



**UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL**

**PRE-DISEÑO DE PRESA DE TIERRA EN EL RIO PIEDRAS,
EN LA PARROQUIA JULIO MORENO, PROVINCIA DE
SANTA ELENA.**

**Trabajo de Titulación que se presenta como requisito
previo a la presentación del Trabajo de Titulación Definitivo
para la obtención del Título de Ingeniero Civil**

**Autor:
James Gutiérrez Gómez**

**Tutor:
Ing. Blas Cruz Carpio**

**Samborondón
Diciembre, 2015**

Agradecimientos

Agradezco principalmente a Dios.

A mi familia; a mis padres; Ing. James Gutiérrez y Psic. Cl. Janet Gómez, a mis hermanos Dr. Andrés Gutiérrez e Ing. Roberto Gutiérrez.

A mi tutor Ing. Blas Cruz Carpio.

Dedicatoria

Dedico este Trabajo de Titulación a mis padres; Ing. James Gutiérrez Grijalva por guiarme, aconsejarme, en todo aspecto de mi vida, Psic. Cl. Janet Gómez por aconsejarme y escucharme siempre. También a mis hermanos Andrés y Roberto; y mis abuelos.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema.	001
1.2 Formulación del problema.	006
1.3 Sistematización del problema.	007
1.4 Objetivos de la investigación.....	008
1.4.1 Objetivo general.....	008
1.4.2 Objetivos específicos.....	008
1.5 Justificación.....	009

CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

2.1 Fundamentación teórica.	012
2.2 Sistema de hipótesis.....	016
2.3 Definiciones conceptuales.....	016
2.4 Aspectos básicos de Ingeniería.....	019
2.4.1 Cartografía.....	019
2.4.2 Topografía.....	020
2.4.3 Hidrometeorología.....	021
2.4.4 Climatología.....	024
2.4.5 Geología.....	025

2.4.6	Geotecnia	
2.4.7	Hidrología e Hidráulica.....	028
2.4.7.1	Cuenca hidrográfica.....	028
2.4.7.2	Características geomorfológicas de la cuenca.....	028
2.4.7.3	Precipitación VS. Suelos.....	031
2.4.7.4	Factores que influyen en la escorrentía superficial.....	033
2.4.7.5	Tiempos Hidrológicos.....	035
2.4.7.6	Hidrogramas.....	036
2.4.7.7	Obras de Hidrotecnia.....	038
2.4.8	Ambiental.....	041

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1	Diseño de la investigación.....	043
3.2	Población y muestra.....	044
3.3	Instrumentos de recolección de datos.....	044
3.4	Técnicas de investigación y pasos a utilizar.	046

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1	Hidrología.....	048
4.1.1	Antecedentes.....	048
4.1.2	Información Básica Obtenida.....	049
4.1.3	Trabajos Realizados.....	051

4.2 Hidráulica.....	053
4.2.1 Obras Hidráulicas.....	053
4.2.2 Sedimentos.....	055
4.2.3 Calculo de Caudal y volumen muerto.....	058

CAPITULO V: LA PROPUESTA

5.1 Pre-Diseño.....	061
5.1.1 Usos Propuestos del agua.....	061
5.1.2 Planificación de demanda.....	063
5.1.3 Proyección poblacional.....	063
5.1.4 Pre Diseño Propuesto.....	065
5.2 Ámbito Ambiental.....	105
5.2.1 Alcance.....	105
5.2.2 Análisis.....	106
5.2.3 Impactos positivos.....	106
5.2.4 Impactos negativos.....	107
5.2.5 Mitigación de impactos.....	108
5.2.6 Caracterización del Informe Ambiental.....	109

**CAPÍTULO VI: FACTIBILIDAD, CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES**

6.1 Factibilidad.....	108
6.2 Conclusiones.....	108
6.3 Recomendaciones.....	109

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Clasificación de las presas según Bureau of Reclamation.....	017
Tabla 2.2 Embalses del Ecuador.....	018
Tabla 2.3 Clasificación de Embalses.....	018
Tabla 2.4 Clasificación de Koppen.....	026
Tabla 2.5 Parámetros a calificar en Informe Ambiental.....	044
Tabla 4.1 Valores Anuales de Precipitación.....	054
Tabla 5.1 Valores de la Red de flujo.....	074
Tabla 5.2 Valores para la relación b/B.....	089
Tabla 5.3 Valores para la relación b/B finales.....	090
Tabla 5.4 Coeficiente de gasto para vertederos de pared ancha.....	090
Tabla 5.5 Coeficiente de velocidad para ahogamiento ϕ_p y no ahogamiento ϕ	091
Tabla 5.6 Coeficiente de ahogamiento para vertedor.....	092
Tabla 5.7 Coeficiente de forma σ_ϕ para vertederos del perfil práctico no ahogados.....	094
Tabla 5.8 Coeficiente de carga del vertedor σ_H para vertederos del perfil práctico no ahogados.....	095
Tabla 5.9 Coeficiente de ahogamiento para σ_π vertederos de perfil Creager sin vacío.....	097
Tabla 5.10 Relación b/z (Popov),.....	100
Tabla 5.11 Coeficiente de fricción.....	101
Tabla 5.12 Medición cualitativa del Impacto Ambiental.....	110

Índice de Gráficos

Grafico 2.1 Clasificación Koppen de la zona.....	026
Grafico 2.2 Mapa de evapotranspiración.....	028
Grafico 2.3 Cuadro de las relaciones estratigráficas de la Región Costa.....	030
Grafico 4.1 Hidrograma.....	056
Grafico 4.2 Área del Vaso.....	057
Grafico 5.1 5.1 Línea de la red de flujo.....	074
Grafico 5.2 5.2 Análisis de Estabilidad de Talud-Estatico Caso I.....	075
Grafico 5.3 Análisis de Estabilidad de Talud - Pseudoestatico Caso I...	076
Grafico 5.4 Análisis de Estabilidad de Talud - Pseudoestatico Caso II...	078
Grafico 5.5 5.2 Análisis de Estabilidad de Talud-Estatico Caso II.....	079
Grafico 5.6 Vista de perfil de la bocatoma.....	086
Grafico 5.7 Vista de perfil de la bocatoma.....	087
Grafico 5.8 Bocatoma Forma a).....	090
Grafico 5.9 Bocatoma Forma b).....	091
Grafico 5.10 Bocatoma Forma c).....	091
Grafico 5.11 Bocatoma Forma d).....	091
Grafico 5.12 Diseño del Azud.....	093
Grafico 5.13 Tipo de Azud.....	094
Grafico 5.14 Curvas relación z/p.....	096
Grafico 5.15 Fuerza de Empuje.....	102
Grafico 5.16 Fuerza de Gravedad.....	102
Grafico 5.17 Fuerza de Supresión.....	102

Resumen

La finalidad del presente trabajo de titulación tiene como objetivo demostrar la factibilidad técnica para la captación de agua para abastecer a las comunas ubicadas en la zona rural de la provincia de Santa Elena. De esta manera se podría satisfacer la demanda básica del lugar para las distintas aplicaciones de la misma.

Por medio de cálculos y una investigación de campo, para recopilación, muestreo. Se logró determinar que la viabilidad del proyecto es posible en la zona, pese a sus limitaciones propias del sector.

El presente trabajo fue realizado mediante la recopilación de datos de campo dentro del área geotécnica. Para la parte hidrológica se recurrió a datos estadísticos existentes proporcionados por entidades gubernamentales. También se recurrió a publicaciones existentes, ya sean estas académicas o científicas; información técnica especializada (escrita, visual o virtual), además consultar de con los moradores de la zona.

Se estima que las presas de hormigón son fundamentales en términos de eficiencia y seguridad; además que son aplicables en cualquier parte. El presente proyecto demuestra que es posible el diseño y construcción utilizando otros materiales que no sea hormigón, existen lugares que es más factible, y técnico realizar una presa de tierra. Se toma como una conclusión previa que este tipo de obra es muy factible,

considerando los temas primordiales de seguridad. Sin mencionar que es mucho más económico además de los beneficios ambientales para el lugar.

Introducción

Siguiendo la tendencia del Gobierno actual, que busca equidad en todos los sectores y ámbitos dentro del país, se propone el pre diseño de una presa de tierra en las cercanías rurales de la parroquia Julio Moreno. El propósito del proyecto es encontrar la manera de poder dotar de recurso hídrico a la zona de estudio.

Por lo antes expuesto se propone una presa tipo embalse para captar agua y así poder dotar del mismo a la zona de influencia, comprendida dentro de la parroquia Julio Moreno, provincia de Santa Elena. Esta proyecto no solo tiene como objetivo la captación y provisión del recurso agua, sino también que ayudara a impulsar el desarrollo de las comunidades del sector. Dentro de los próximos capítulos se detallara las características, medidas, y estudios que se han hecho para el buen desenvolvimiento del presente proyecto. Así como posibles propuestas alternas a lo presentado en el trabajo de titulación.

El proyecto busca constatar que para todo proyecto es necesario un estudio previo y análisis del mismo. En no caer en el trivialismo de ejecutar la misma respuesta para todo tipo de problemática a tratar. Esto obviamente basado en una recopilación, estudio y análisis de datos.

En base a la investigación, se pretende obtener la viabilidad confirmada de la presa de tierra. Considerando fundamentalmente la parte hidrológica – hidráulica (tabulación de datos del caudal y diseño de la cortina).

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema.

La problemática dentro del país es la carencia en la administración del recurso hídrico. Problema que en la actualidad recientemente se le está dando la importancia que merece. En las diferentes áreas que este tema concierne tenemos la alimentación de acuíferos, control de inundaciones, sistemas de drenaje y riego, captación de aguas, abastecimiento de agua, etc.

La captación de agua, para diversas aplicaciones y usos, es primordial para el desarrollo de una comunidad, y no solamente en lo concerniente a Ingeniería sino, también a otros campos como salud, economía, ámbito y desarrollo social, etc. Es responsabilidad de los organismos competentes proveer de servicios a los sectores de su competencia, tanto a la zona urbana, así como también a las zonas rurales, aledañas y especiales. Para estas últimas podemos mitigar el impacto por medio de obras de Ingeniería. Trabajando con la gran mayoría de las áreas de ejercicio profesional dentro de la Ingeniería Civil

Este proceso de reabastecimiento acontece de diferentes fuentes, tanto naturales como artificiales; algunas de ellas son: las infiltraciones de aguas superficiales, las precipitaciones, alimentación de un acuífero a otro, los ríos; en lo relacionado a los métodos naturales. En lo concerniente a los métodos artificiales tenemos la intervención del hombre, mediante sus obras ingenieriles. Dada la problemática del Calentamiento Global, cada vez es más escaso este recurso. Muchas de las principales fuentes de agua, como: ríos, manantiales, cuencas; se ven

afectadas por este fenómeno. La mayor afectación está dada por el hombre, por la mala gestión en este recurso no renovable.

