



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“DISEÑO DE UNA TOMA DE FONDO Y LÍNEA DE CONDUCCIÓN PARA
DOTACIÓN DE AGUA POTABLE A LA CIUDAD DE PACCHA”

HERRERA BALCÁZAR ARIANA MADELEY

MACHALA
2016



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“DISEÑO DE UNA TOMA DE FONDO Y LÍNEA DE
CONDUCCIÓN PARA DOTACIÓN DE AGUA POTABLE A LA
CIUDAD DE PACCHA”

HERRERA BALCÁZAR ARIANA MADELEY

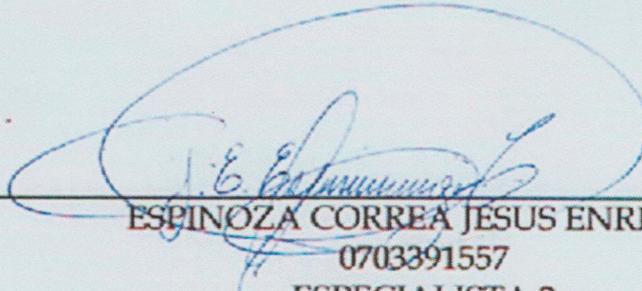
MACHALA
2016

Nota de aceptación:

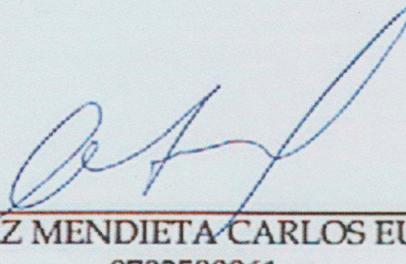
Quienes suscriben VERA DOMINGUEZ FRANCISCO JAVIER, ESPINOZA CORREA JESUS ENRIQUE y SANCHEZ MENDIETA CARLOS EUGENIO, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado "DISEÑO DE UNA TOMA DE FONDO Y LÍNEA DE CONDUCCIÓN PARA DOTACIÓN DE AGUA POTABLE A LA CIUDAD DE PACCHA", hacemos 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

Machala, 22 de septiembre de 2016

Urkund Analysis Result

Analysed Document: HERRERA BALCÁZAR ARIANA MADELEY.pdf (D21113625)
Submitted: 2016-07-18 17:09:00
Submitted By: ari_made@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, HERRERA BALCÁZAR ARIANA MADELEY, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado "DISEÑO DE UNA TOMA DE FONDO Y LÍNEA DE CONDUCCIÓN PARA DOTACIÓN DE AGUA POTABLE A LA CIUDAD DE PACCHA", 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.

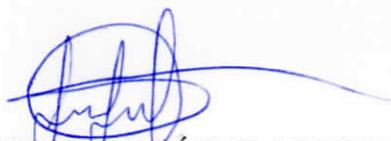
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

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, 21 de septiembre de 2016



HERRERA BALCÁZAR ARIANA MADELEY
0706754033

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico con mucho amor a mis padres Jorge Eduardo Herrera Granda y a mi madre Rosa Etelvina Balcázar Lalangui, quienes fueron el eje fundamental para culminar mi carrera que gracias a todo su apoyo y esfuerzo se ve reflejado en este trabajo.

A mis hermanos por siempre han estado ahí para escucharme en los momentos más difíciles, y que siempre me han estado alentándome para que pueda cumplir con el objetivo que me trace desde un inicio.

Ariana Herrera Balcázar.

AGRADECIMIENTO

Al culminar este trabajo quiero agradecer primeramente a Dios que estuvo espiritualmente en cada momento de sacrificio y esfuerzo.

Agradezco a la universidad Técnica de Machala, la cual me abrió las puertas para cumplir este sueño tan deseado, a la unidad académica de ingeniería civil, a todo el personal docente, los cuales me guiaron con sus enseñanzas y conocimientos para ser un profesional de bien.

A mis padres por su constante amor inexplicable para mi superación personal, porque siempre me han apoyado incondicionalmente.

Ariana Herrera Balcázar.

RESUMEN

El siguiente trabajo consiste en el diseño de una toma de fondo para la captación de agua potable y la línea de conducción hasta la planta de tratamiento, que abastecerá de agua potable a la ciudad de Paccha en la provincia de El Oro. El caudal de diseño que servirá, para el sistema de infraestructura hidráulica fue proyectada para un periodo de 25 años, donde la población actual es 1754 habitantes y en la vida útil del sistema se tendrá una población futura de 2509 habitantes. Para esto se ha determinado la fuente superficial más indicada, donde se han calculado los caudales máximos, medios y mínimos, por diferentes estudios hidrológicos para así poder garantizar el abastecimiento, y un caudal de crecida máxima que se lo diseño para un periodo de retorno de 25 años ya que este nos dará protección de la toma durante su vida útil con la que fue diseñada.

Tomando en cuenta todas las condiciones hidrológicas descritas anteriormente, con los conocimientos adquiridos en clases durante los años de estudio, se diseñó la toma de fondo con sus respectivos elementos, el desarenador y la línea de conducción, de acuerdo a las consideraciones de diseño que se deben de tomar en cuenta en cada uno de sus elementos. El diseño de la línea de conducción para el abastecimiento de agua potable, debe funcionar a gravedad desde la captación hasta la planta de tratamiento a fin de que el costo de la instalación sea mínimo.

Palabras claves: captación, línea de conducción, abastecimiento, desarenador, vida útil.

ABSTRACT

The following work consists in the design of an electrical fund for the abstraction of drinking water and the driving line until the treatment plant, which will supply potable water to the city of Paccha in El Oro province. The design flow that will serve, for the system of hydraulic infrastructure was planned for a period of 25 years, where the current population is 1754 inhabitants and in the life of the system will be a future population of 2509 inhabitants. For this has determined the source more superficial indicated, where have been calculated peak flows, media and minimum, by different hydrological studies and to ensure the supply, and a flow of maximum flood it is design for a period of return of 25 years since this will give us protection of the taken during its useful life with which it was designed.

Taking into account all the hydrological conditions described above, with the knowledge acquired in classes during the years of study, was designed taking background with their respective elements, the Sand remover and the driving line, according to design considerations that must be taken into account in each of its elements. The design of the driving line for the supply of drinking water, must operate to gravity from acquisition to the treatment plant so that the cost of the installation is minimal.

Key words: collection, driving line, supply, Sand remover, useful life.

