P = 546 \text{ mm}$$

$$N = 25$$

$$P_e = \frac{\left( P - \frac{508}{N} + 5.08 \right)^2}{P + \frac{2032}{N} - 20.32}$$

$$P_e = \frac{\left( 55 - \frac{508}{25} + 5.08 \right)^2}{55 + \frac{2032}{25} - 20.32} = 13.406$$

### CUENCA DE LA QUEBRADA SANTA ELENA

**Cota máxima** = 1328 m

**Cota mínima** = 760 m

**Longitud del cauce** = 5546.65 m

**Área** = 8.76 Km<sup>2</sup>

**Precipitación** = 13.406 mm

**Duración P neta** = 4 horas

<b><u>Pendiente</u></b>	=	0.1024	m/m
<b><u>Tiempo de concentración</u></b>	=	1.7007	horas
<b><u>Tiempo punta</u></b>	=	3.0204	horas
<b><u>Tiempo base</u></b>	=	8.0645	horas
<b><u>Caudal de la punta</u></b>	=	16.305	m3/seg

### **KIRPRICH**

$$T_c = \frac{0.000325 * (Lc)^{0.77}}{(Pc)^{0.385}}$$

$$Q_p = \frac{0,208 * P * A}{T_c}$$

**Qp=** Caudal pico

**P=** Precipitación efectiva en (mm)

**A=** Área de la cuenca en Km2

**Tc=** Tiempo de concentración de la cuenca en horas

**Tc=** 0.5968 horas

### **Calculamos el tiempo de retraso**

$$t_r = 0.005 * \left( \frac{L}{\sqrt{S * 100}} \right)^{0.64}$$

$$t_r = 0.005 * \left( \frac{5546.65}{\sqrt{0.1024 * 100}} \right)^{0.64} = 0.5914 \text{ horas}$$

Obtenemos el tiempo pico para cuencas grandes

$$t_p = \sqrt{T_c} + t_r$$

$$t_p = \sqrt{0.5968} + 0.5914 = 1.3639 \text{ horas}$$

Ahora calculamos el tiempo base

$$t_b = 2.67 * t_p$$

$$t_b = 2.67 * 1.3639 = 3.5461 \text{ horas}$$

Por ultimo obtenemos el caudal de crecida máximo

$$Q_p = \frac{0.208 * P * A}{T_c}$$

$$Q_p = \frac{0.208 * P * A}{T_c} = 1.91 \text{ m}^3/\text{seg} \quad 1912.84 \text{ lts}/\text{seg}$$

### Calculo del caudal mínimo en épocas de estiaje

Así mismo como en el cálculo del caudal máximo de crecida aquí también se necesitó información de caudales mínimos (ver figura 5) proporcionados por la Estación Hidrología H0591 que monitorea una parte de la cuenca del rio Puyango para obtener el caudal mínimo en épocas de estiaje mediante una relación de área de cuencas y caudales mínimos.

**Figura 5.** Caudales mínimos registrados por la estación H0591



Área de la cuenca del Rio Puyango

$$A = 120.91 \text{ km}^2 \quad Q_{\min} = 1.936 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Área de la cuenca de la Quebrada Santa Elena

$$A = 8.76 \quad Q_{\min} = 140.2 \text{ lts}/\text{seg}$$

**Calculo de la línea de conducción desde la captación hasta la planta de tratamiento**

#### **TRAMO CAPTACION - DESARENADOR**

Abscisa de inicio de tubería	0+000
Cota de inicio de tubería	875
Abscisa el desarenador	0+080
Cota del desarenador	863



Longitud del tramo	80
Desnivel	12
Q conducción	0.053

**Calculo del diámetro interno que voy a necesitar**

Asumo V min = 1.3

$$Q = A * V \quad A = \frac{0.053}{1.3} = 0.0409$$

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$D = \left[ \frac{4 * A}{\pi} \right]^{0.50} = 0.228 \text{ m}$$

Diámetro calculado	228	mm
Diámetro comercial	250	mm de PVC, 0.50 MPA, para desaguar (diámetro útil = 240.2 mm)
Diámetro útil	240.2	mm
C	140	

$$s = \left[ \frac{Q}{0.2788 * C * Du^{2.63}} \right]^{1/0.54} = 0.00512603$$

$$H_f = s * L = 0.410 \text{ m}$$

$$V = 0.355 * C * (Du)^{0.63} * (s)^{0.54} = 1.1733 \geq 0.6 \text{ OK}$$

Cota piezometrica en desarenador = 874.590 m

**La conducción desde captación se realiza con los siguientes datos hidráulicos**

Abscisas	0+000 a 0+080	
Longitud de tubería (LH)	80	
Tipo de tubería	PVC(E/C)	
Diámetro comercial	250	mm
Diámetro interno nominal	240.2	mm

Presión de trabajo	0.5	MPa
Perdida de carga unitaria	0.0051	
Perdida de carga total	0.41	m
Velocidad	1.17	m/seg
Caudal	0.053	m <sup>3</sup> /seg

### **TRAMO DESARENADOR - PLANTA DE TRATAMIENTO**

Abscisa de inicio de tubería	0 + 080
Cota de inicio de tubería	863
Abscisa planta de tratamiento	01 + 1345
Cota de la planta de tratamiento	790
Longitud del tramo	1265
Desnivel	73
Q conducción	0.0532