El agua es un recurso no renovable y que no debemos desperdiciarlo dándole un uso inadecuado o indebido. La correcta gestión y uso del mencionado recurso es responsabilidad del Estado, del Gobierno Provincial, de los organismos encargados del mismo y de los Ingenieros Civiles, en el presente trabajo se pondrá énfasis principalmente las áreas de Hidráulica-Hidroológica.

La provincia de Santa Elena, por ser una de las nuevas provincias recientes dentro del Ecuador, aún está en desarrollo su potencial económico, turístico y social. Esta provincia consta de tres cantones; Salinas, La Libertad y Santa Elena, las dos primeras son zonas urbanas, con un pequeño índice de zonas rurales. Todo lo contrario ocurre en el último de los cantones, que está conformada por algunas parroquias rurales (seis parroquias de ocho). En este último cantón, son pocos los puntos de interés; ya sea por asunto turístico o cultural. Sin embargo hay zonas, no turísticas, donde conviven en situaciones precarias. Las zonas más cercanas a la línea de costa se encuentran con mayor beneficio, mientras que el mismo se ve reducido conforme se aleja de la costa.

La zona de estudio se encuentra ubicada en la parroquia Julio Moreno, Vía colonche a la altura del pueblo Limoncito; al Este, Santa Elena. Este lugar fue escogido, por la cantidad de afluentes que contiene el río principal, Río Piedras. De esta manera, habría un mayor equiparamiento en el desarrollo del cantón y de las comunidades que pertenecen a la provincia de Santa Elena.

La problemática es la falta de provisión de agua a las comunas dentro de la zona aledaña a la parroquia Julio Moreno, por ser esto considerado una zona rural, no se ha provisto algunos de los servicios básicos de forma pertinente. Además cabe mencionar que la provincia de Santa Elena por ser nueva, aún carece de ejecución de obras de infraestructura en algunas zonas concernientes de la misma, ya que las zonas urbanas son las que han tenido prioridad, además de las zonas turísticas. En este lugar hace falta un abastecimiento de agua, para las diversas necesidades de las personas que habitan y circundan el lugar de estudio, ya sean estas para riego, consumo doméstico, consumo industrial, irrigación, mitigación de riesgo de enfermedades, social, etc. Comúnmente estas zonas se les proporcionan el recurso hidráulico mediante tanqueros, pero no de forma periódica. Las personas que viven en la zona de estudio, tienen que estar a la espera del que el tanquero llegue para poder abastecerse, sin mencionar el costo que este conlleva; ya sea directo o indirecto.

Generalmente no se ha efectuado obras a nivel de parroquias rurales o comunas, ya que han sido prioritarias las partes turísticas de la provincia, zonas más urbanas. Por este motivo no se ha dado la importancia, que ameritan, a los asentamientos alejados de la costa turística (playa). La solución a la problemática a analizar es realizar un pre-diseño de una presa de tierra, para de este modo poder encauzar el Rio Piedras asimismo usarlo para la captación de agua, para así poder dotar de agua a las personas necesitadas de esta zona a posteriori; para los usos que los mismos crean pertinentes. Proyectos de ingeniería de esta índole, dentro del Ecuador, existen muy pocos. La gran mayoría dando soluciones como la del problema a tratar, entre otras. El presente proyecto se basa en solucionar la carencia del recurso agua en las zonas aledañas a la vía Colonche, también podrían dar una solución a las problemáticas

de control de inundaciones, generación de hidroeléctricas y otras más; pero estas últimas carecen de importancia ya que en estos sitios no se presentan estos problemas o las características del sitio no se prestan para ejecutar proyectos de esta índole. Algunos ejemplos de este tipo de presas son: Poza honda, Tahuin, Salve Faccha.

Las presas de materiales sueltos están conformadas por rocas y suelos sueltos sin cementar, por ende es lógico el aprovechar los materiales que circundan la zona, confirmando que los mismos cumplen con las normas y especificaciones para poderlos aplicar in situ. Cabe recalcar que se busca tratar de realizar este proyecto con un criterio técnico-económico. La base de este trabajo consistirá en realizar un trabajo de ingeniería básica con los conocimientos adquiridos dentro del transcurso de estudio de la carrera. Culminando de este modo, en la aplicación de los conocimientos adquiridos en pro de la sociedad, en relación a la pertinencias de nuestra área de estudio. Es de mucha importancia, reiterar que en el presente trabajo va a ser mayormente profundizado en las áreas Hidráulicas-Hidrológicas. Resaltando que el área de interés es “La Hidráulica”.

Se procederá a un levantamiento topográfico mediante el cual nos ayudara a comprender el relieve de la zona, posterior a esto se realizara la cartografía pertinente.

Novak nos dice: “La ingeniería de ríos necesita mapas confiables para las investigaciones y el diseño y ejecución de obras de ingeniería” (Novak, 2001). Acompañado de un análisis hidrológico, en conjuntos con los previos resultados topográficos, se procederá a la selección del río a encauzar, y la subcuenca que lo comprende. Mediante conceptos básicos de hidráulica fluvial, se procederá a embalsar el río, para así de este modo proceder al embalsar esta masa de agua proveniente del afluente.

Recordando que se define encauzamiento como “cualquier arreglo o intervención que toma un tramo de río (un tramo de cauce) como su objeto de actuación primordial” (Juan Martin, 2003).

Ya habiendo seleccionado el lugar de implantación del proyecto, se procederá a ejecutar la toma de muestra de los materiales que circundan el sector; para realizar los ensayos pertinentes tanto para rocas y suelos; ya sean estas arenas o arcillas. Ya que ambos son necesarios para la ejecución del estudio del proyecto. De este modo, saber si los mismos cumplen con las normas standard para ser considerados como materiales aptos para la ejecución del diseño. Para poder conocer la cantidad de material a usarse, es necesario el cálculo de la dotación de agua a las comunas; previamente analizando el río en estudio, verificando que el mismo puede proveer el caudal necesaria de recurso agua para satisfacer la demanda de los beneficiarios, el caudal a tomar para el diseño debe ser el caudal mínimo; considerando que en el periodo que haya menor caudal, debe ser suficiente para satisfacer las necesidades hídricas del sector de estudio. Lo siguiente, es definir las dimensiones geométricas de la presa; acorde al caudal captado del río. Lo que se busca es que la presa en ningún momento se presente un rebose. Dentro del estudio se presentara la consideración de un borde libre, además de no desbordar aun en presencia de una máxima avenida. De este modo, se conseguiría satisfacer la demanda del recurso hídrico a la zona de estudio; sea cuales quiera sus necesidades, previamente analizadas.

Además del área principal del estudio, que es la hidráulica, también se tomaran en cuenta otros aspectos como la hidrología, hidrometeorología, climatología, geología, geotecnia, cimentaciones. Sin mencionar las consideraciones del ámbito ambiental.

Dentro de los resultados esperados, está el de que la presa pueda abastecer de recurso hídrico a la zona de influencia del estudio, además de que el diseño cumpla con lo establecido dentro de las áreas de ingeniería revisadas en el presente Trabajo de Titulación. Se proyecta también, el desarrollo social y turístico de la zona beneficiaria. Ya que al proveerles de agua, de forma más estable y periódica, se promueve e incentiva al desarrollo de estas comunidades, sin mencionar el incentivo de producción e inversión que el aprovisionamiento del mencionado recurso conlleva.

Los resultados esperados son afines con los deseos del presente gobierno, que busca el desarrollo y crecimiento en todo el Ecuador. Además que al proveer de agua a estas comunas dentro de la Parroquia Julio Moreno, estas pueden incursionar dentro de las oportunidades laborales dentro del ámbito gastronómico, y posteriormente, con ayuda que el actual gobierno otorga a las pequeñas y medianas industrias, desenvolverse dentro del campo hotelero. De esta manera el proyecto, no solamente mejora el status de vida, de los moradores del sector; ya sea en lo personal, laboral, social, salud, economía. También mejora la evolución, crecimiento, y desarrollo de las comunidades.

1.2 Formulación del problema

Definir la factibilidad en las ejecuciones de presa de tierra en la provincia de Santa Elena, además de constatar que ingenierilmente son tan loables como las presas de hormigón. Sin mencionar que las primeras son más económicas, además de mucho más comunes a nivel de Sud - América y países de “tercer nivel”. Las Presas de relleno o presas de materiales

sueltos, como comúnmente se las conoce, son mayormente factibles tanto técnica como económicamente hablando en lo que concierne a materiales, ejecución, calidad de mano de obra, etc.

1.3 Sistematización del problema o sub preguntas de investigación.

- ¿Qué presas en el Ecuador se han construido con materiales naturales?
- ¿Qué investigaciones se hicieron previo a la construcción de estas Obras hidráulicas?
- ¿Qué tipo de fallas o anomalías se presentan en estas vías construidas con hormigón hidráulico?
- ¿Qué mantenimiento se les brinda a las presas en el Ecuador?
- ¿Cuáles son las diferencias con las presas de hormigón construidas en el país?
- ¿Qué tipo de falla es la más frecuente en las presas de tierra?
- ¿Qué consideraciones se debe tener en cuenta en este tipo de obras?
- ¿Qué condiciones son necesarias para la ejecución de este tipo de presas?

- ¿Cuáles son las ventajas de las presas de tierra en comparación a las presas de concreto en la provincia de Santa Elena?
- ¿Qué necesidades se busca satisfacer mediante este proyecto?
- ¿Cuáles son las ponderaciones de las subdivisiones para la utilización del recurso hídrico en la zona de estudio?

1.4 Objetivos de la investigación.

1.4.1 Objetivo general

Pre-diseñar una estructura hidráulica, para poder dotar de recurso hidráulico, cubriendo las necesidades de la localidad, a las comunidades cerca del sector Santa Elena mediante el Pre-diseño de estructura de Arte Menor para mejorar las deficiencias hídricas del sector.