CONTENIDO

	pág.
PRELIMINARES	
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
CONTENIDO	X
INTRODUCCIÓN.....	1
1. DESARROLLO.....	2
1.1. Descripción del proyecto	2
1.2. Periodo de diseño	2
1.3. Cálculo de la población de diseño	2
1.4. Cálculo del caudal de diseño	3
1.4.1. Dotación	3
1.4.2. Variaciones de consumo.....	3
1.4.3. Caudal de diseño o captación.....	4
1.5. Cálculo de los caudales de la fuente que garanticen su abastecimiento y su protección.....	4
1.5.1. Periodo de retorno.....	4
1.5.2. Caudal de crecida máxima.....	4
1.5.3. Caudal medio	5
1.5.4. Caudal mínimo	6
1.6. Diseño de la toma de fondo.....	6
1.6.1. Diseño de la rejilla de entrada	7
1.6.1.1. Dimensionamiento de las platinas.	7
1.6.1.2. Cálculo de la rejilla en función de la obstrucción.....	7
1.6.2. Cálculo de los muros de ala.....	7
1.6.3. Cálculo de la galería.....	8
1.6.4. Cálculo del orificio de paso	8
1.6.5. Cálculo del cajón distribuidor o desripiador.....	8
1.6.6. Cálculo de la tubería de paso desde el cajón desripiador al desarenador....	8
1.6.7. Cálculo del desarenador	8
1.6.8. Cálculo del vertedero de paso	8
1.6.9. Cálculo de la compuerta de lavado	9

1.6.10. Cálculo del canal directo.....	9
1.7. Cálculo de la línea de conducción.....	9
2. CONCLUSIONES.....	11
BIBLIOGRAFIA.....	12
ANEXOS.....	13

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Vida útil sugerida para los elementos de sistema de agua potable.....	2
Figura 2. Dotaciones recomendadas	3
Figura 3. Caudales de diseño para los elementos de un sistema de agua potable.	4

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Resumen de cálculo de la rejilla	7
Cuadro 2. Resumen del cálculo del orificio de paso	8
Cuadro 3. Resumen del cálculo del vertedero de paso.....	9
Cuadro 4. Población de la ciudad de Paccha	13
Cuadro 5. Condiciones antecedentes de humedad para cada clase de suelo.....	13
Cuadro 6. Número de curva de escorrentía para usos selectos de tierra.....	14

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo E. Dimensionamiento de las platinas.....	15
E1. Cálculo del dimensionamiento de las platinas.....	15
Anexo F. Diseño de la rejilla.....	17
F1. Cálculo de la rejilla en función de la obstrucción.....	17
Anexo G. Muros de Ala.....	19
G1. Cálculo de los muros de ala.....	19
Anexo H. Diseño de la galería.....	20
H1. Cálculo de la galería.....	20
Anexo I. Diseño del orificio de paso.....	22
I1. Cálculo del orificio de paso.....	22
Anexo J. Diseño de la tubería de paso.....	23
J1. Cálculo de la tubería de paso desde el cajón desripador al desarenador.....	23
Anexo K. Diseño del Desarenador.....	25
K1. Cálculo del desarenador.....	25
Anexo L. Diseño del vertedero de paso.....	28
L1. Cálculo del vertedero de paso.....	28
Anexo M. Diseño de la compuerta de lavado.....	29
M1. Cálculo de la compuerta de lavado.....	29
Anexo N. Diseño del canal directo.....	30
N1. Cálculo del canal directo.....	30
Anexo Ñ. Línea de conducción.....	31
Ñ1. Cálculo de la línea de conducción.....	31
Anexo O. Presupuesto.....	33

INTRODUCCIÓN

El ingeniero civil, se encuentra enmarcado a las problemáticas que se presentan en la comunidad; al fin de dar soluciones técnicas con el fin de planear, diseñar y construir proyectos que cuenten con las condiciones óptimas para satisfacer las necesidades de la sociedad, contribuyendo al mejoramiento de calidad de vida y evitando que no afecte negativamente el desarrollo de los recursos naturales.

La obra de toma es la estructura hidráulica de mayor importancia de un sistema de aducción que alimentara un sistema de generación de agua potable. Todo sistema de abastecimiento de agua se diseña de modo de atender las necesidades de una población durante un periodo determinado, donde para ello se seleccionó la fuente de agua superficial más indicada, tomando en cuenta que esta no esté contaminada ya sea por químicos, aguas servidas, desechos sólidos, etc.

En el siguiente trabajo, abarcaremos sobre el diseño de una toma de fondo y línea de conducción para la dotación de agua potable a la ciudad de Paccha, que tiene como objetivo encontrar el caudal de diseño para el abastecimiento y los caudales que garanticen el abastecimiento y la protección de la obra, donde para poder empezar con el diseño de la toma, fue necesario encontrar información primordial de fuentes como el INEC, INAMHI, y la utilización de un software debido a la falta de información de antecedentes hidráulicos de la fuente de agua superficial de la que fue seleccionada.

El estudio hidráulico de una toma fondo, se lo hace con el fin de encontrar todos los elementos que la conforman con sus respectivas dimensiones y así permitir el respectivo funcionamiento, durante su vida útil, con la finalidad de proteger a la misma y de sus alrededores, y que de esta manera pueda funcionar con el abastecimiento continuo de agua desde la captación hasta la población. Así como también controlar caudales de agua que tengan como finalidad de aprovechamiento o de defensa, entonces podemos decir que las captaciones tipo caucasiona o tirolesa “se justifica para incrementar la disponibilidad de un recurso tan importante y escaso como el agua y reducir los efectos destructivos que llevan asociados los flujos torrenciales [1]”.

1. DESARROLLO

1.1. Descripción del proyecto

Se requiere abastecer de agua potable a la ciudad de Paccha, mediante una toma de fondo para lo cual hemos adoptado la fuente de agua superficial más adecuada para la captación.

La fuente de agua superficial para el diseño de la captación, será la del río Palto donde la cota de implantación del proyecto es 1800 m.s.n.m y la planta de tratamiento estará ubicado a 4km, en la cota 1670,56 m.s.n.m.

1.2. Periodo de diseño

Se conoce como periodo de diseño, al tiempo de vida útil necesario que una obra funcionaria satisfactoriamente sin necesidad de ampliaciones.

Para considerar la vida útil de obras captación, se tomara en cuenta de las tablas establecidas por SENAGUA (NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A MIL HABITANTES).

Figura 1. Vida útil sugerida para los elementos de sistema de agua potable.

COMPONENTE	VIDA UTIL (AÑOS)
Diques grandes y túneles	50 a 100
Obras de captación	25 a 50
Pozos	10 a 25
Conducciones de hierro dúctil	40 a 50
Conducciones de asbesto cemento o PVC	20 a 30
Planta de tratamiento	30 a 40
Tanques de almacenamiento	30 a 40

Para el diseño de nuestra captación hemos escogido una vida útil de 25 años.

1.3. Cálculo de la población de diseño

El cálculo de la población de diseño de la ciudad de Paccha, se lo realizó de acuerdo a los tres métodos que existen para el cálculo de la población futura, donde para esto utilizamos los censos de población (INEC), de los años 2001 y 2010 que se muestran en el cuadro 4.

Para el cálculo de la población futura de acuerdo al periodo de diseño, se hizo un promedio entre los tres métodos (aritmético, geométrico y exponencial) donde se obtuvo una población futura de 2509 habitantes. **Ver Anexo A.**

1.4. Cálculo del caudal de diseño

1.4.1. *Dotación.* La dotación es la cantidad de agua que se necesita para cada habitante, incluyendo el consumo de todos los servicios que se realiza en un día. Esta dotación se expresa en (l/hab/día).”El consumo de agua, se la puede determinar por las diferentes razones que se incluyen en los siguientes factores: factor climático, factor social, factor económico y factor cultural [2].”