Asumo V min = 1.2

$$Q = A * V \quad A = \frac{0.053}{1.2} = 0.0443$$

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$D = \left[ \frac{4 * A}{\pi} \right]^{0.50} = 0.23750276 \text{ m}$$

Diámetro calculado	238	mm
Diámetro comercial	250	mm de PVC, 0.50 MPA, para desaguar (diámetro útil = 240.2 mm)
Diámetro útil	240.2	mm
C	140	

$$s = \left[ \frac{Q}{0.2788 * C * Du^{2.63}} \right]^{1/0.54} = 0.00512603$$

$$H_f = s * L = 6.484 \text{ m}$$

$$V = 0.355 * C * (Du)^{0.63} * (s)^{0.54} = 1.1733 \geq 0.6 \text{ OK}$$

$$\text{Cota piezometrica en la planta de tratamiento} = 856.516 \text{ m}$$

**La conducción desde captación se realiza con los siguientes datos hidráulicos**

Abcisas	00+080 a 01+345	
Longitud de tubería (LH)	1265	
Tipo de tubería	PVC(E/C)	
Diámetro comercial	250	mm
Diámetro interno nominal	240.2	mm
Presión de trabajo	0.5	MPa
Perdida de carga unitaria	0.0051	
Perdida de carga total	6.48	m
Velocidad	1.17	m/seg
Caudal	0.053	m3/seg

## **Anexo H. Especificaciones Técnicas Generales**

### **Muros de ala y retención**

- Serán construidos de Hormigón Ciclópeo con un porcentaje de piedra del 40% y 60% hormigón por cada metro cubico.
- Para su construcción se hará uso de encofrado metálico.
- El hormigón tendrá una resistencia a la compresión de 210 Kg/cm<sup>2</sup>, con una dosificación de 1 : 2 : 4.
- Para enlucido y filos se utiliza un mortero con una relación 1 : 3.
- La piedra a utilizarse será de canto rodado con un diámetro máximo de 30 cm obtenida de la cantera Puente de Palos.
- La grava y arena deberán ser lavadas antes de ser utilizadas, obtenidas de la cantera Puente de Palos.

### **Rejilla**

- Sera construida de pletina de 1" x ½" con soldadura AGA 60 - 11.
- Su esfuerzo a la fluencia es de 1400 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Longitud 6 m.
- Peso en Kg por pieza de 3.79.

### **Losas de delantal y galería**

- Serán construidas de hormigón armado.
- Barras de un diámetro de 12 mm con un peso por metro lineal de 0.888 Kg, un peso específico de 7850 Kg/m<sup>3</sup>.
- El hormigón tendrá una resistencia a la compresión de 210 Kg/cm<sup>2</sup>, con una dosificación de 1 : 2 : 4.
- Para enlucido y filos se utiliza un mortero con una relación 1: 3.
- La grava y arena deberán ser lavadas antes de ser utilizadas, obtenidas de la cantera Puente de Palos.

### **Muros (paredes) de la galería, cajón distribuidor y desarenador.**

- Serán construidas de hormigón armado.
- Barras de un diámetro de 12 mm con un peso por metro lineal de 0.888 Kg, un peso específico de 7850 Kg/m<sup>3</sup>.
- El hormigón tendrá una resistencia a la compresión de 210 Kg/cm<sup>2</sup>, con una dosificación de 1 : 2 : 4.

- La grava y arena deberán ser lavadas antes de ser utilizadas, obtenidas de la cantera Puente de Palos.
- Para su construcción se hará uso de encofrado metálico.
- Para enlucido y filos se utiliza un mortero con una relación 1 : 3.

#### **Línea de conducción.**

- Se utilizará una tubería y accesorios de PVC y PE BD plastigama de un diámetro de 250 mm.
- El diámetro interno es de 240.2 mm.
- Espesor de 4.9 mm.
- Presión de trabajo 0.50 MPa.