1.4.2 Objetivos específicos

1.- Establecer los Componentes de información básica de ingeniería acorde al proyecto, mediante ensayos, análisis de planos, información de la zona existente (municipio), visitas – inspección en sitio, para así definir los beneficios del Proyecto.

2.- Estudiar la bibliografía existente para poder establecer los criterios y metodologías hidráulicas-geotécnicas correspondientes y necesarias para estudio y post – ejecución (de ser el caso).

3.- Analizar la alternativa propuesta para así poder establecer un criterio “cualitativo” dentro del ámbito ambiental del Proyecto.

1.5 Justificación

El presente Trabajo de Titulación se enfoca en la problemática del agua, y en su carencia y mala gestión de la misma; debido a la falta obras de ejecución en las zonas alejadas y zonas ciudadanas de las urbes de la Parroquia Colonche del Cantón Santa Elena. Al ser esta última, una provincia nueva, creada en el periodo de último Gobierno Presidencial, no existe una cobertura total de las necesidades de todos los sectores que conforman esta jurisdicción.

Cabe mencionar que, como algunas otras zonas del país, goza de una cantidad de recursos; ya sea esta mínima o considerable. Pero dichos recursos no son explotados, ni administrados adecuadamente. Razón por la cual se propone la realización de un pre-diseño de una presa de tierra, para así de este modo satisfacer las necesidades hídricas del sector de estudio. Se realizara el mencionado trabajo, de forma que sea satisfactorio tanto de forma técnica como económica.

Mediante conocimientos adquiridos dentro del transcurso de la carrera, se plantea el mencionado proyecto para dar solución a una presente problemática dentro del país, y de la zona de influencia que abarca en post beneficio de la comunidad. Considerando que el coste del proyecto amerite, es exiguo en comparación al beneficio de las personas, pequeñas industrias domésticas, que circundan las comunas abastecidas mediante la obra de ingeniería.

Un gran beneficio que se tiene, mediante análisis de datos hidrológicos y corroborados mediante inspección in situ, es que en época de lluvia el río a encauzar; se desborda. De esta manera, se tiene un flujo intermitente en la época lluviosa del año. De este modo podríamos inferir, que el suelo de la zona es apto para el cultivo, ya que periódicamente es irrigado en época de lluvias, que corresponde a los principios de Diciembre hasta mediados de Marzo. Se cumple con unos de los propósitos establecidos dentro de las soluciones del proyecto. Es importante mencionar el hecho de que existe vegetación dentro de la zona de estudio, teniendo está dos derivaciones; la primera es el desarrollo comercial de los lugares aledaños al proyecto, hablando a nivel de comunas. La segunda, ya mencionada, el desarrollo y futuro crecimiento agrícola del sector; y por último, aunque no menos importante, el proveer de recurso hídrico a los moradores circundantes para uso propio; es decir consumo doméstico.

Además que el sitio de implantación es ideal, debido a la topografía presente del terreno. Lo que propicia el buen desarrollo y ejecución del proyecto, y aún más importante nos garantiza la no ocurrencia de un resalto hidráulico; teniendo como resultado un flujo continuo y sin irregularidades a considerar. Mediante un análisis previo se llega a la conclusión de los materiales que circundan la zona son aptos para la ejecución del proyecto, sin embargo se deben realizar los ensayos pertinentes para la corroboración de estas inferencias. A primera instancia se puede apreciar que el caudal de entrada va a ser mayor que es caudal de salida, en otras palabras en caudal que se va embalsar será suficiente para cubrir las demandas de los beneficiarios sobre el recurso en cuestión.

Como resultado de lo antes expuesto se puede inferir que el proyecto estará situado en el lugar idóneo, donde el lugar de implantación va acorde a las necesidades del proyecto y de los moradores. Asimismo de que el presente trabajo goza de una factibilidad de grandes índices, sin mencionar el desafío en la aplicación de los conocimientos de ingeniería; propios para una evaluación en un trabajo de Titulación.

Cabe resaltar que al tratarse de una zona alejada, también que la situación en lo referente a algunos recursos, ya sean estos directos o indirectos, es precaria; se tratara del que el pre-diseño se de una forma no tradicional, es decir tratar de acoplarnos a las limitantes que radica en el sector. Se proyecta trabajar de forma no convencional, ya que el lugar de implantación, y el sector de beneficio presenta algunas características especiales. Esto pone a prueba los conocimientos aplicables a la Ingeniería y su desarrollo profesional. El presente proyecto busca no solamente captar el recurso hídrico, para que las comunidades lindantes puedan abastecerse del mencionado recurso, ya sea este para cualquier necesidad que se busque satisfacer; ya sean estas de uso doméstico, uso industrial, o irrigación.

CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

2.1 Fundamentación teórica.

Desde épocas remotas, la disponibilidad de agua ha venido a ser uno de los factores para el establecimiento de una comunidad, así como también el desarrollo de la misma. Es imperioso encontrar un equilibrio entre la demanda de recurso hídrico existente versus la disponibilidad de agua existente, acondicionado al entorno natural del sitio y los cambios implicados por la presencia del hombre. La búsqueda de este equilibrio es imprescindible, para así poder definir que metodología aplicar. “Sobre todo en los países que el agua no es un bien abundante o si bien es abundante, es irregular en su presencia y espacio” (Diez-Cascon, D. Joaquín, 2000).

Se define como presa a un conjunto de estructuras que tienen como objetivo impedir el paso de una corriente para aprovechamiento del agua además de protección contra inundaciones y avenidas. La primera infiere en la captación de agua, riego; a poblaciones ubicadas en zonas cercanas a la corriente o para aprovechar el agua para satisfacer cierta demanda propia de la población.

Algunos definen como “Presa” lo que respecta únicamente a la cortina, otros la consideran como todas las estructuras que conforman la obra.

En las primeras fases para la realización del proyecto, en este caso una presa, tenemos la planeación, que básicamente es definir dos puntos principales, las necesidades y las posibles alternativas para satisfacerlas.

En estos proyectos relacionados con presas, es imperativo definir el uso o función de la presa, si esta será de aprovechamiento o de defensa o derivación. Para ciudades con problemas de avenidas, la prioridad es una presa de defensa. En el caso presente, que es una población con poco abastecimiento de agua, “donde la economía se basa en la agricultura, la necesidad sería una presa de aprovechamiento o más específicamente una presa para riego agrícola.” (Molina, J., 2011).

Una vez establecidas las necesidades (demanda de agua), se realizan el análisis de pre-factibilidad del proyecto, por lo cual es de vital importancia conocer las características de la zona, para así poder plantear las alternativas más favorables para el proyecto. Este análisis permite conocer los pro y contra, lo que da paso a la toma de decisión de llevar a cabo o no a cabo el proyecto.

Para conocer las características de la zona, se necesita conocer datos de las áreas de topografía, geología, hidrología.

Tabla 2.1. Clasificación de las presas según Bureau of Reclamation (USBR, 1970)

Según su función	Presas de embalse
	Presas de derivación
	Presas de retención

Según sus características hidráulicas	Presas vertedero
	Presas no vertedero

Según materiales empleados	Presas de suelos	Presas homogéneas		
		Presas heterogéneas		
		Presas de pantalla		
	Presas de escollera Presas de hormigón	Presas de gravedad		
			Presas de arco	
		Presas de pantalla	Directriz plana	
			Directriz curva	
			Presas de contrafuerte aligeradas	

(USBR, 1970)

Tabla 2.2. Embalses del Ecuador

EMBALSE	VOLUMEN (10 ⁶ m ³)	CLASIFICACION
DAULE PERIPA	6000	GRANDE
LA ESPERANZA	450	MEDIANO
MAZAR	410	MEDIANO
CHONGON	280	MEDIANO
TAHUIN	250	MEDIANO
PAUTE	120	MEDIANO
PISAYAMBO	100,70	MEDIANO
POZA HONDA	100	MEDIANO
MICA	50	PEQUEÑO
SALVE FACCHA	10,50	PEQUEÑO
AZUCAR	5	MINI
AGOYAN	0,76	MICRO

Sandoval w., 2012

CUADRO 2.3. Clasificación de Embalses

CATEGORIA	VOLUMEN (10 ⁶ m ³)	AREA (Km ²)
MICRO	<1	<1
MINI	1 a 10	1 a 2
PEQUEÑOS	10 a 100	2 a 20
MEDIANOS	100 a 1000	20 a 100
GRANDES	1000 a 10000	100 a 500
MUY GRANDES	10000 a 50000	500 a 5000
GIGANTES	>50000	>5000

Zheleznyakov G., 1984

2.2 Formulación de hipótesis.

Es un concepto erróneo el pensar que solamente se pueden ejecutar presas de hormigón, también existen presas de tierra; que son tan eficientes como las ya mencionadas. Las presas de materiales sueltos son más comunes en las zonas rurales; y mucho más loables, ya que se elaboran con los materiales existentes que circundan la zona de estudio. Además de que no se necesita de una gran cantidad de mano de obra calificada, siendo así, una buena opción para proyectos de vinculación con la comunidad. Por esta y otras más razones son una buena opción en lo que se requiere de almacenamiento de agua, post – distribución para las necesidades del sector de influencia

2.3 Definiciones conceptuales.

Presa.

Estructura que lleva la finalidad de almacenar agua o derivación de río (acorde a la zona de estudio), además tiene la función regular el curso de agua natural, en algunos casos como control de inundaciones.

Nivel de Aguas Mínimo (NAMÍN).

Es el nivel considerado para recibir los azolves durante la vida útil de la obra. Se obtiene en base al volumen de sedimentos esperado para la vida útil de la obra

Nivel de Aguas Mínimo de Operación (NAMINO).

Es el mínimo nivel que se puede tener para el funcionamiento de la obra de toma y queda determinado con el gasto de demanda.

Nivel de Aguas Máximas Ordinarias (NAMO).

Es el nivel máximo con el que opera la presa.

Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias (NAME).

Es el nivel máximo que es capaz de resistir la cortina calculado para un valor máximo esperado de una avenida

Corona.

Es la altura máxima de la cortina, cuya elevación corresponde a la elevación del NAME más el bordo libre.

Cuenca.

Área de captación de la lluvia.

Parteaguas.

Es el límite de la cuenca y como su nombre lo indica separa el agua entre cuencas vecinas.

Vaso de almacenamiento.