De las dotaciones recomendadas por SENAGUA, hemos escogido la nuestra de acuerdo a la cantidad de habitantes y al tipo de clima, la cual hemos adoptado la de 160 l/hab/día, porque la cantidad de habitantes de nuestro proyecto es menor a 5000 habitantes.

Figura 2. Dotaciones recomendadas

POBLACIÓN (habitantes)	CLIMA	DOTACIÓN MEDIA FUTURA (l/hab/día)
Hasta 5000	Frío	120 – 150
	Templado	130 – 160
	Cálido	170 – 200
5000 a 50000	Frío	180 – 200
	Templado	190 – 220
	Cálido	200 – 230
Más de 50000	Frío	> 200
	Templado	> 220
	Cálido	> 230

1.4.2. *Variaciones de consumo.* Ya que hemos obtenido la dotación, podemos calcular el consumo medio anual diario en (m³/seg) con la siguiente fórmula:

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

Donde:

N=número de habitantes.

q= dotación obtenida en la tabla

$$Q_{med} = (160 * 2509) / (1000 * 86400) = 0.0052 \text{ m}^3/\text{seg} = 5.2 \text{ lt}/\text{seg}$$

El requerimiento máximo correspondiente al mayor consumo diario, lo obtenemos de la siguiente manera

$$Q_{m\acute{a}x. \text{ día}} = K_{max. \text{ día}} * Q_{medio}$$

Donde el coeficiente de variación $K_{max. \text{ día}}$ recomendable es el del siguiente rango de 1,3 – 1,5. Y nuestro $K_{max. \text{ día}}$ escogido es 1,3

$$Q_{\text{máx. dia}} = 1.3 * 0.0052 = 0.00679 \text{ m}^3/\text{seg} = 6,79\text{lt}/\text{seg}$$

1.4.3. *Caudal de diseño o captación.* El cálculo del caudal de diseño dependerá del elemento que se vaya a construir, para ello se utilizarán los valores de la figura 3, donde se escogerá el caudal de diseño para captación de aguas superficiales.

Figura 3. Caudales de diseño para los elementos de un sistema de agua potable.

ELEMENTO	CAUDAL
Captación de aguas superficiales	Máximo diario + 20 %
Captación de aguas subterráneas	Máximo diario + 5 %
Conducción de aguas superficiales	Máximo diario + 10 %
Conducción de aguas subterráneas	Máximo diario + 5 %
Red de distribución	Máximo horario + incendio
Planta de tratamiento	Máximo diario + 10 %

Como la captación se lo va hacer de una fuente de agua superficial, el caudal de diseño de nuestra toma de fondo será el siguiente.

$$Q_{\text{diseño}} = 0.00679 + 0.2 * 0.00679 = 0,008 \text{ m}^3/\text{seg} = 8,00\text{lt}/\text{seg}$$

1.5. Cálculo de los caudales de la fuente que garanticen su abastecimiento y su protección

1.5.1. *Periodo de retorno.* El periodo de retorno “en la práctica hidrológica, la mayoría de las obras hidráulicas se diseñan para tiempos de recurrencia de 10, 25, 50, 100 y 500 años; valores que permiten la delimitación de las planicies de inundación [3].”

Para nuestro diseño se escogerá un periodo de retorno de 25 años que es el que garantizara la protección de la obra de posibles efectos catastróficos.

1.5.2. *Caudal de crecida máxima.* El caudal de crecida máxima, es el nivel máximo que puede llegar el rio durante un determinado periodo de retorno, donde este caudal es necesario para diseñar los muros de ala que servirán de protección a la obra de captación. Para el cálculo del caudal máxima de crecida, primeramente se tuvo que trazar la cuenca hidrográfica donde “la cuenca es el espacio del territorio en el cual naturalmente discurren todas las aguas (aguas provenientes de precipitaciones, de deshielos, de acuíferos, etc. que discurren por cursos superficiales o ríos) [4].”

Luego mediante el uso del hidrograma triangular y con la ayuda del programa HYFRAN, que realiza el cálculo de las precipitaciones máximas con periodos de retorno a través de la fórmula de probabilidades de Weibull, introducimos las precipitaciones máximas que sacamos de la estación meteorológica cercana a la cuenca, y nos da como

resultado una precipitación acumulada de 546 mm en un tiempo de retorno determinado de 25 años.

Para encontrar “la precipitación en exceso o precipitación efectiva en función de la precipitación acumulada, cobertura del suelo, uso del suelo y humedad antecedente como se muestra por la ecuación [5].”

$$Pe = [P - 508/CN + 5,08]^2 / (P + 2032/CN - 20,32)$$

Donde:

Pe: Precipitación efectiva en (mm).

P: Precipitación acumulada en (cm).

CN= es la curva número que depende del uso y tipo de suelo que existe en la cuenca=39

El valor de la curva número se la obtiene del cuadro 5 y 6.

Y reemplazando los datos en la fórmula nos da como resultado 25,20 mm de precipitación en exceso.

Para calcular el caudal pico o de crecida lo calculamos en función de la siguiente fórmula

$$Qp = (0,208 * P * A) / tp$$

Dónde:

P: Precipitación en exceso o efectiva (m).

A: Área de la cuenca (m²).

tp: tiempo pico (seg).

Donde nos dio como resultado un caudal pico o de crecida de 24,92 m³/seg. **Ver anexo B.**

1.5.3. Caudal medio. El cálculo del caudal medio, se lo pudo obtener haciendo “la evaluación de los recursos hídricos de una cuenca, cuantificando los distintos componentes del balance hídrico [6].”

Para el balance hídrico se utilizó el método de Thornthwaite, donde con este método podemos “estimar la evapotranspiración real (ETR), el déficit (DEF), el excedente (EXC) y el almacenamiento de agua en el suelo [7]”. “El caudal medio se lo midió con base a las siguientes condiciones climáticas promedio de precipitación, temperatura y evapotranspiración [8].”

Para el cálculo del balance hídrico se necesita, de las precipitaciones y temperaturas medias mensuales que se hayan registrado por medio de una estación meteorológica que se encuentre dentro de la cuenca o cercana a la cuenca, para ello la estación meteorológica que se utilizó fue la estación M-180, en la cual se sacan las precipitaciones y temperaturas medias mensuales que se presentan durante todos los años que existan registros, donde haciendo los cálculos del balance se obtiene la escorrentía en (mm), y luego esto transformando a metros y multiplicando por el área de la cuenca nos da como resultado los caudales de todos los meses del año, en la cual se observa cual es el caudal máximo y mínimo que se haya presentado en todo el año y haciendo un promedio entre los se obtuvo un caudal medio de 0,38 m³/seg. **Ver anexo C.**

1.5.4. Caudal mínimo. El caudal mínimo es el que garantizara abastecer de agua a la población, en épocas de sequía evitando que el río de donde se está captando se quede sin agua, y “de tal manera que no se produzca efectos negativos sobre los ecosistemas fluviales [9].”