**Anexo I. Presupuesto.**

<b>PRESUPUESTO</b>							
<b>No.</b>	<b>Actividad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>PU</b>	<b>Total</b>	<b>Porcent</b>	
<b>MUROS DE ALA Y RETENCION</b>							
1	Bodega	m2	18	54.23	976.19	0.46%	
2	Limpieza y Desbroce	m2	36	2.68	96.62	0.05%	
3	Trazo y nivelacion	Unidad	3	105.27	315.81	0.15%	
4	Excavacion	m3	3.075	107.35	330.11	0.16%	
5	Encofrado	m3	5.79	109.50	633.99	0.30%	
6	Colado Hormigon Ciclopeo	m3	5.79	260.27	1506.99	0.71%	
					<b>TOTAL</b>	3859.70	1.82%
<b>GALERIA</b>							
7	Rejilla	Unidad	1	89.44	89.44	0.04%	
8	Trazo y nivelacion	m2	5	105.27	526.34	0.25%	
9	Excavacion	m3	2.8	107.35	300.59	0.14%	
10	Losa inferior de la galeria	m3	0.223	371.00	82.73	0.04%	
11	Losa delantal	m3	0.36	363.80	130.97	0.06%	
12	Paredes	m3	0.808	700.63	566.11	0.27%	
13	Tapa de cajon distribuidor	m3	0.144	343.84	49.51	0.02%	
14	Compuertas de paso	Unidad	2	81.47	162.94	0.08%	
15	Enlucido (mortero 1:3)	m2	29.24	66.58	1946.74	0.92%	
16	Relleno Compactado	m3	1.3	85.88	111.65	0.05%	
					<b>TOTAL</b>	3967.02	1.87%
<b>TUBERIA CAPTACION - DESARENADOR</b>							
17	Trazo	m	0.08	72.37	5.79	0.00%	
18	Limpieza y Desbroce	m2	24	21.47	515.29	0.24%	
19	Excavacion	m3	7.2	85.88	618.35	0.29%	
20	Instalacion de tuberia	m	80	131.33	10506.05	4.96%	
21	Relleno Compactado	m3	3	64.41	193.23	0.09%	
					<b>TOTAL</b>	11838.71	5.59%
<b>DESARENADOR</b>							
22	Limpieza y Desbroce	m2	4	21.47	85.88	0.04%	
23	Trazo y nivelacion	m2	2.9	105.27	305.28	0.14%	
24	Excavacion	m3	0.5	107.35	53.68	0.03%	
25	Relleno Compactado	m3	0.2	85.88	17.18	0.01%	
26	Losa inferior	m3	0.435	335.05	145.75	0.07%	
27	Paredes	m3	0.97	260.53	252.71	0.12%	
28	Enlucido de paredes (mortero 1:3)	m2	14.86	66.58	989.35	0.47%	
29	Filos de paredes (mortero 1:3)	m	12.59	23.64	297.59	0.14%	
30	Compuertas de paso	Unidad	4	81.47	325.88	0.15%	
					<b>TOTAL</b>	2473.30	1.17%
<b>TUBERIA DESARENADOR - PLANTA DE TRATAMIENTO</b>							
31	Trazo	m2	1.265	78.37	99.14	0.05%	
32	Limpieza y Desbroce	m2	379.5	64.41	24444.05	11.54%	
33	Excavacion	m3	189.75	85.88	16296.03	7.69%	
34	Instalacion de tuberia	m	1265	116.40	147242.96	69.50%	
35	Relleno Compactado	m3	75.9	21.47	1629.60	0.77%	
					<b>TOTAL</b>	189711.79	89.55%
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>						211850.51	100.00%

**Anexo J.** Planos de captación y sus partes.

Lamina 1: Captación de fondo y detalles de rejilla.

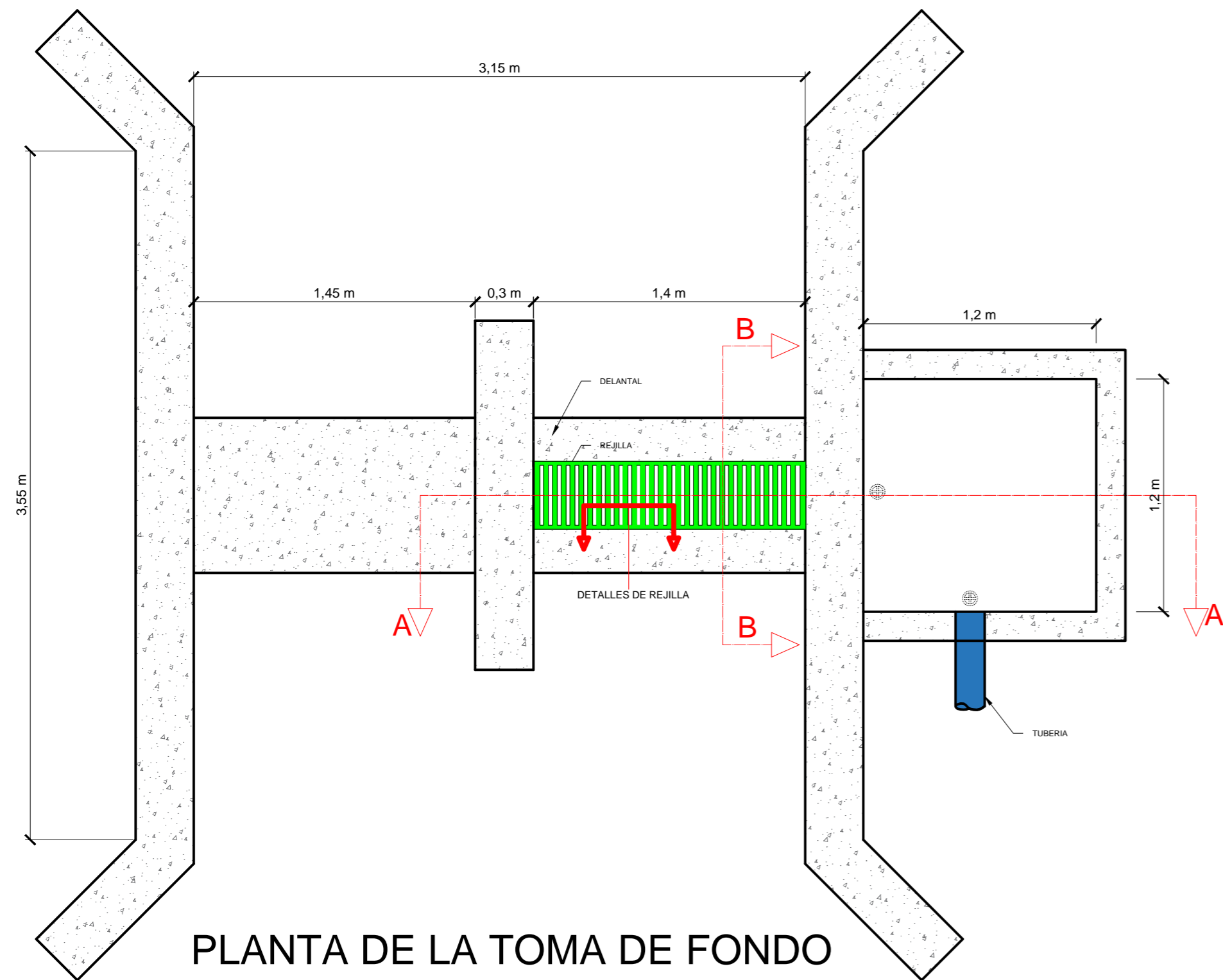
**Anexo K.** Planos del desarenador.