Se forma por la presencia de la cortina.

Boquilla.

Sitio donde se localiza la cortina.

Vaso.

Es el área en donde queda almacenada el agua formando un lago artificial.

Cortina.

Obstáculo que se interpone a la corriente para formar un

vaso de almacenamiento.

Durabilidad.

Tiempo de vida útil de determinado material.

Cimentación.

El caso de la cimentación los aspectos a diseñar son; la capacidad de soporte, estabilidad general, asentamientos y filtraciones, con el objeto de definir el material que se debe remover, y poder garantizar la capacidad de soporte y la estabilidad de la presa.

Ancho de la corona. Depende directamente del uso que se le pretenda dar, ya sea como vialidad o solo para mantenimiento.

Zonificación de materiales.

Se debe de buscar que el alineamiento del eje de la presa sea recto en presas largas, para evitar que se presente concentración de esfuerzos en los diferentes tipos de material que conforman la cortina, que repercutirían en agrietamientos (Ing. Jaime Suárez Díaz).

Maquinaria

Conjuntos de piezas que ayudan a realizar un trabajo con un fin determinado.

Método constructivo.

Es la técnica o diferentes técnicas que se emplean para ejecutar una obra.

2.4 Aspectos Básicos de Ingeniería

2.4.1 Cartografía.

La cartografía del sitio de la presa se divide en cartografía temática y general, siendo así que se tendrá algunos mapas del lugar a diferentes escalas.

En la cartografía General se tendrán los mapas que son destinados para el público en general; aun así tendrán una variedad de características.

Por otro lado los mapas temáticos, estarán basados en la topografía que representa el lugar a estudiar. Hacen referencia a datos más representativos y de vital importancia como el tipo de suelo, la geología, precipitaciones, etc.; o de otros temas relacionados como calidad de vida, índice económico, y otros de esta índole.

El presente estudio, el pre diseño de la presa de tierra, será en base a las cartas topográficas elaboradas y por el INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR (IGM) disponibles en formato físico o digital.

2.4.2 Topografía

La zona en cuestión está comprendida por ríos intermitentes y de corto alcance, que su orogénesis e hidrogénesis parte desde la cordillera de Chongón - Colonche, la misma que se sitúa en las cercanías de la costa.

Sus cauces generalmente son de escaso aporte, los escurrimientos considerables se deben a las aportaciones en épocas de lluvia. Además

que posee una pendiente variable; considerable en sus inicio, conforme se acerca a la costa va disminuyendo. Existen pequeñas microcuencas cercanas a las cordilleras conformadas por ríos intermitentes.

La representación más importante de la zona es la cordillera Chongon – Colonche. Presenta elevaciones que van hasta los 300 metros sobre el nivel del mar.

Esta disposición de la cordillera permite la formación de valles de diferentes formas y características, en dirección hacia el mar con variaciones en sus pendientes, estas más fuertes hacia el norte y más suaves hacia el centro y sur.

En la mayor parte de la zona, la vegetación es arbustiva, semiárida, seca, con presencia de cactáceas llamados también cactus y abundancia de pequeños y medianos arbustos secos, además de la formación de pequeños bosques secos hacia el interior.

Existen muy pocas especies de animales en esta región por las condiciones secas de la vegetación y la escasa comida, además el terreno es de difícil acceso con predominio de suelos dispersivos y tubificaciones.

Los caminos son de difícil acceso ya que la vegetación ha tomado parte del camino en los que no ha habido ningún tipo de mantenimiento.

2.4.3 Hidrometeorología.

Hidrometeorología es la ciencia en la que se estudia el ciclo del agua en la naturaleza y está muy estrechamente ligada a la meteorología, hidrología y el clima.

La misma que abarca el estudio de evaporación y precipitación así como también infiltración y derramamiento superficial. Además comprende la observación, procesamiento y análisis del comportamiento de elementos hídricos, principalmente lo correspondiente a descargas de los ríos, esto se ve reflejado en la cantidad de volumen almacenado en embalses naturales y artificiales.

El territorio del Ecuador se encuentra dividido en regiones naturales, ya sean estas demarcadas por su topografía, clima, vegetación y población.

El suelo de la región Litoral es generalmente bajo, con pequeñas elevaciones que difícilmente sobrepasan los 240 m de altura sobre el nivel del mar. El principal sistema montañoso de la región lo constituye la cordillera Costera o de Chongón Colonche que divide a la región en dos subregiones: Costa Externa y Costa Interna.

Conocemos que los vientos predominantes en el Ecuador son los alisios del Nordeste en el Hemisferio Norte y los del Sudeste en el Hemisferio Sur, alterándose esta prevalencia por el comportamiento de las masas de aire y los desplazamientos del cinturón ecuatorial.

La región costanera central (Península de Santa Elena y Sur de Manabí) la mayor parte del tiempo está bajo la influencia de la corriente fría de Humboldt.

Heliófila.- Es el número de horas en que el sol se hace presente en un lugar determinado. El promedio anual de horas de brillo solar es aproximadamente unas 1800 horas, siendo las más favorables de este número las zonas más secas.

Precipitación.- Es la cantidad de masa de agua de lluvia que se origina de la descondensación en la atmósfera. En la Región Litoral, las precipitaciones anuales registradas llegan a los 250 mm, mientras que precipitaciones anuales superiores a los 3000 mm.

Otros de los factores que afectan las condiciones meteorológicas e hidrológicas de la península de Santa Elena son la corriente cálida del niño y el desplazamiento de los vientos de la zona de la convergencia intertropical.

En la faja Costera la influencia de la corriente Humboldt, es marcadamente mayor lo que se traduce en una menor densidad de lluvias.

Partiendo desde la clasificación climática de Köppen, la faja costera situada hacia el oeste de la línea data, Progreso, Sube y Baja, Colonche y Palmar es de clima seco mientras que el resto del área es de clima tropical sabana.



(INAMHI, 2012)

Figura 2.1. Clasificación Koppen de la zona (D d A')

Tabla 2.4 Clasificación de Koppen

Clasificación de Koppen	
Índice hídrico	D
Variación estacional de la humedad	d
Régimen térmico	A'

Elaboración Propia

Durante los meses comprendidos entre mayo y Diciembre, la región está relativamente libre de nubes, aunque hacia el norte se puede divisar una ligera capa de nubes más bajas.

Cuando predomina la influencia de la corriente del niño, origina una corriente de aire húmedo cálido. Estas masas de aire, al moverse hacia adentro, pierden su humedad principalmente hacia el este y sur.

2.4.4 Climatología de la provincia de Santa Elena

Las características climáticas que imperan en la Península de Santa Elena difieren la provincia del Guayas, en particular en lo que a precipitación se refiere. Los factores principales que inciden sobre las condiciones climáticas en la península son la corriente fría de Humboldt, la corriente Cálida del Niño y la zona de los vientos de la convergencia intertropical.

Desde el mes de Enero hasta Abril la corriente cálida del Niño avanza desde Panamá hacia el Sur a lo largo de la faja costera y en las proximidades de la Península de Santa Elena recibe la influencia de la corriente de Humboldt, originándose una corriente de aire húmedo perdiendo humedad en el interior de la provincia, principalmente por el efecto orográfico de las elevaciones montañosas.

Las temperaturas de la Península oscilan entre los 17°C y 32°C, mientras que la evapotranspiración alcanza los 1100 mm, por lo que existe un déficit en el abastecimiento de agua.

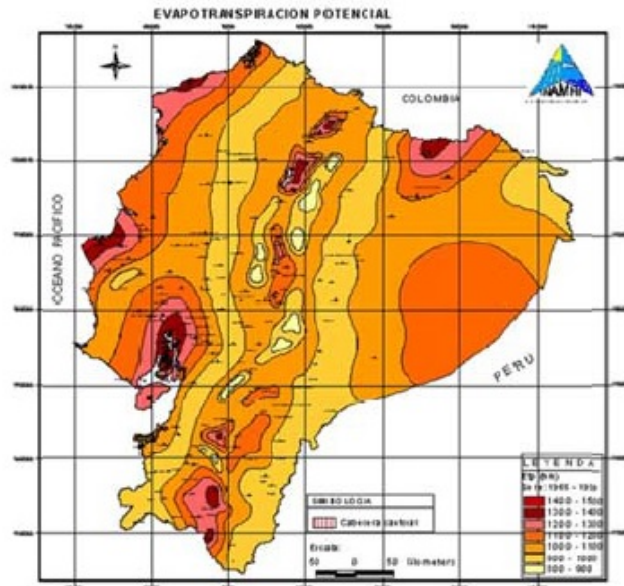


Figura 2.2. Mapa de evapotranspiración proporcionado por el INAMHI

2.4.5 Geología

Geología Santa Elena (ZE)

La península de Santa Elena se da origen por sucesos tectónicos, vinculado con el movimiento de las bases tectónicas de los cerros Chongón y Colonche.

Dentro de las afloraciones que podemos encontrar en la Península de Santa Elena tenemos rocas marinas sedimentarias procedentes del terciario (Sheppard, 1933), conformado por areniscas, lutitas, limolitas y algunos conglomerados meteorizadas.

Formaciones Geológicas de la zona de estudio.

- **Formación Piñón:**

Correspondiente al cretácico está conformada por rocas basálticas extrusivas como peridotita y andesita.

- **Formación Cayo:**

De igual forma corresponde al Cretácico, conformada en su mayoría por sedimentos, estos tienen la peculiaridad que poseen una mayor resistencia a la erosión. Ejemplos de rocas de esta zona tenemos lutitas, areniscas, pizarras silificadas.

- **Miembro Guayaquil:**

Forma parte del cretáceo, está conformada por cherts y cuarzo.

- **Grupo Azúcar:**

Procedentes del paleoceno, abundan lutitas y areniscas. De aquí se obtiene grandes cantidades de arcilla para uso ingenieril.

- **Formación San Eduardo:**

Formada principalmente por calizas Ubicada al sur de Chongón-Colonche.

- **Formación Santa Elena:**

Originadas en el Cretáceo. Compuestas por sedimentos silificados muy comunes en la zona de la península de Santa Elena. (Sheppard, 1933).

- **Formación Tablazo**

Correspondiente al Cuaternario. El origen del nombre “Tablazo” fue dado por la similitud de las terrazas marinas del Perú. Algunos geólogos han estudiado esta formación, entre los más importantes tenemos a Sheppard (1985).