Para el cálculo del caudal mínimo, se lo pudo obtener haciendo la comparación de cuencas, la cuenca del río Luis que es la que abarca parte de la ciudad de Paccha y la cuenca del río Palto donde está ubicada la captación. La comparación de la cuenca se la realiza a través de las áreas de la cuenca de la zona de estudio y el área de la cuenca del río Luis, utilizando la estación hidrológica H-587, que se encuentra ubicada en el río PINDO AJ AMARILLO, de donde sacamos los caudales mínimos de los años y meses que existen registros, y por medio de una relación con las áreas de las cuencas y el caudal mínimo de una cuenca, se obtiene el caudal mínimo del río donde va estar ubicada la captación que es de 0,040 m³/seg, lo cual nos indica que es un caudal mayor al caudal de diseño, donde podrá garantizar el abastecimiento de agua a la ciudad de Paccha durante las épocas de sequía. **Ver anexo D.**

1.6. Diseño de la toma de fondo

La toma de fondo para captación de aguas superficiales se las realiza en ríos de montaña, donde existen fuertes pendientes longitudinales que pueden llegar hasta el 10% o más, provocando “erosión y consiguiente alta capacidad de arrastre y transporte de sedimentos [10].”

El cálculo de cada una de las partes de la toma se las realiza tomando en cuenta las consideraciones técnicas de diseño hidráulico.

1.6.1. *Diseño de la rejilla de entrada.* La rejilla de entrada, es la que se la coloca sobre la galería de la captación transversalmente en el cauce del río, debe tener una inclinación apropiada para que el agua puede captarse con facilidad y así mismo permitir que el material de arrastre pase sobre esta sin que quede obstruyendo el paso del agua

1.6.1.1. *Dimensionamiento de las platinas.* El dimensionamiento de las platinas se diseña a partir del material representativo que se encuentra en el lecho del río y el peso específico del mismo, para así poder encontrar un momento máximo que soportara, también se considera la longitud de la rejilla que varía entre 0,30 a 1.50 metros con una inclinación del 20%, donde finalmente nuestra sección de las platinas serán las siguientes. **Ver anexo E.**

1.6.1.2. *Cálculo de la rejilla en función de la obstrucción.* El cálculo del ancho de la rejilla se la diseña en función del caudal de diseño, considerando el coeficiente de forma de los barrotes o platinas, ya que esta es la que reducirá el área efectiva de la captación del agua que se desea captar y así se lograra garantizar captar la cantidad de agua que se necesita abastecer a la población de diseño. **Ver anexo F.**

Cuadro 1. Resumen de cálculo de la rejilla

L (m)	B (m)	Ho (m)
0,30	0,19	0,09
0,60	0,07	0,16
0,90	0,04	0,22
1,2	0,02	0,48
1,5	0,02	0,31

1.6.2. *Cálculo de los muros de ala.* Los muros de ala, se diseña a partir del caudal máxima de crecida donde se encuentra un calado critico que es el que puede alcanzar el nivel de agua en épocas de crecidas máximas, más la consideración de un borde libre obtenemos la altura total del muro de ala que es de 1,85 metros. **Ver anexo G.**

Altura del muro de ala

$$\begin{aligned}
 H &= 1,56 & + & 0,30 \\
 H &= 1,86
 \end{aligned}$$

Cota de la rejilla= 1800 m

Cota del muro de ala= Cota de la rejilla + altura del muro de ala

Cota del muro de ala= 1801,86 m

1.6.3. *Cálculo de la galería.* La galería, se la hace con el fin de captar el caudal de diseño que ingresa por la rejilla, así como el material sólido que logra ingresar a través de ella, el perfil del fondo se la diseña tomando en cuenta algunos parámetros que eviten producir un efecto similar al resalto hidráulico, evitando que esto produzcan turbulencias, causando variaciones en el nivel del agua. **Ver anexo H.**

1.6.4. *Cálculo del orificio de paso.* El diseño del orificio de paso se lo calcula en función del caudal de captación necesario que pasara al cajón distribuidor o desripiador. **Ver anexo I.**

Cuadro 2. Resumen del cálculo del orificio de paso

L (m)	ao (m)	A (m ²)	Q (m ³ /seg)	COTA (Z)	hi (m)	COTA (N)
0,30	0,01	0,003	0,008	1799,66	1,05	1800,72
0,30	0,02	0,005	0,008		0,47	
0,30	0,02	0,006	0,008		0,26	

1.6.5. *Cálculo del cajón distribuidor o desripiador.* Debido a la gran cantidad de piedras pequeñas y sedimentos que entran por la rejilla, es necesario tener un cajón distribuidor o desripiador, para condiciones de limpieza y mantenimiento, por lo cual se adopta un cajón que sea factible y económico de (0,50 x 0,50) m.

1.6.6. *Cálculo de la tubería de paso desde el cajón desripiador al desarenador.* El cálculo de la tubería de paso se lo diseña como si fuera un orificio sumergido con un coeficiente de descarga de 0,5, el cual permita que ingrese el caudal de diseño hasta el desarenador, haciendo el respectivo cálculo nos dio una tubería de 82mm, pero adopto una tubería de diámetro comercial 110mm. **Ver anexo J.**

1.6.7. *Cálculo del desarenador.* El desarenador se lo diseña con el fin de retener y evacuar el material de arrastre que ingresa por la rejilla, para evitar que disminuya la sección de la tubería conducción desde el desarenador hasta la planta de tratamiento, el diseño del desarenador será trapezoidal ya que este facilita que los sedimentos se depositen en el fondo, y la construcción es más fácil que los otros tipos de desarenadores. **Ver anexo K.**

1.6.8. *Cálculo del vertedero de paso.* El vertedero de paso tiene como finalidad, que el excedente de agua pase hacia un canal de desagüe, la altura del vertedero no deberá ser mayor a 25cm y el ancho que se calculara en función del caudal de captación y de la altura. **Ver anexo L.**

Cuadro 3. Resumen del cálculo del vertedero de paso.

H	b
0,10	0,14
0,24	0,04
0,25	0,04

1.6.9. *Cálculo de la compuerta de lavado.* La compuerta de lavado se diseña como un orificio sumergido al final del desarenador, con el fin de evacuar el material sedimentado al momento que se va a realizar la limpieza de la cámara del desarenador. Donde va a tener una sección de 0,05 m de ancho por 0.02 m de alto. **Ver anexo M.**

1.6.10. *Cálculo del canal directo.* El cálculo del canal directo se lo calcula en función del caudal de captación, considerando que es una canal rectangular de máxima eficiencia hidráulica, ya que este funcionara al momento que se está realizando la limpieza de la cámara de desarenación. **Ver anexo N.**

1.7. Cálculo de la línea de conducción

Para poder obtener la línea de conducción, primeramente se debe calcular el caudal de diseño de conducción, que se lo encuentra por medio del caudal máximo diario más el 10%, que es lo que indica la norma para conducción de aguas superficiales.

$$\begin{aligned} Q_{\text{diseño}} &= Q_{\text{max.diario}} + 10\% \\ Q_{\text{diseño}} &= 6,79 + 10\% \\ Q_{\text{diseño}} &= 7,47 \quad \text{lt/seg} \end{aligned}$$

La conducción se la diseño que funcione a gravedad a fin de que su costo “sea mínimo y aprovechar el máximo desnivel que existente entre la captación y la planta de tratamiento que es donde termina la conducción [11]”.El cálculo de la línea de conducción se lo realizo con las fórmulas de Hazen-Williams con diámetros de tubería de PVC E/C. **Ver anexo Ñ.**

1.8. Especificaciones Técnicas

- Las platinas serán de NOVACERO, con un límite de fluencia mínimo $f_y = 4200$ kg/cm², con una denominación (PL 25x12), sus dimensiones son $a = 25$ mm y $s = 12$ mm.
- Los muros de ala, estarán compuesto de hormigón ciclópeo con una resistencia de 180 kg/cm², compuesto por 40% de piedra.
- La galería será diseñada de hormigón armado, con una resistencia de 210 kg/cm².