Lamina 2: Desarenador y cortes longitudinal y transversal.

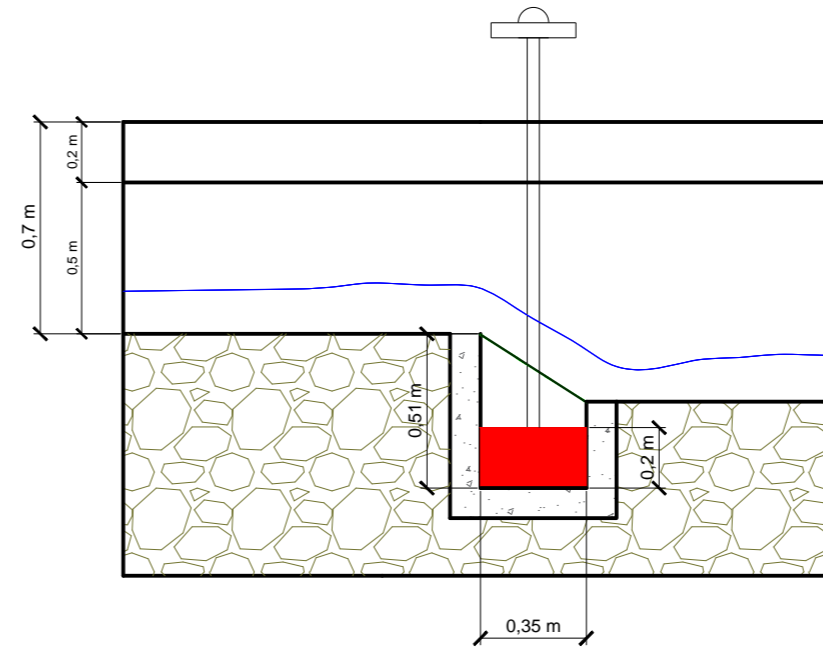
**Anexo L.** Perfil de la línea de conducción.

Lamina 3: Perfil de la línea de conducción.

# TOMA DE FONDO QUEBRADA SANTA ELENA - BALSAS

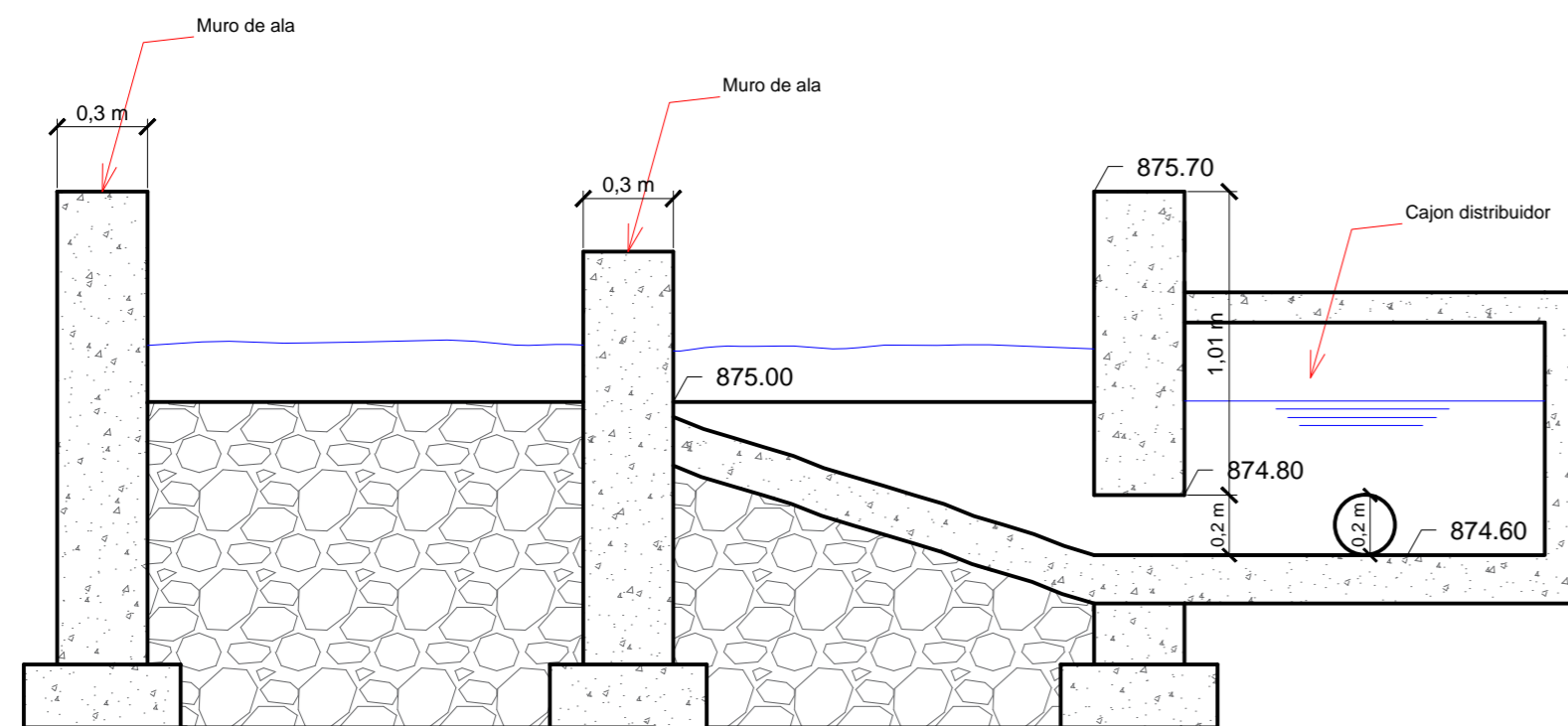
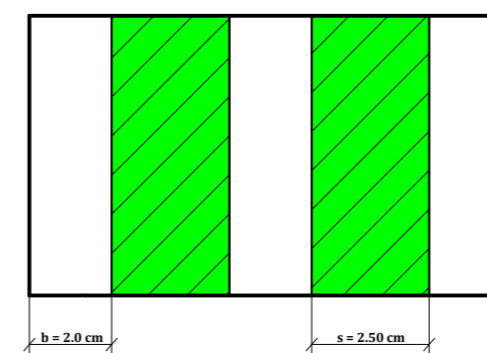
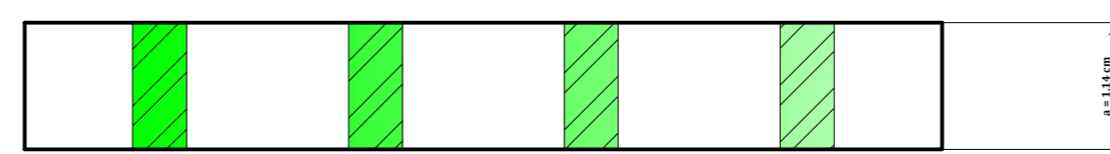