- Tablazo de Santa Elena.

Está conformada por areniscas calcáreas y coquinas. (Repetto, 2012)

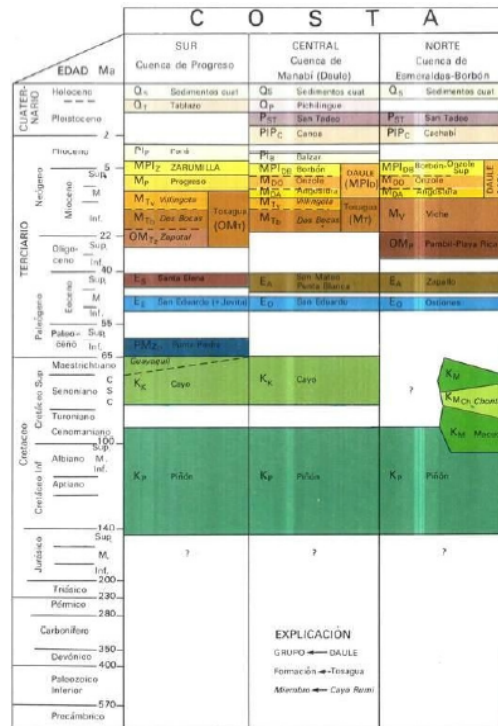


Figura 2.3. Cuadro de las relaciones estratigráficas de la Región Costa (INAMHI, 2012)

2.4.6 Geotecnia

En la península de Santa Elena encontramos suelos arenosos, limosos y arcillosos de plasticidad media. Esto se debe al bajo índice de humedad en el sector.

El área presenta dos tipos de suelos bien diferenciados, suelos residuales generados por meteorización (arena limosa) en los macizos rocosos del sector. Los suelos de deposición aluvial que se producen por la sedimentación en los sistemas de drenaje natural.

Las areniscas silíceas presentan una alta resistencia y dureza, en caso de no estar en un proceso avanzado de meteorización. Otra característica de estos suelos es que debido a su matriz silícica, resultan ser impermeables.

A simple vista, tenemos las areniscas arcillosas. Estas resultan ser de menor resistencia y son más susceptibles al ataque de la meteorización.

Por otro lado, las arcillas del sector resultan ser de alta resistencia al corte en estado seco.

Control de Calidad de los suelos

Para determinar la calidad de los suelos en el sitio de la presa se procederá a realizar ensayos pertinentes para verificar la loabilidad de su uso dentro del proceso constructivo de la obra mediante los siguientes ensayos de laboratorio:

- Análisis granulométrico tamiz 200
- Granulometría
- Ensayo de humedad natural

- Límites de Atterberg
- Prueba de Proctor Estándar**
- Ensayo Triaxial**

2.4.7 Hidrología e Hidráulica

2.4.7.1 Cuenca hidrográfica:

Se define cuenca hidrográfica como el área delimitada por una divisoria de aguas (cota más elevada) en la cual la masa de agua producto de la precipitación tienden a ser captadas por un sistema de drenaje natural.

Divisorias

La divisoria de aguas es una línea imaginaria que sirve para delimitar una cuenca hidrográfica de otras. Otra terminología utilizada para definir la las divisorias es parteaguas.

2.4.7.2 Características geomorfológicas de la cuenca.

Área de drenaje.

Es el área plana delimitada por el o los parteaguas.

El área aproximada de la cuenca del río Piedras es de

Forma de la cuenca.

Se suele referir al índice de compacidad o coeficiente de Gravelius que se representa como relación del perímetro de la cuenca entre la longitud de la circunferencia de un círculo de área igual a la de la cuenca de estudio.

$$A = \pi r^2$$

$$R = (A/\pi)^{1/2}$$

$$\text{Donde } K_c = P / (2\pi r); K_c = 0.28 P/A^{1/2}$$

P = Perímetro de la cuenca, en km

A = Área de drenaje de la cuenca, en Km²

Cuando menos irregularidades presenten la cuenca, repercute en un menor índice de compacidad. En lo referente al tema de análisis de crecientes o avenidas, es fácil poder identificarlas en el caso de que el valor de $K_c=1$; esto es cuando la cuenca presenta una forma casi circular, tiene una gran probabilidad de la presencia de avenidas.

Factor de forma.

Se define como la relación entre el ancho medio y la longitud axial de la cuenca al cuadrado. La longitud en el eje del río es considerada desde la cortina hasta el punto más alejado de la cuenca.

$$K_f = A/L^2$$

$$K_f = 15,14/(8,61)^2$$

$$K_f = 0,204$$

Una vez más en lo referente a las crecientes, se puede inferir que un factor de forma menor nos indica que es más propenso a estos acontecimientos.

Sistema de drenaje

Un sistema de drenaje está constituido por el río principal y sus tributarios. Las características de la red de drenaje son:

Orden de los cauces.

Su aportación es reflejar el grado de ramificación o bifurcación dentro de una cuenca.

Longitud de los tributarios.

La longitud de los tributarios es una pauta para poder inferir el tipo de drenaje que tiene la cuenca, así como también la pendiente de la misma. Si se tiene una cuenca con gran cantidad de tributarios, sería lógico que esta tuviera una gran pendiente y tenga un buen drenaje, por otra parte en zonas de planicie donde los suelos son permeables, únicamente poseen tributarios largos, que usualmente son cauces permanentes.

Densidad de drenaje.

Se lo establece como la relación entre la longitud total de los cursos de masas de agua en la cuenca contra su área total.

Densidad de los cauces.

La densidad de los cauces en una cuenca de drenaje, se puede definir mediante la relación del número de cauces sobre el área drenada.

Pendiente de la cuenca.

La pendiente media de una cuenca presenta una mayor importancia en relación a los puntos anteriores en consideración de una precipitación considerablemente alta.

$$S = (H_{\text{máx}} - H_{\text{min}}) / L$$

$$S = (135) / 8610$$

$$S = 0.01568$$

Donde $H_{\text{máx}}$ y H_{min} son respectivamente la cota del punto más alto y más bajo de la cuenca en m. Mientras que L es la longitud del cauce principal.

2.4.7.3 Precipitaciones vs. Suelos

Suelos de la cuenca.

La cuenca de drenaje está situada en una zona donde se puede apreciar una vegetación seca y árida conformada en su mayoría por pequeños

arbustos propios del sector, además de los suelos ya descritos con anterioridad.

Datos meteorológicos.

Para el estudio de este trabajo de titulación se han tomado los datos de las estaciones hidrológicas y meteorológicas más cercanas al sitio de la presa, unas de la más representativas son la estación Salanguillo, Azucar, Julio Moreno, Limoncito, Suspiro, Manglar y Guayaquil.

La información base para este análisis es proporcionada por el INAMHI. Dichos datos comprenden precipitaciones máximas, referidos en cada uno de los meses del año.

Precipitación media de la cuenca

Su importancia es vital para el cálculo del balance hídrico de la cuenca. Para conocer la precipitación media que acontece sobre la cuenca, tenemos tres métodos:

- Método Aritmético
- Método de las Isoyetas.
- Método de los polígonos de Thiessen

Escorrentía superficial

Mediante análisis de la precipitación, se procede al estudio del fenómeno del escurrimiento. El escurrimiento es la cantidad de masa de agua que

no ha infiltrado y corre libremente por la cuenca. Cabe recalcar que existen varios tipos de escurrimientos como: superficial, subterráneo y el subsuperficial.

La de mayor importancia desde el punto de vista ingenieril, es la escorrentía superficial, para realizar el análisis de ocurrencia en que se presenta y la transportación de masa de agua que adquiere la red de drenaje y desplazándose de forma superficial por acción gravitacional.

2.4.7.4 Factores que influyen en la escorrentía superficial.

Factores fisiográficos.

Área:

Está ligada a la cantidad de agua que puede almacenar, dependiendo del tamaño de la cuenca.

Factores climáticos.

Intensidad de precipitación:

Mientras mayor sea la intensidad de lluvia, menor será capacidad de infiltración; lo que conlleva a un mayor índice de escurrimiento.

Duración:

La intensidad de lluvia es directamente proporcional a la escorrentía superficial; mientras mayor sea la duración de lluvia mayor será la escorrentía.

Precipitación antecedente:

Este fenómeno se origina cuando hay la presencia de una precipitación previa, estando el suelo “parcialmente saturado”, dando como resultado un mayor índice de escorrentía.

Permeabilidad: Influye directamente en la capacidad de infiltración, cuanto más permeable sea el suelo, mayor será la cantidad de agua que pueda absorber disminuyéndose así la ocurrencia de precipitación

Factores humanos.

Obras hidráulicas:

La construcción de obras hidráulicas, como presas, se produce una disminución en la escorrentía ya que es captada por la presa; esto también repercute en su velocidad de propagación.

Control de Crecientes

Una creciente es un fenómeno natural de ocurrencia periódica, donde la masa de agua que se desplaza es relativamente mayor a las de las

estadísticas. Estas ocurrencias de desplazamiento de grandes caudales que desbordan los cauces suelen denominarse inundaciones. Las dos principales causas de estas son el exceso de precipitación y el desbordamiento de volúmenes aguas arriba. Cabe recalcar que una creciente no necesariamente puede causar inundaciones, el presente proyecto puede incurrir como obra de control.

Calculo de las crecientes.

Acorde a la importancia de la obra y a las restricciones de la disponibilidad de información básica de estudio; se puede seleccionar algunos métodos a utilizar para la determinación de las crecientes.

- Estimación en base a registros históricos
- Método racional.
- Métodos probabilísticos.
- Hidrograma unitario.
- Envoltentes de crecidas.

2.4.7.5 Hidrogramas

Periodo de retorno (Tr)

Es el tiempo promedio en el que el caudal pico llega a un máximo. Usualmente es medido en años, existen tabulaciones de diseño para ciertas obras. Se puede escoger en calcular el tiempo de retorno o acogerse a los ábacos. Los factores que incurren en la selección o cálculo de tiempo de retorno son:

- Vida útil de la obra.
- Tipo de estructura
- Facilidad de reparación y ampliación.
- Peligro de pérdidas de vidas humanas.

Tiempo de concentración (Tc).