- El cajón distribuidor o desripiador será de hormigón armado con una resistencia de 210kg/cm².
- El desarenador estará revestido de hormigón armado con una resistencia de 210kg/cm².
- La línea de conducción se utilizara tubería PVC de 110 mm desde la captación hasta el desarenador con una presión de 1,25 Mpa, y desde la captación hasta la planta de tratamiento tubería de 110mm con una presión de 0,63 Mpa. Se utiliza tubería PVC porque tiene gran resistencia a las fuerzas externas y a la corrosión.

2. CONCLUSIONES

- Las tomas de fondo se realizan en ríos de montaña debido a que estos ríos siempre mantendrán caudales grandes, por las intensas lluvias que se presentan en el lugar.
- Se calcularon los caudales de diseño para el abastecimiento de agua potable que fue de $0,008\text{m}^3/\text{seg}$, y los caudales medios y mínimos que garantizaran el abastecimiento, que es de $0,38\text{ m}^3/\text{seg}$ y $0,040\text{m}^3/\text{seg}$ que están por encima del caudal de captación.
- Se determinaron las dimensiones de cada uno de los elementos de la toma de fondo, tomando en cuenta todas las consideraciones de diseño hidráulico, donde se encontraron las dimensiones muy pequeñas debido a que el caudal de captación es muy pequeño.
- La línea de conducción será de PVC E/C, ya que este tipo de material no produce corrosión, ni la formación de depósitos en las paredes interiores, manteniendo la sección hidráulica con la que fue diseñada.

BIBLIOGRAFIA

- [1] L. Castillo y P. Lima, *Análisis del dimensionamiento de la longitud de reja*.XXIV Congreso Latinoamericano de Hidraulica, Uruguay, 2010.
- [2] D. Manco, J. Guerrero y A. M. Ocampo, "Eficiencia en el consumo de agua de uso residencial," *Ingenierias Universidad de Medellín*, vol. XI, nº 21, pp. 23-38, 2012.
- [3] C. Daniel, "Estimación de envolventes de diseño por subregiones hidrologicas," *Tecnologias y Ciencias del Agua*, vol. II, nº 4, pp. 175-194, 2011.
- [4] M. Aguirre, "La cuenca hidrografica en la gestion integrada de los recursos hidricos," *Virtual Redesma*, vol. V, nº 1, pp. 1-12, 2011.
- [5] F. Magaña y V. Guerra, "Estimación del hidrograma de crecientes con modelación determinística y precipitación derivada de radar," *Agrociencia*, vol. XLVII, nº 8, pp. 739-752, 2013.
- [6] Y. Morejón, M. Vega, A. Escarré, J. Peralta, A. Quintero y J. Gonzales, "Análisis de balance hídrico en cuencas hidrográficas de la Sierra de los Órganos," *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, vol. XXXVI, nº 2, pp. 94-108, 2015.
- [7] V. Bohn y A. Campo, "Estiamcion de escurrimientos superficiales para cuencas no aforadas en Corrientes, Argentina," *Investigaciones Geograficas*, nº 71, pp. 31-42, 2010.
- [8] R. Villavicencio y B. Martínez, "Infiltración de Agua y Medición del Caudal de Arroyos en la Sierra de Quila," *Rev.Mex.Ciencia*, vol. V, nº 24, pp. 185-201, 2014.
- [9] O. Brown, Y. Gallardo y Y. Torres, "Caudal ecológico del río Chambas en la Provincia Ciego de Ávila," *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, vol. XXXVII, nº 1, pp. 58-71, 2016.
- [10] Z. Genzel, "Ubicación de bocatomas en embalses en partes altas de ríos de gran capacidad de arrastre," *Ingeniería Hidráulica y Ambiental* , vol. XXXIII, nº 2, pp. 3-13, 2012.
- [11] C. Martins y J. Martínez, "Diseño óptimo de lineas de aducción por bombeo," *Ingeniería Hidráulica y Ambiental* , vol. XXXVI, nº 1, pp. 111-124, 2015.

ANEXOS

Cuadros tomadas de otras fuentes

Cuadro 4. Población de la ciudad de Paccha

Año del Censo Poblacional	Número de Habitantes
1990	-
2001	1384
2010	1594

Fuente: INEC, Población y Demografía.

Cuadro 5. Condiciones antecedentes de humedad para cada clase de suelo

GRUPO	DESCRIPCIÓN DEL GRUPO
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.

Cuadro 6. Número de curva de escorrentía para usos selectos de tierra

Descripción del uso de la tierra	Grupo hidrológico del suelo			
	A	B	C	D
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 óptimas	39	61	74	80
Vegas de ríos: condiciones óptimas	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 más	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
Fuente: Hidrología Aplicada, VEN TE CHOW, Tabla 5.5.5, pág. 154.				

Anexo E. Dimensionamiento de las platinas

E1. Cálculo del dimensionamiento de las platinas

DISEÑO DE LA PLATINA

DATOS:

Qdiseño=	0,008 m ³ /seg
Qcrecida=	12 m ³ /seg
Ør=	0,60
δ =	2,25 ton/m ³
i=	20%
b=	2 cm
s=	1 cm Asumido

Peso específico del material sumergido

$$\begin{aligned}\gamma_s &= \gamma - \gamma_{H20} \\ \gamma_s &= 2.25 - 1\end{aligned}$$

$$\gamma_s = 1,25 \text{ ton/m}^3$$

Volumen del material sobre la rejilla

$$\begin{aligned}V &= \frac{1}{6} * \pi * dr^3 \\ V &= \frac{1}{6} * 3.1416 * (0.60)^3 \\ V &= 0,11 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Peso del material

$$\begin{aligned}G &= Vol * \gamma_{solido} \\ G &= 0.11 * 1.25 \text{ ton} \\ G &= 0,14 \text{ ton}\end{aligned}$$