PLANTA DE LA TOMA DE FONDO



CORTE B - B

## DETALLE DE REJILLA



CORTE A - A

## DATOS DEL PROYECTO

Caudal De Diseño = 0.058 m<sup>3</sup>/s  
 Caudal De Crecida = 1.91 m<sup>3</sup>/s  
 Peso específico de material considerado = 2.5 Ton/m<sup>3</sup>  
 Diámetro representativo = 0.60 m  
 Peso específico del agua = 1 Ton/m<sup>3</sup>  
 Fy = 1400 kg/cm<sup>2</sup>  
 s = 2,5 cm



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA  
 UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL  
 DISEÑO HIDRAULICO

### PROYECTO:

DISEÑO HIDRAULICO DE UNA CAPTACION SUPERFICIAL  
 CON UNA TOMA DE FONDO PARA ABASTECER DE AGUA  
 POTABLE AL CANTON BALSAS

### UBICACION DEL PROYECTO:

C:\Users\Alvaro\Desktop\BALSAS.PNG

### ELABORADO POR:

Alvaro ALejandro Mocha Aguilar

### EXAMEN COMPLEXIVO

Reactivo Teorico

### ESCALA:

1:25

### LAMINA:

1/3

### FECHA:

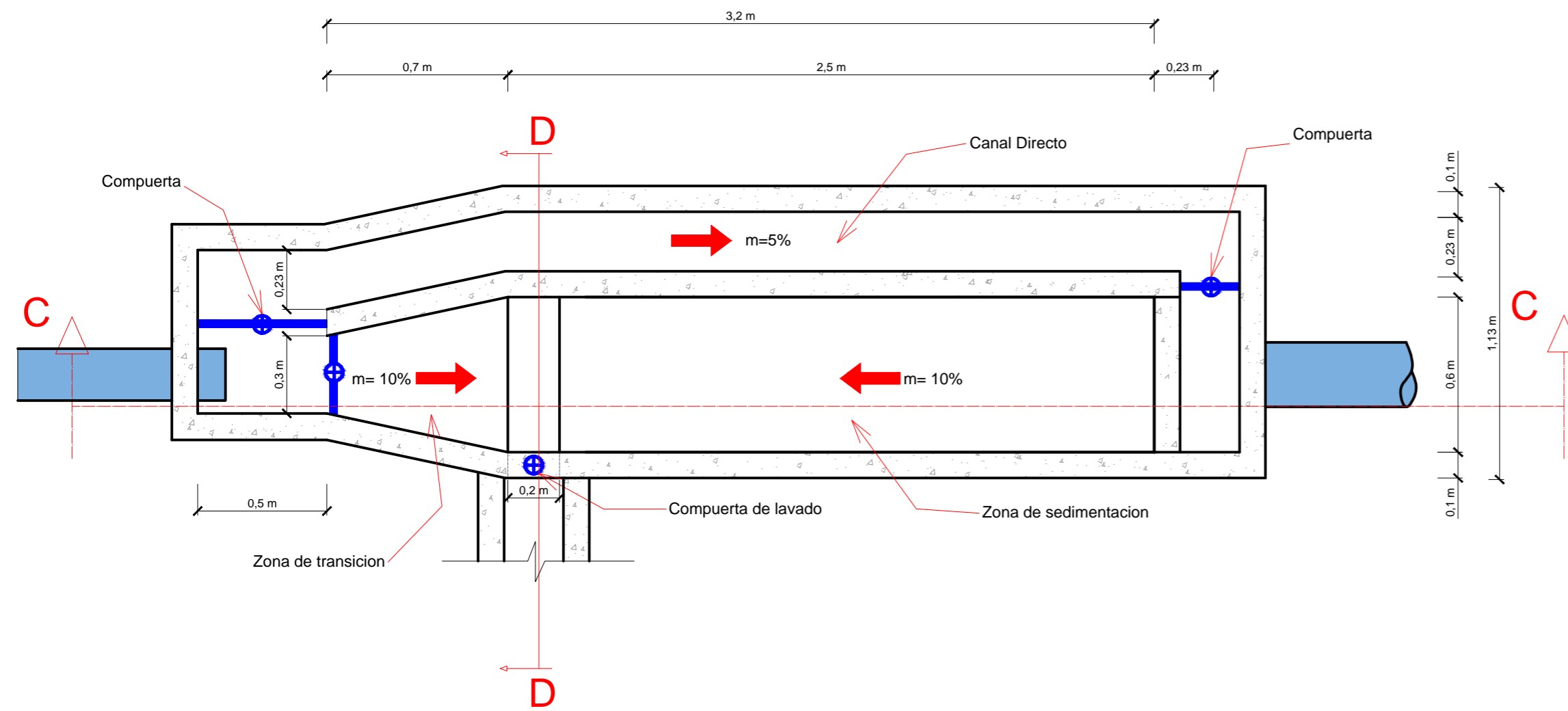
Julio del 2015

### CONTIENE:

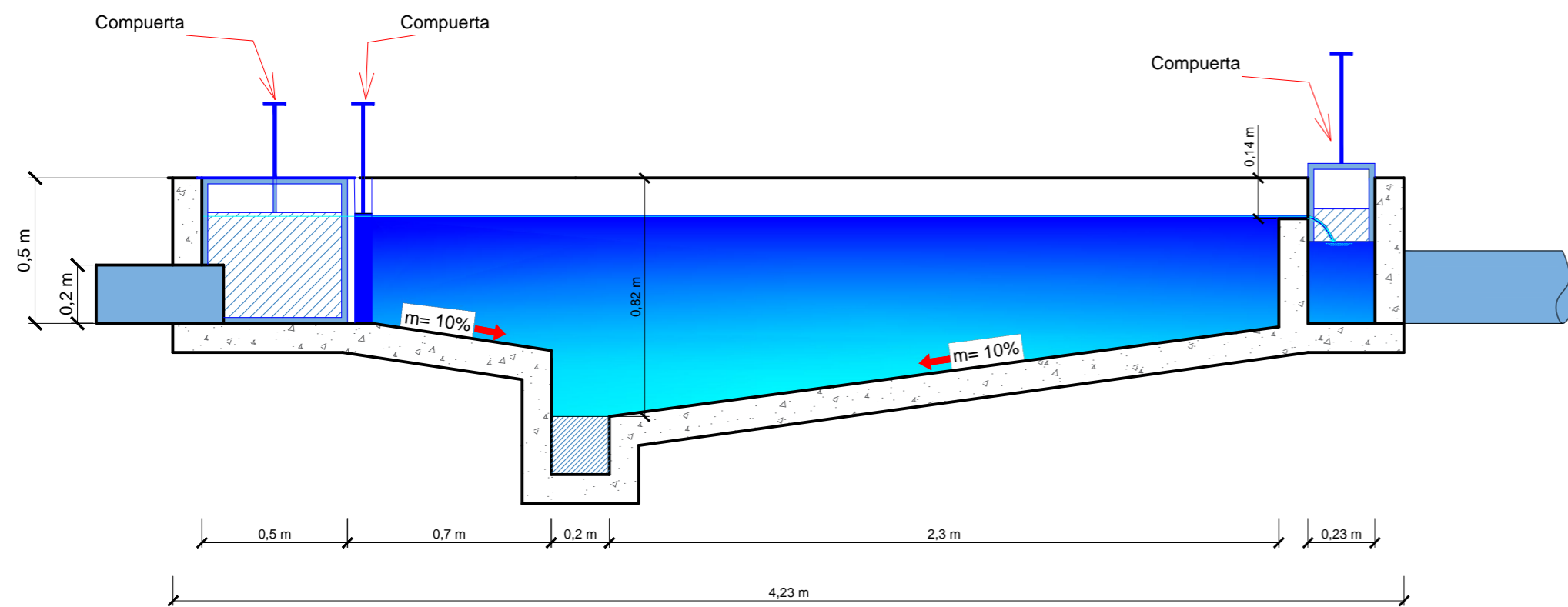
CAPTACION DE FONDO Y  
 DETALLES DE REJILLA