Es el lapso de tiempo que tarda en llegarla lluvia que precipita en el punto más alejado de la cuenca. También se define como el tiempo necesario para que toda la cuenca sea aportada. Se mide en horas o minutos, de acuerdo al tipo de cuenca

Mediante el uso de fórmulas empíricas ya previamente establecidas como la del Bureau of Reclamation, California Culverts Practice, Retardo de SCS, Kirpich, Temez entre otras se puede determinar el tiempo de concentración, en este caso usaremos la última (Temez).

$$T_c = 0,3 * (L/S^{0,25})^{0,75}$$

$$T_c = 0,3 * (8,61/0,0135)^{0,75}$$

$$T_c = 3,286 \text{ años}$$

2.4.7.6 Hidrogramas

Hidrograma.

Se denomina hidrograma a la representación gráfica de caudal, en un lapso de tiempo determinado.

Hidrograma Unitario

Se define como un hidrograma de escorrentía directa, que se genera por el exceso de lluvia sobre un área delimitada durante resultante de una duración efectiva.

Hidrogramas Unitarios sintéticos

Se lo utiliza para así poder conocer el caudal de diseño de la cuenca. Para la estimación de este hidrograma son registros de escurrimiento y caudales en el lugar de la obra y sectores colindantes

Por la complejidad de obtener estos datos en campo; los caudales generados por la precipitación, se ha decidido mediante la precipitación original obtener la escorrentía

En efecto, los hidrogramas sintéticos desempeñan una función muy importante en el campo de la Hidrología, esto sucede cuando no se dispone de registros simultáneos o secuenciales de precipitación y escurrimiento. Se puede estimar un Hidrograma Unitario (HU) para la cuenca de estudio, si se conoce las características físicas más importantes de la cuenca.

Determinación del hidrograma de escurrimiento.

Para un diseño de infraestructura que interviene con el normal funcionamiento del sistema de drenaje de la cuenca es vital conocer los caudales máximos ocurridos de una avenida. No obstante en el referente

al diseño de pequeños embalses la estimación de caudales de avenidas no es representativa, ya que es necesario tener énfasis en el estudio de las riadas máximas o avenidas a la que dicha cuenca se verá expuesta

Calculo del balance hídrico

Comúnmente en las zonas áridas y semiáridas, como es la zona de estudio, el agua constituye un recurso escaso; siendo este vital para el desarrollo económico y social de las comunidades que circundan la zona. El balance hídrico es el equilibrio que se da entre los ingresos y egresos del recurso hídrico al sistema. En una cuenca hidrográfica sus aportantes principales son: precipitaciones, agua subterránea, trasvase de agua desde otras cuencas. De igual manera las pérdidas de agua suelen ser: evapotranspiración, evaporación, infiltraciones. Dentro de los meses de diciembre a Abril el balance hídrico se lo considera positivo por ser esta de la estación lluviosa del Ecuador.

2.4.7.7 Obras de hidrotecnia - Vertedores de desborde o de alivio.

Función.

La función de estos vertedores en obras hidráulicas como la presas de almacenamiento es dejar escapar el agua excedente o de producto de unas riadas o avenidas que aportan un volumen excedente para el diseño original de la presa

Componentes de un vertedor:

- Canal de aproximación
- Estructura de control de control
- Estructura de conducción
- Transición-Rápida
- Estructura Terminal (disipación de energía)
- Canal de descarga

Ubicación del vertedor

Los factores técnicos económicos a considerar son:

- Topografía
- Geología
- Movimiento de tierra (excavación)
- Permeabilidad y capacidad portante de los suelos
- Estabilidad de los taludes.
- Tipo de presa
- Objetivo del embalsamiento
- Banco de materiales de construcción.

Vertedores con cimacio tipo Creager

Es el vertedor más común usado en la ingeniería, especialmente en presas con “considerable longitud de corona, este vertedor podría estar ubicado en el cuerpo de la presa.

Se usa este perfil por la particularidad de la cresta que este posee, ya que protege en el momento que la masa de agua no produzca vacíos en el momento del “choque” provocando el fenómeno conocido como cavitación además de dar estabilidad al volteo

Este tipo de vertedor es muy común en cortinas de tierra o de enrocado, donde el mismo podría estar situado en uno de los extremos de la estructuras dando así la posibilidad de descargar a un afluente del rio. Si por razones topográficas no se pueden realizar en las cercanías de la cortina, también podrían situarse en lugares cercanas a márgenes inclinadas del natural del terreno. La descarga sobre una cresta de cimacio se obtiene mediante la fórmula:

$$Q=CxLxH^{2/3}$$

Dónde:

C = Coeficiente de descarga variable

L = Longitud efectiva de la cresta

H = carga total sobre la cresta.

2.4.8 Ambiental

Tabla 2.5 Parámetros a calificar en Informe Ambiental.

Parámetros	Medición
Carácter de Impacto o Naturaleza	Beneficio (+)
	Perjudicial (-)

Efecto	Directo
	Secundario
Magnitud/Intensidad	Baja
	Media Baja
	Media Alta
	Alta
	Muy Alta
Extensión	Impacto Puntual
	Impacto Local
	Impacto Extenso
Momento	Inmediato
	Corto Plazo (< 1 año)
	Mediano Plazo (1-5 años)
	Largo Plazo (> 5 años)
Persistencia	Fugaz (< 1 año)
	Temporal (1-10 años)
	Permanente (> 10 años)
Reversibilidad	Corto Plazo (< 1 año)
	Mediano Plazo (1-5 años)
	Irreversible (> 10 años)
Recuperabilidad	Total (I)
	Total (MP)
	Parcial
	Irrecuperable
Sinergia	Bajo o nulo
	Moderado
	Alto
Acumulación	Existe

	No Existe
Periodicidad	Continuos
	Periódicos
	Discontinuos

(Conesa, 2010)

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1 Diseño de la investigación.

El diseño de una investigación se define como “el pegamento que mantiene un proyecto de investigación cohesionado. Un diseño es usado para estructurar una investigación, para mostrar como todas las partes principales del proyecto de investigación funcionan en conjunto con el objetivo de responder a las preguntas centrales de la investigación”. (Trochím, 2005)

Por lo consiguiente, la investigación a realizarse va a ser de tipo documental, el trabajo de titulación se enfocará en obtener los datos de las estaciones meteorológicas e hidrológicas, para poder determinar la cantidad de caudal que aportan los afluentes de la subcuenca. Una vez obtenido el listado de estos datos se procederá a los cálculos para el diseño del proyecto.

La investigación también puede considerarse aplicada o aplicada, ya que en el transcurso del proyecto se ira aplicando los conocimientos de ingeniería adquiridos a lo largo de la carrera.

El desarrollo de la presente investigación se realizará de forma secuencial, fundamentándonos en el cronograma expuesto en el documento que nos indica las actividades que se deben realizar.

Esta investigación es de carácter analítico, ya que propone hipótesis que

el investigador trata de probar o invalidar. Al terminar la investigación y obtener los resultados se podrá conocer la factibilidad de una presa de materiales sueltos en la Parroquia Julio Moreno, en la provincia de Santa Elena.

3.2 Población y muestra

La población corresponde a todas las comunas que circundan la zona de influencia del proyecto, las más cercanas. Como muestra se tomarán al menos tres comunas de la parroquia Julio Moreno, se tomaran las muestras (Informativas) en de cada pueblo o comuna.

En lo referente a las muestras (representativas) de los materiales con que se va a ejecutar la presa, se ejecutaran los ensayos pertinentes cerca del lugar de implantación de la presa de tierra; en caso de que alguno los materiales no cumpla con las normas requeridas, se procederá a analizar los materiales de las canteras aledañas al sector.

3.3 Instrumentos de recolección de datos.

La recolección de datos consistirá en dos partes, la primera concerniente al área hidrológica; esta nos dará a conocer la cantidad de agua que se puede embalsar mediante un análisis del caudal que llega a la zona, ya sea este por precipitaciones, escorrentía o alimentación directa del río. Estos datos serán medidos en contraste con las necesidades hídricas de consumo del sector.

La segunda parte comprende lo relacionado áreas o temas a tratar, pero que gozan de una relevancia menor (en el presente trabajo), pero que

igualmente son fundamental para el estudio del presente proyecto, como son las áreas de: topografía, geotecnia, cimentaciones, etc.

Esta información se obtendrá de entidades y personas especializadas en el tema. Las fuentes más importantes en las que se ha encontrado información correspondiente al tema son:

- Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Santa Elena.
- INAMHI, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.
- IGM Instituto Geográfico Militar
- Estaciones Meteorológicas, Pluviométricas y Hidrológicas que circunden el sector
- Conocimientos del Ingeniero Blas Cruz Carpio, Profesor de Universidad de Especialidades Espíritu Santo (UEES).
- Apuntes de Clase de “Hidrología”, Ingeniero Miguel Cabrera
- Apuntes de Clase de “Obras Hidráulicas”, Ingeniero Jaime Bravo
- Información de estudios de suelos de la Parroquia Julio Moreno y lugares cercanos, Provincia de Santa Elena; obtenidos por el Laboratorio de la Cevaconsult.

3.4 Técnicas de investigación y pasos a utilizar.

Las técnicas son los procedimientos e instrumentos que utilizamos para acceder al conocimiento. Los pasos de la investigación han de ser los siguientes:

- Elección del tema
- Delimitación del tema
- Formulación del problema
- Planteamiento de la hipótesis
- Recolección de datos e información de los tipos de suelos que circundan la zona de interés.
- Recolección de datos e información de las precipitaciones del sector.
- Recolección de datos e información de las necesidades de las comunas en la provincia de Santa Elena.
- Análisis e interpretación de datos obtenidos.
- Comprobación o validación de la hipótesis.
- Elaboración de Propuesta y posible solución.
- Sustentación final.

CAPITULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Hidrología del Rio Piedras

4.1.1 Antecedentes

La época invernal 1997-1998 se vio afectada por la presencia del fenómeno de El Niño, lo que produjo la presencia de fuertes precipitaciones en la costa ecuatoriana, acarreando consigo inundaciones. La red vial de la provincia en general y la vía a Sta. Elena - Manglaralto, principalmente, fueron sometidas a la acción de avenidas extraordinarias y por lo tanto se produjeron socavaciones en las márgenes y cauces de muchos ríos, que motivaron fallas en puentes, alcantarillas y terraplenes de la vía, debido a su falta de capacidad hidráulica para conducir tales avenidas.