Cálculo del ancho y el alto de la platina

La longitud(L) de la rejilla varia de 0,30 a 1,50 metros

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

Momento Resistente

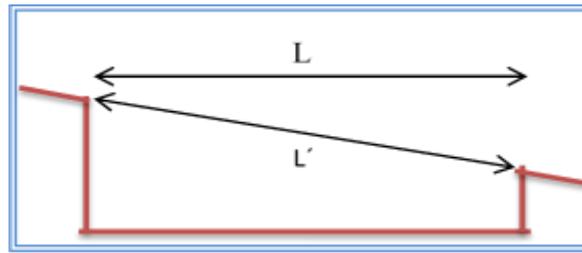
$$W = \frac{Mmax}{\delta} ; \delta = 1400 \text{ kg/cm}^2$$

$$W = \frac{Mmax}{\delta} * 10^5$$

$$Mmax = \frac{G}{8}(L' + 0,05)$$

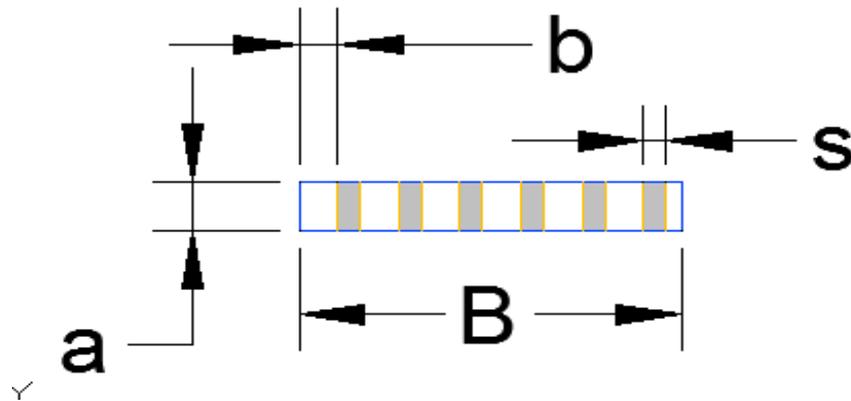
$$a = \sqrt{\frac{6W}{s}}$$

Continuación



i (%)	L (m)	L' (m)	M _{máx} (ton)	W (cm)	a (cm)	Dimensiones		
						Denominación	a (mm)	s (mm)
0,20	0,30	0,31	0,01	0,714	2,070	PL 25X12	25	12
0,20	0,60	0,61	0,01	0,714	2,070	PL 25X12	25	12
0,20	0,90	0,92	0,02	1,429	2,928	PL 30X12	30	12
0,20	1,20	1,22	0,02	1,429	2,928	PL 30X12	30	12
0,20	1,50	1,53	0,03	2,143	3,586	PL 50X12	50	12

La denominación de las platinas se las toma de las especificaciones técnicas NOVACERO



Anexo F. Diseño de la rejilla

F1. Cálculo de la rejilla en función de la obstrucción

DISEÑO DE LA REJILLA EN FUNCIÓN DE LA OBSTRUCCIÓN

$$Q = 2.55 * C * K * B * L * \sqrt{H_o}$$

Coefficiente de contracción de la vena líquida

$$C = C_o - 0,325 * i$$

donde C_o es el coeficiente de la forma de los barrotes, que está en función de la relación

$$C_o = 0.5 \rightarrow a/b < 4$$

$$C_o = 0.6 \rightarrow a/b > 4$$

$$\frac{a}{b} = 1,464$$
$$\frac{a}{b} < 4 \quad \text{entonces} \quad C_o = 0,5$$

$$C = 0,5 - 0,325 * 0,20$$

$$C = 0,44$$

Coefficiente de reducción del área efectiva

$$K = (1 - f) \left(\frac{b}{b + s} \right) \quad \begin{array}{l} f = 30\% \\ s = 1,2 \end{array}$$

$$K = (1 - 0,30) \times \frac{2}{2 + 1,20}$$

$$K = 0,44$$

De la fórmula anterior se despeja el ancho de la rejilla "B", que está dada por

$$B = \frac{Q}{3.20(C * K * L)^{1.5}}$$

y la carga hidráulica "Ho"

$$H_o = \left(\frac{Q}{2.55 * C * K * B * L} \right)^2$$

Continuación

Cálculo de el ancho de la rejilla y la carga hidraulica

L (m)	B (m)	Ho (m)
0,30	0,19	0,09
0,60	0,07	0,16
0,90	0,04	0,22
1,2	0,02	0,48
1,5	0,02	0,31

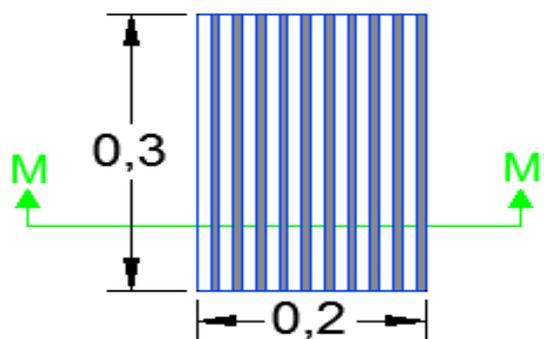
CHEQUEAMOS EL CAUDAL DE DISEÑO

$$Q = 2.55 * 0,44 * 0,56 * 0,13 * 0,30 * \sqrt{0,11}$$

$$Q = 0,008 \text{ m}^3/\text{seg}$$

RESUMEN DEL DIMENSIONAMIENTO DE LA REJILLA

Longitud de la rejilla	L=	0,30 m
Ancho de la rejilla	B=	0,19 m
Separación de barrote a barrote	b=	0,02 m
Sección de barrote	axs=	PL 25X12
Energía específica	Ho=	0,09 m



Anexo G. Muros de Ala

G1. Cálculo de los muros de ala

MUROS DE ALA

Los muros de ala se diseñan apartir de la siguiente formula:

$$H = H' + BL$$

CÁLCULO DEL CALADO CRITICO

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

donde:

Qc= 24,92 m³/seg

B= 7,5 m

g= 10 m²/seg

yc= 1,04 m

Altura critica

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

H'= 1,56 m

Asumimos un borde libre

BL= 0,3 m

Altura del muro de ala

H= 1,56 + 0,30

H= 1,86 m

Cota de la rejilla= 1800 m

Cota del muro de ala= Cota de la rejilla + altura del muro de ala

Cota del muro de ala= 1801,86 m

Anexo H. Diseño de la galería

H1. Cálculo de la galería
DISEÑO DE LA GALERIA

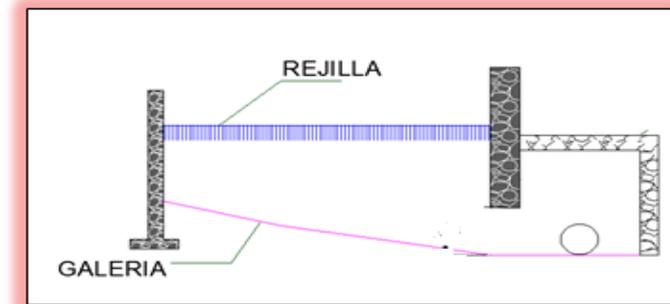
Datos:

L = 0,30 m
B = 0,19 m
Q = 0,008 m³/seg
Vf = 2,5 m/seg
Vo = 1,00 m/seg
n = 0,030

1.El ancho de la rejilla la dividimos en partes iguales

Cálculo de la distancia X (Δx)