# DESARENADOR QUEBRADA SANTA ELENA



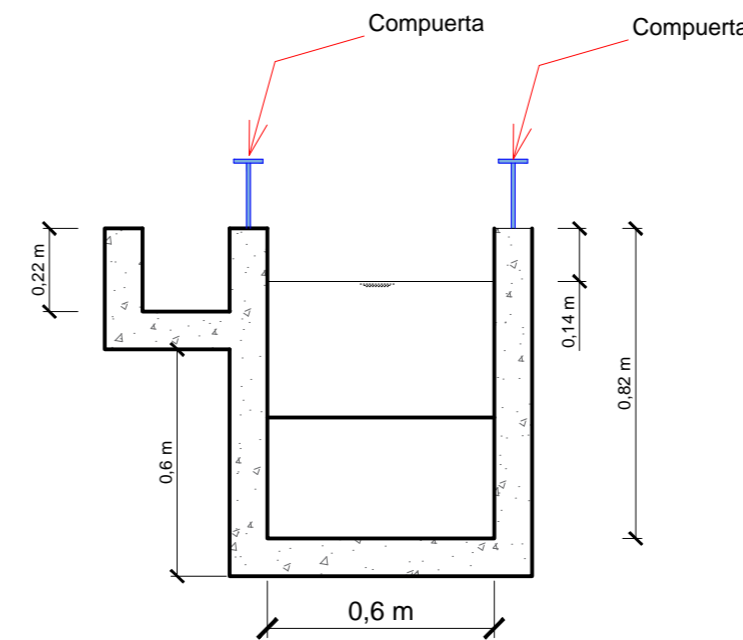
PLANTA DEL DESARENADOR



CORTE LONGITUDINAL C - C

## DATOS DEL PROYECTO

Caudal De Diseño = 0.058 m<sup>3</sup>/s  
 Caudal De Crecida = 1.91 m<sup>3</sup>/s  
 Peso especifico de material considerado = 2.5 Ton/m<sup>3</sup>  
 Diámetro representativo = 0.60 m  
 Peso especifico del agua = 1 Ton/m<sup>3</sup>  
 $F_y = 1400 \text{ kg/cm}^2$   
 $s = 2,5 \text{ cm}$



CORTE TRANSVERSAL D - D

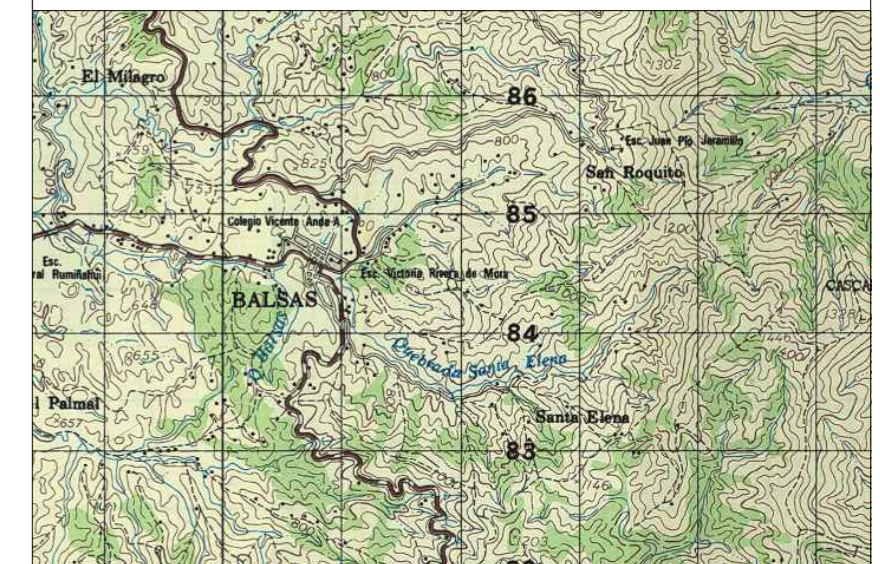


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA  
 UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL  
 DISEÑO HIDRAULICO

### PROYECTO:

DISEÑO HIDRAULICO DE UNA CAPTACION SUPERFICIAL  
 CON UNA TOMA DE FONDO PARA ABASTECER DE AGUA  
 POTABLE AL CANTON BALSAS

### UBICACION DEL PROYECTO:



### ELABORADO POR:

Alvaro ALejandro Mocha Aguilar

### EXAMEN COMPLEXIVO

Reactivo Teorico

ESCALA:

1:20

LAMINA:

2/3

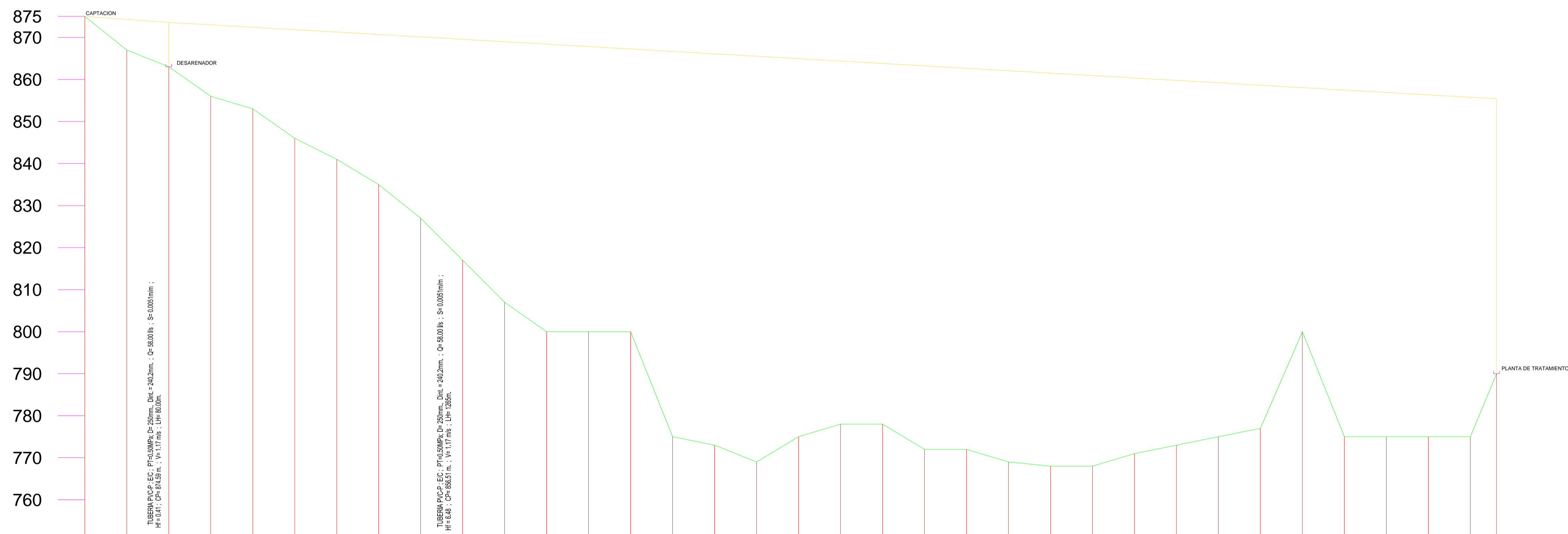
FECHA:

Julio del 2015

CONTIENE:

DESARENADOR Y CORTES  
 LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL

# PERFIL DE LA LINEA DE CONDUCCION



DATOS HIDRAULICOS		PROYECTO	TERRENO	PARCIAL	AGUMLADA
COTA	PROYECTO				
ABSCISA	PROYECTO				
ABSCISA	TERRENO				
ABSCISA	PARCIAL				
ABSCISA	AGUMLADA				

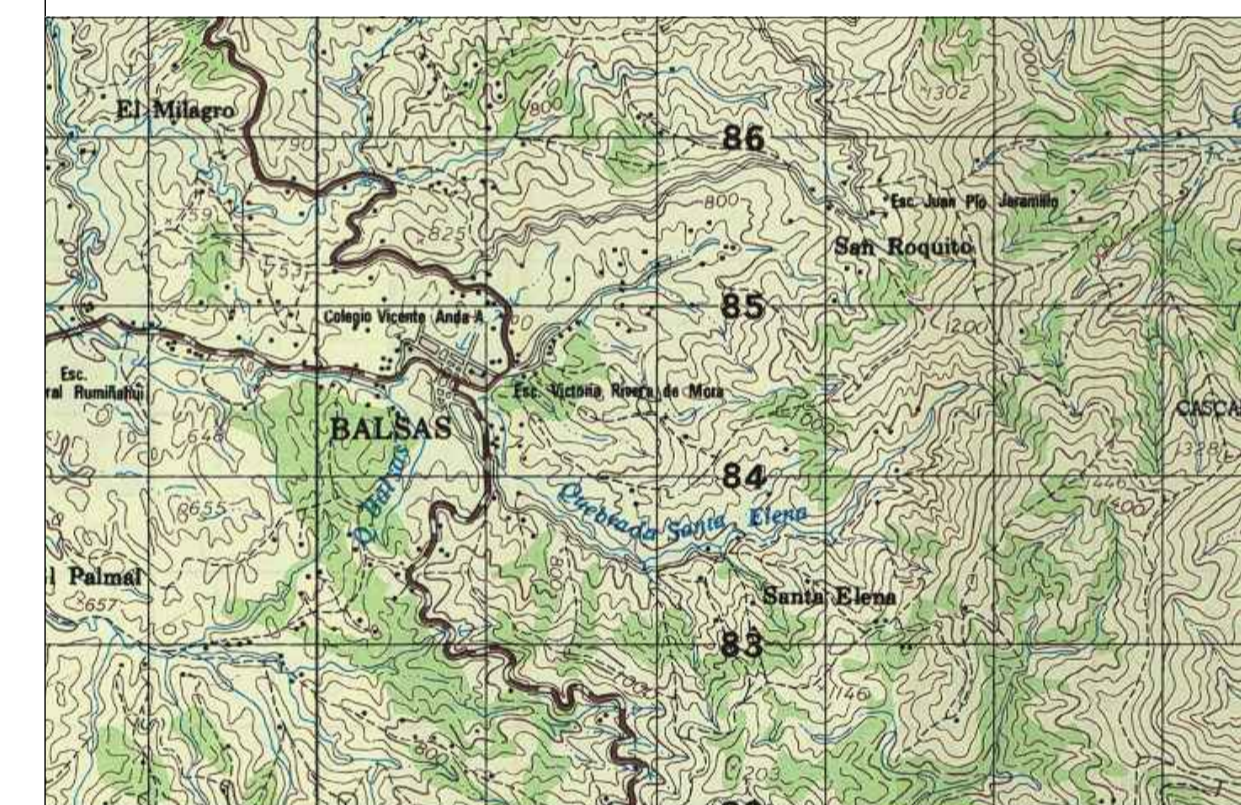


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA  
 UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL  
 DISEÑO HIDRAULICO

PROYECTO:

DISEÑO HIDRAULICO DE UNA CAPTACION SUPERFICIAL  
 CON UNA TOMA DE FONDO PARA ABASTECER DE AGUA  
 POTABLE AL CANTON BALSAS

UBICACION DEL PROYECTO:



ELABORADO POR:

Alvaro ALejandro Mocha Aguilar

EXAMEN COMPLEXIVO

Reactivo Teorico

ESCALA:

1:2500

LAMINA:

3/3

FECHA:

Julio del 2015

CONTIENE:

PERFIL DE LA  
 LINEA DE CONDUCCION