Con la finalidad de construir una presa en el sector de la desembocadura del río de las Piedras al río Nuevo, que abastezca de agua tanto para riego como para salubridad de los pueblos cercanos, se presenta el estudio hidrológico para un periodo de retorno de 100 años, que suministre las necesidades de los habitantes del sector.

4.1.2 Información básica obtenida

4.1.2.1 Cartografía y topografía

Sé adquirió la carta topográfica “COLONCHE” y “BALSAS” en escala 1:50.000 editada por el Instituto Geográfico Militar, la que sirvió para definir las características fisiográficas de la cuenca de drenaje. En el **Plano 1 (Anexo 2)** se puede observar la ubicación geográfica de la cuenca de drenaje.

4.1.2.2 Datos hidrológicos

Para el estudio hidrológico de la cuenca, se recopiló información de la Estación Manglaralto, que cuenta con datos de precipitación máxima en 24 horas desde el año 1963 hasta 1990.

En la **Tabla 4.1** se puede apreciar los valores anuales de precipitación máxima en 24 horas para diferentes estaciones.

Tabla 4.1 Valores Anuales de Precipitación.

VALORES ANUALES DE PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS
VALORES EN MM

AÑOS	ESTACIONES						
	SALANQUILLO	AZUCAR	JULIO MORENO	LIMONCITO	SUSPIRO	MANGLAR	GUAYAQUIL
63						12.5	54.6
64						45.5	76.5
65			64.7			60.3	55.6
66		30.0	40.0			20.8	178.4
67		79.3	127.0			228.4	75.0
68		----	10.9			9.5	98.8
69		25.0	122.1			15.6	124.6
70		30.5	70.7			----	51.5
71		41.8	39.5		46.7	----	58.6
72		54.6	117.7		112.4	45.6	91.6
73		----	111.6		50.7	115.1	204.7
74		10.8	45.9	60.0	45.3	34.0	135.8
75	30.5	102.5	129.5	17.5	69.1	121.2	122.1
76	50.1	102.7	63.7	----	82.2	43.6	170.2
77	68.5	40.8		180.0	62.5	69.1	61.7
78	22.9	----		40.4	34.1	23.4	59.3
79	63.2	14.4		38.2	56.6	40.8	88.6
80	69.8	79.8	30.6	116.0	72.3	40.6	108.5
81	3.5	32.4	----	25.5	27.8	39.1	95.7
82	25.9	40.7	52.0	47.9	40.6	31.5	55.8
83	77.6	150.7	150.7	148.4	133.8	160.7	164.4
84	37.9	31.4		64.0	30.4	53.1	80.5
85	15.9	23.8		36.5	37.4	25.3	45.1
86	3.6	61.3		61.9	56.1	4.5	91.5
87	43.7	40.2		127.1	75.6	9.0	128.6
88	36.4	53.5		68.8	24.5	8.0	117.1
89	35.0	93.4		139.7	152.3	70.0	120.6
90	0.9	11.5		38.9	21.6	14.5	49.6
91	51.6	47.0					116.4
92	58.4	70.0					113.6

4.1.3 Trabajos realizados

4.1.3.1 Hidrología

4.1.3.1.1 Descripción de la Cuenca

El río de la Piedra, en la desembocadura con el río Nuevo tiene un área de drenaje de 15.14 km², con una longitud de cauce de 8.61 km y una altura de cuenca de 135 m. La forma de la cuenca es alargada y el río nace aproximadamente a 200 msnm.

4.1.3.1.2 Caudal de Diseño

El caudal de diseño ha sido calculado, basándose en la metodología del hidrograma unitario, propuesta por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos de América, escogiéndose para esta región, la curva hidrológica No. 73, esta curva considera tipo de suelo, cultivo, conservación y utilización de suelos. La cuenca tiene un área de drenaje aproximada de 15.14 Km², con un desnivel de 135 m y una longitud de cauce de 8.61 km.

Para la aplicación del método, se cuenta con los datos de precipitación máxima en 24 horas de la estación Manglaralto, cuyos valores se los ajusto, mediante la aplicación de la distribución de probabilidad de Gumbel, para diferentes períodos de retorno, obteniéndose 187.15 mm para 50 años y 215.61 mm para 100 años.

A efecto de poder determinar el hidrograma correspondiente, se ha tomado como representativa, la distribución horaria de la tormenta originada en Guayaquil el 9 de Enero de 1973 y cuyo valor alcanza a las 24 horas 204 mm.

Con los parámetros indicados, se procedió a calcular los caudales de diseño para el período de retorno de 100 años, resultando un caudal de **82.80 m³/s**. En el **Gráfico 4.1** se puede apreciar el hidrograma.

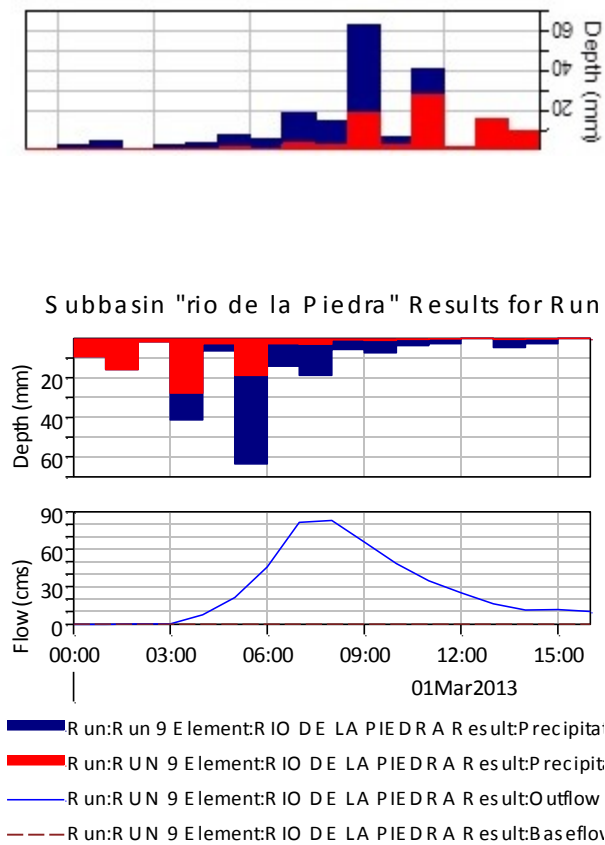


Gráfico 4.1. Hidrograma

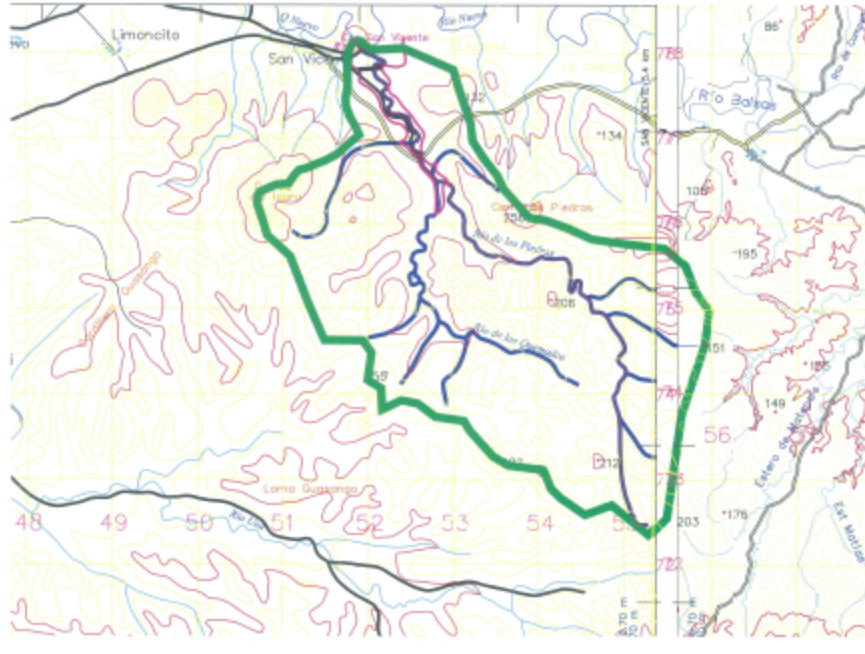


Grafico 4.2 Area del Vaso

4.2 Hidráulica

4.2.1 Obras Hidráulicas

El tema hidráulico está estrictamente concentrado en lo que respecta al cuerpo principal en este como el agua, almacenada por una estructura llamada represa o presa, con respecto a la estructura de la presa se ha considerado en el pre-diseño con los materiales del lugar; con un núcleo de arcilla.

Esta obra en su esencia constituye el instrumento que permite mediante su predimensionamiento tener una idea concreta del volumen a ser almacenado, en este caso 100 años para poder cumplir con los fines agrícolas y de saneamiento así como también para garantizar la descarga

del embalse del caudal ecológico, que bordea el 15% del volumen del embalse.

Además para los fines de explotación, es decir de trabajo de este almacenamiento de agua es necesario el predimensionamiento de obras hidráulicas o hidrotecnias, las mismas que cumplirán con la finalidad de servicio de este embalse, así tenemos:

Obra de Toma o Regulación: compuesta por una obra hidráulica o hidrotecnia, mediante la cual se permite la captación y utilización de $5\text{m}^3/\text{s}$ de agua de los cuales $4.82\text{ m}^3/\text{s}$ están predimensionada para el regadío y $0.18\text{ m}^3/\text{s}$ restantes para dar agua a una población cercana a los 900 habitantes proyectados a 20 años y con una demanda d $120\text{Lt}/\text{hab}/\text{día}$; cantidad de agua más que suficiente para zonas rurales, según normas internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS).

La demanda para el riego va en razón del producto a sembrar, así tenemos que para regar 10000 ha de ciclo corto que pueden estar incluidos cultivos de maíz, papa.

Se necesita una demanda de $4.82\text{ m}^3/\text{s}$ para abastecer con el riego una área de siembra agrícola alrededor de 10000 ha.

Entre los factores más importantes que influyen sobre la época en que se debe suministrar el riego a determinado cultivo, tenemos:

- Los requerimientos del agua por parte de la planta.
- La disponibilidad del agua para el riego.
- La capacidad de la zona radicular para almacenar agua.

Si estos requerimientos se cumplen, se puede garantizar el riego a máximo de 10000 ha.