N°	B	X (Δx)
1	0,2	0,05
2		0,10
3		0,15
4		0,20



Caudal en cualquier punto

$$Qx = \frac{Q}{B} * x$$

Calado en la galería

$$d = \frac{A}{L}$$

Velocidad en cualquier punto

$$Vx = \frac{Vf - Vo}{B} * x + Vo$$

Perimetro mojado

$$Pm = 2 * d + L$$

Gradiente hidraulico

$$J = \frac{Vx^2 * n^2}{R^{4/3}} * x$$

Radio Hidraulico

$$R = \frac{A}{Pm}$$

Continuación

Perdida de Carga

$$hf = J * x$$

CALCULO DEL PERFIL DEL FONDO												
Perfil=d+suma(hf)+Vx ² /2g												
x (m)	Qx (m3/seg)	Vx (m/seg)	A (m2)	d (m)	P (m)	R (m)	R ^{4/3}	J	hf	∑hf	Vx ² /2g	Perfil
0	0	1	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0,051	0,051
0,05	0	1,39	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0,099	0,099
0,10	0	1,79	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0,163	0,163
0,15	0,01	2,18	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0,242	0,242
0,20	0,01	2,58	0	0	0,3	0	0	0	0,00	0	0,34	0,340

Anexo I. Diseño del orificio de paso

I1. Cálculo del orificio de paso

DISEÑO DEL ORIFICIO DE PASO

Para este calculo utilizaremos las formulas siguientes:

$$Q = Cd * A * \sqrt{2ghi} \qquad Q = Cd * A$$

$$hi = \frac{Q^2}{Cd^2 * A^2 * 2g} \qquad \text{Carga al centro del orificio}$$

Cd= 0,6 Coeficiente de descarga

L (m)	ao (m)	A (m ²)	Q (m ³ /seg)	COTA (Z)	hi (m)	COTA (N)
0,30	0,01	0,003	0,008	1799,66	1,05	1800,72
0,30	0,02	0,005	0,008		0,47	
0,30	0,02	0,006	0,008		0,26	

Anexo J. Diseño de la tubería de paso

J1. Cálculo de la tubería de paso desde el cajón desripiador al desarenador

CÁLCULO DE TUBERIA DE PASO DEL DESRIPIADOR AL DESARENADOR

Calculo de volumen del cajón desripiador

$$V= b \times h \times l$$

$$V= 0,5 \quad * \quad 0,5 \quad * \quad 0,5$$

$$V= 0,125 \text{ m}^3$$

Calculo de tiempo de llenado del cajon de distribución

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

$$t= \frac{0,125}{0,008}$$

$$t= 15,33 \text{ seg}$$

Continuación

Calculo de la tubería de paso

$$\begin{aligned} Q &= 0,008 \text{ m}^3/\text{seg} \\ h &= 0,50 \text{ m} \\ C_d &= 0,5 \end{aligned}$$

$$D = \sqrt{\frac{4(Q)}{3.1416 * C_d \sqrt{2 * g * h}}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4(0,008)}{3.1416 * 0.50 \sqrt{2 * 9.81 * 0.50}}}$$

$$\begin{aligned} D &= 0,08162 \text{ m} \\ D &= 82 \text{ mm} \end{aligned}$$

Se asume un Diámetro Comercial = 110 mm
Dinterno= 99,6 mm

Comprobación del Caudal de Diseño

$$\begin{aligned} h &= 0,45 \text{ m} \\ C_d &= 0,5 \\ D &= 0,0996 \text{ m} \end{aligned}$$

$$A = 0,00779 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} Q &= C_d * A * (2 * g * h)^{0,5} \\ Q &= 0,010 \text{ m}^3/\text{seg} \end{aligned}$$

Anexo K. Diseño del Desarenador

K1. Cálculo del desarenador

CÁLCULO DEL DESARENADOR

DATOS:

Q =	0,008 m ³ /seg
8mat =	2,25 ton/m ³
ø =	0,3 mm
Va=	0,1 m/seg
i =	5%
B1 =	0,05 m
B2 =	0,15 m
α =	12,5 °

Cálculo de la longitud de transición

$$L_t = \frac{B_2 - B_1}{2 \tan \alpha}$$

$$L_t = \frac{0,15 - 0,05}{2 \tan 12,5}$$

$$L_t = 0,23 \text{ m} = 0,15 \text{ m}$$

Cálculo del area de la sección transversal

$$Q = A * Va$$

$$AT = \frac{Q}{Va}$$

$$AT = \frac{0,008}{0,1} = 0,08 \text{ m}^2 \quad h = 0,5$$

$$AT = A_1 + A_2$$

$$A_1 = \frac{B_1 + B_2}{2} * h$$

$$A_1 = \frac{0,05 + 0,15}{2} * 0,5$$

$$A_1 = 0,05$$

$$A_2 = 0,032 \text{ m}^2$$

$$A_2 = B_2 * y$$

$$0,032 = 0,15 * y$$

$$y = 0,21 \text{ m}$$

Continuación

La altura "hi" al inicio de la cámara será:

$$h_i = 0,71 \text{ m}$$

DISEÑO DE LA CAMARA DE DESARENACIÓN

Cálculo de la longitud del desarenador

Primera iteración

$$L_d = k * h_m * \frac{V_a}{V_s}$$

Asumo: $h_m = h_i = 0,71 \text{ m}$

$V_a = 0,1 \text{ m/seg}$

$V_s = 0,04 \text{ m/seg}$

$k = 1,20 - 1,50 = 1,2$

$$L_d = 1,2 * 0,71 * \frac{0,1}{0,04}$$

$L_d = 2,13 \text{ m}$

$h_f = h_i + (L_d * i)$

$h_f = 0,71 + (2,13 * 5\%)$

$h_f = 0,82 \text{ m}$

$$h_m = \frac{h_i + h_f}{2}$$

$$h_m = \frac{0,71 + 0,82}{2}$$

$h_m = 0,77$

Segunda iteración

$$L_d = 1,2 * 0,77 * \frac{0,1}{0,04}$$

$L_d = 2,31 \text{ m}$

$h_f = h_i + (L_d * i)$

$h_f = 0,71 + (2,31 * 5\%)$

$h_f = 0,83 \text{ m}$

Continuación

$$hm = \frac{hi + hf}{2}$$

$$hm = \frac{0,71 + 0,83}{2}$$

$$hm = 0,77 \text{ m}$$

Tercera iteración

$$Ld = 1,2 * 0,77 * \frac{0,1}{0,04}$$

$$Ld = 2,31 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} hf &= hi + (Ld * i) \\ hf &= 0,71 + (2,31 * 5\%) \\ hf &= 0,83 \text{ m} \end{aligned}$$

$$hm = \frac{hi + hf}{2}$$

$$hm = \frac{0,71 + 0,83}{2}$$

$$hm = 0,77 \text{ m}$$

RESUMEN

Lt =	0,23	m	Longitud de transición
Ld =	2,31	m	Longitud del desarenador
hf =	0,83	m	Altura final de la camara
hm =	0,77	m	Altura media de la camara
hi =	0,71	m	Altura inicial de la camara

Anexo L. Diseño del vertedero de paso

L1. Cálculo del vertedero de paso

DISEÑO DEL VERTEDERO DE PASO

$$Q = k * b * H^{3/2} \quad K = \frac{2}{3} * C_d * \sqrt{2g}$$

Cd = 0,62

K = 1,83

H	b
0,10	0,14
0,24	0,04
0,25	0,04

Anexo M. Diseño de la compuerta de lavado

M1. Cálculo de la compuerta de lavado

$$Q = C_d x A_x (2 x g x H_o)^{0,5}$$

$$C_d = 0,6$$

$$H_o = h_f$$

$$A = \frac{2Q}{C_d * (2 * g * H_o)^{0,5}}$$

b= ancho

a= alto

$$A = a * b$$

$$a * b = \frac{2Q}{C_d * (2 * g * H_o)^{0,5}}$$

$$a * 0,05 = \frac{2 * 0,008}{0,60 * (2 * 9,81 * 0,83)^{0,5}}$$

$$a = 0,02 \text{ m}$$

Anexo N. Diseño del canal directo

N1. Cálculo del canal directo

CÁLCULO DEL CANAL DIRECTO

Datos

Q = 0,008 m³/seg
n = 0,0025
b = 0,2 m
s = 0,00005
Y = 0,1 m

Velocidad:

$Q = A * V$
V = 0,4 m/seg

Pendiente:

$S^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{V * n}{R^{\frac{2}{3}}} \right)$
S = 0,00005

$$Q = \frac{A}{n} * R^{2/3} * S^{1/2}$$

$$Q = (0,2 \text{ m} * Y) * \frac{1}{0,0025} * \left(\frac{0,2 \text{ m} * Y}{0,2 \text{ m} + 2 * Y} \right)^{\frac{2}{3}} * (0,00005)^{\frac{1}{2}}$$

Y =	0,0900	0,008 m ³ /seg =	0,0067
Y =	0,0910	0,008 m ³ /seg =	0,0068
Y =	0,0960	0,008 m ³ /seg =	0,0073
Y =	0,0970	0,008 m ³ /seg =	0,0074
Y =	0,0980	0,008 m ³ /seg =	0,0075
Y =	0,0990	0,008 m ³ /seg =	0,0076
Y =	0,1000	0,008 m ³ /seg =	0,0077
Y =	0,1035	0,008 m ³ /seg =	0,0080 OK

Anexo Ñ. Línea de conducción

Ñ1. Cálculo de la línea de conducción

CONDUCCION DE AGUA DE LA CAPTACIÓN (CAJA DE CONTROL)

Qcond=	0,007 m ³ /seg		
Abscisa de inicio de tubería =	0	+	0,00
Cota de inicio de tubería			1800
Abscisa del desarenador =	1	+	410,03
Cota del desarenador =			1720 m
Longitud del tramo =			1410,03 m
Desnivel =			80 m

Calculo del diametro interno que voy a necesitar :

Asumo Vmin= 1,3 m/seg

$$Q = A * V$$

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

$$A = \frac{0,0075}{1,3}$$

$$A = 0,01 \text{ m}^2$$

$$A = \frac{3,1416 * D^2}{4}$$

$$D = \left(\frac{4 * A}{3,1416} \right)^{1/2}$$

$$D = \left(\frac{4 * 0,01}{3,1416} \right)^{1/2}$$

$$D = 0,085558 \text{ m} = 85,55849 \text{ mm}$$

Escogo diametro nominal de las tuberías de PVC

DN =	110 mm
Dutil =	99,6 mm
P =	1,25 Mpa

$$C = 140$$

Continuación

Fórmula de calculo de Hazen Williams

$$S = \left(\frac{Q}{0,2788 * C * D^{2,63}} \right)^{1/0,54}$$

$$S = \left(\frac{0,0075}{0,2788 * 140 * 0,00232} \right)^{1/0,54}$$

S = 0,010

Hf = S * L
Hf = 0,009861 * 1410
Hf = 13,90 m

$$V = 0,355 * C * D^{0,63} * S^{0,54}$$

V = 0,355 * 140 * 0,233832 * 0,083
V = 0,96 m/seg > 0,6 ok NORMAS

Cota pizometrica en el desarenador

Cota pizometrica=	Cota inicial de tubería	-	Hf
Cota pizometrica=	1800	-	13,904
Cota pizometrica=	1786,10 m		

La conducción desde Captación (Caja de Control)

Abscisa =	0,00	+	0,00	a	1	+	410,03
Longitud de la tubería (LH) =			1410				
Tipo de Tubería =	PVC(E/C)						
Diametro comercial =	110 mm						
Diametro interno nominal =	99,6 mm						
Presión de Trabajo =	1,25 Mpa						
Perdida de carga unitaria =	0,010						
Perdida de carga total =	13,90 m						
Velocidad =	0,96 m/seg						
Caudal =	0,01 m³/seg						

TRAMO DESARENADOR - PLANTA DE TRATAMIENTO

Abscisa de inicio de tubería =	1	+	410,03
Cota de inicio de tubería =	1720		
Abscisa de planta de tratamiento =	4	+	527,49
Cota de planta de tratamiento =	1670,56		
Longitud del tramo =	3117,46		
Desnivel=	49,44		

$$A = \frac{0,01}{1,2}$$

A = 0,0062284 m²

$$A = \frac{3,1416 * D^2}{4}$$

$$D = \left(\frac{4 * A}{3,1416} \right)^{1/2}$$

$$D = \left(\frac{4 * 0,01}{3,1416} \right)^{1/2}$$

Anexo O. Presupuesto

PRESUPUESTO
Construcción de una Toma de Fondo

NOMBRE: ARIANA HERRERA

N°	Actividad	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
MUROS DE ALA					
1	Limpieza y desbroce	m2	10,36	3,33	34,50
2	Replanteo y trazado	m2	10,36	1,96	20,28
3	Excavación y desalojo	m3	2,56	6,54	16,74
4	Hormigon ciclopeo 40% piedra f'c=180kg/cm2	m3	4,32	133,43	576,44
GALERIA					
5	Rejilla PL 25x12	u	2,00	32,82	65,64
6	Hormigon f'c=210kg/cm2	m3	1,17	163,64	191,75
7	Enlucido	m2	0,03	7,64	0,19
TUBERIA CAPTACIÓN-DESARENADOR					
8	Tuberia PVC DC=110MM=99,6 mm Presion=1,25 (trans/sum/int)	m	1410,03	48,70	68669,00
DESARENADOR TRAPEZOIDAL					
9	Limpieza y desbroce	m2	23,04	3,07	70,72
10	Replanteo y trazado	m2	23,04	1,61	37,16
11	Excavación y desalojo	m3	20,73	6,40	132,57
11	Hormigon	m3	0,49	147,46	72,84
12	Enlucido de paredes	m2	0,48	7,71	3,70
13	Filo de paredes	m	9,07	2,30	20,88
TUBERIA DESARENADOR-PLANTA DE TRATAMIENTO					
14	Tuberia PVC DC=110MM=104,6 mm Presion=0,63 MPA (trans/sum/int)	m	3.117,46	49,66	154.822
Total Presupuesto \$:					224734,82