Con la finalidad de abastecer de agua potable a las poblaciones de Bellavista, Rio Nuevo y Limoncito, con una proyección de 20 años se tendrá una población de 804 habitantes, los mismos que necesitarían un suministro de agua de $0.00125 \text{ m}^3/\text{s}$ cuando en realidad se tendría una capacidad instalada de $0.18 \text{ m}^3/\text{s}$ lo que abastecería una “planta compacta” con capacidad de $0.23 \text{ m}^3/\text{s}$ para satisfacer la demanda sanitaria del sector.

Vertedero de la presa (Azud): estructura de hormigón diseñada con la finalidad de garantizar la descarga del 15% del caudal ecológico y también garantizar la vida útil de la presa.

Esta estructura está constituida por un azud de hormigón diseñado en base a un perfil Creager para que trabaje en condiciones de flujo ahogado, es decir, con un tirante de agua; aguas abajo del mismo superior a su altura.

Estos prediseños se presenten en el capítulo siguiente, con sus respectivos cálculos hidráulicos y formas utilizadas para estos fines.

4.2.2 Sedimentología

4.2.2.1 Introducción

Los embalses son estructuras de ingeniería que presentan discontinuidades en el gradiente longitudinal, estos procesos son propios de los ríos.

Junto con el agua, los embalses no solamente regulan las masas de agua propias de las cuencas, también los materiales en suspensión producto de la erosión y arrastre generado por el sistema conformado de la cuenca (ríos). Esta regulación origina una captación de materiales denominada sedimentos, lo que originaría el fenómeno denominado colmatación.

La sedimentación fluvial tiene un impacto en los embalses, porque los materiales que van siendo arrastrados, generaran una colmatación, ya sea con limos, arenas, gravas. Esto repercute en la disminución de altura útil de la presa, y sin el debido mantenimiento podría inutilizar el uso y beneficio de la misma.

Los sedimentos generalmente son retenidos en el vaso del embalse, originando una reducción en la altura de agua, que se transmite en una pérdida de su capacidad de almacenamiento de agua.

Los finos que se transportan como sedimentos pueden mantenerse por un periodo mayor en suspensión y son los que usualmente son transportados hasta la cortina.

Los materiales sólidos comenzarán a depositarse en el lecho en función de las características de los mismos y de las condiciones de la pendiente del curso de agua y de su sección de escurrimiento.

Se producirá una deposición selectiva en función de la granulometría y del caudal circulante teniéndose, desde aguas arriba hacia aguas abajo, que primero se depositan los granulares de mayor tamaño, luego los de menor y dentro del embalse propiamente dicho se produce por el incremento de la sección de escurrimiento un régimen de velocidades que permite la deposición de partículas de pequeño tamaño.

Esto varía también en función de la permanencia de los volúmenes dentro del lago para lo cual es importante conocer el volumen de regulación frente al derrame anual

El fenómeno de sedimentación en los embalses además provoca una progresiva disminución de la capacidad de regulación de los caudales aportados a los mismos.

Como consecuencia se tiene una disminución marcada de la oferta del recurso hídrico, pudiendo llegar a verse anulada las funciones para los que estos embalses fueron proyectados

Factores de sedimentación en los embalses.

Los factores que intervienen en el aporte de sedimentos tienen que ver con los procesos erosivos, los factores topográficos, la capa vegetal del suelo, procesos hidrológicos etc.

Por lo antedicho la forma en que los sedimentos se depositan es variable en función de las singularidades del vaso y de las condiciones de operación del mismo, siendo que los principales factores que afectan a la distribución de los mismos son:

- Forma del vaso
- Características de los sedimentos.
- Finalidad del embalse (operación).
- Volumen del sedimento en función del volumen del vaso.
- Volumen del vaso en relación con del volumen de agua aportada.

Análisis del proyecto

El objetivo del estudio de niveles de sedimentación del embalse es establecer el estado actual de la acumulación de los sedimentos brindando información sobre el estado de la misma y crear las herramientas que permitan predecir como variarán los volúmenes que sedimenten en el embalse con el paso de los años y determinar las acciones que se deben realizar a los efectos de mantener un adecuado nivel de información sobre el mismo.

La cuenca de aporte corresponde a la red hidrográfica del Rio Piedras al oeste de la parroquia Julio Moreno de la Provincia de Santa Elena, con una cuenca de unos 15,14 km².

4.2.3 Calculo de caudal y sedimento

Calculo de Caudal de sedimento

En el presente trabajo se usó una ecuación de la producción de sedimentos, la misma que se presenta a continuación

$$Q_s = 2616 \times A^{-0.2774}$$

Para determinar la producción de sedimentos tenemos que: Q_s = producción de sedimentos en $m^3/Km^2/año$.

A = Área de la cuenca en km^2 .

$$Q_s = 2616 \times (15,14)^{-0.2774}$$

$$Q_s = 2616 \times 0,4706$$

$$Q_s = 1231,04 \text{ m}^3/\text{Km}^2/\text{año}$$

Calculo de volumen muerto

$$V_m = Q_s \times A \times T_{pr}$$

$$V_m = 1231 \times 15,14 \times 20$$

$$V_m = 372746,8 \text{ m}^3$$

CAPITULO V: PROPUESTA

Con el análisis de los suelos que circundan la zona, de las grandes precipitaciones propias del invierno, sumado a las aportaciones de los diferentes afluentes que comprende la sub cuenca de estudio, se propondrá una alternativa de solución al déficit de aprovechamiento de recurso hídrico, que asola el sector de interés en la provincia de Santa Elena.

Se ofrecerá la propuesta de construcción de una presa de materiales sueltos para el mejoramiento de dotación de agua para las diferentes necesidades del área de estudio. Se consideraron, al momento de ejecutar es estudio, las siguientes particularidades: La zona geográfica donde será construida la obra, el volumen de agua que llevan cada afluente, el uso de los suelos, clasificación y ensayos de los mismos; y las condiciones hidrológicas en la zona para seleccionar el diseño Hidráulico, Geotécnico óptimo, además de la metodología constructiva a emplearse.

A partir de resultados en la aplicación de la metodología propuesta se podrán iniciar la ejecución del Proyecto, si se posee el presupuesto necesario o la inversión requerida. Además de consolidar normas y recomendaciones para mejorar este tipo de procedimientos constructivos y utilizar de manera óptima los materiales in situ empleados en la construcciones de obras de esta tipología en las diferentes regiones del país.

5.1 Pre Diseño

5.1.1 Usos Previstos para el agua

5.1.1.1 Riego

El agua que se requiere para los cultivos principalmente es aportada por las precipitaciones, pero cuando ocurre un déficit en la demanda; se aportaría de forma artificial mediante un sistema de riego. Desde la perspectiva ingenieril, el sistema de riego se basa en el producto de obras de captación de aguas y distribución del mismo.

Mediante el recurso acuoso aportado y un buen sistema de drenaje se busca mejorar la calidad del suelo. Es decir, que por medio de abastecimiento de agua al destinatario agrícola; producto del embalsamiento, se tiene como otro objetivo indirecto es mejorar la matriz productiva agrícola de la región. De esta manera no solo se reparte agua al sector agrícola, si no también se optimiza el suelo de la zona y aumenta la oferta del agua. Por medio de esto se garantizara la producción continúe en época de sequía.

Recursos hídricos

La disponibilidad del agua es un factor clave para determinar el campo de acción o beneficio del proyecto, dada la premisa del cultivo y sistema sanitario, siendo esta responsabilidad del municipio de Santa Elena. Entre de los puntos de aportación de agua tenemos:

- Agua superficial, proveniente del escurrimiento producto de las precipitaciones en el sitio.

- Agua subterránea, generalmente acuíferos.
- Agua almacenada en embalses (proyecto)

5.1.1.2 Agua para uso domestico

El proyecto hidráulico planteado requiere del conocimiento de las necesidades a satisfacer, especificando una primordial o base y contemplando otras de menor importancia ya sea esta regional o global. Las necesidades irán directamente proporcionales a las necesidades del sector como del desarrollo de la zona de estudio y lugares aledaños.

Dentro del uso doméstico, se encuentran dos ramificaciones; la primera en lo referente al ámbito sanitario y la segunda a la dotación de consumo diario para humano. El recurso dado a esta área (la primeramente citada en especial) es un eje base en es mencionado proyecto. Se contempla que dentro del abastecimiento dirigido a satisfacer las necesidades sanitarias, no sería agua para beber ya que no sería tratada como “agua potable”, pero queda la posibilidad abierta para que el agua si se pueda tratar en un futuro.

Es imperioso conocer la demanda de agua para este fin, es decir, el volumen de agua que razonablemente se deberá consumir para las poblaciones beneficiadas con el proyecto.

5.1.2 Planificación de demanda

Demanda en reserva

Son la cantidad de agua (volumen) que se deben tener en reserva para el consumo previsible, considerando los márgenes de seguridad.

Demandas de proyecto

Son las demandas previstas a abastecer por cada problemática a solucionar con el proyecto. “Gasto de diseño, calculados sobre la base de la distribución instantáneas, determinando así las dimensiones hidráulicas de las diferente obras (Boligana, 1999).

Estimación de las necesidades.

Las necesidades primordiales van ligadas dos factores básicos: la población y el desarrollo que esta pueda tener. Estos factores deben ser analizados de tal manera que no vaya afectar en el desenvolvimiento en un futuro lejano.

5.1.3 Crecimiento poblacional

Es el crecimiento en base al desarrollo que pueda tener una población en cuanto al número de habitantes, con esto su densidad poblacional crecería con un porcentaje de crecimiento cada año.

De acuerdo a la formula:

$$P_n = p_i \times (1+r)^n$$

Dónde:

r = tasa de crecimiento anual

n = Número de años en el futuro

Dotación total

Población Bellavista:

Número de casas= 63

Promedio de habitantes por casa= 5

Población promedio= 315

Población Rio Nuevo:

Número de casas= 17

Promedio habitantes por casa = 5

Población promedio= 85

Población Limoncito:

Número de casas= 26

Promedio habitantes por casa = 5

Población promedio= 130

Población total de estudio= 530 hab.

$$P_n = 530 (1+0,021)^{20}$$

P_n= 804 habitantes

Dotaciones para Poblaciones:

La demanda de agua deriva de muchos factores esenciales y característicos de la zona de beneficio o abastecida. Estas mismas demandas son variadas para cada localidad que se asientan en la zona; incluso en sectores de una misma población.

Valores de dotaciones para consumo de agua por cada habitantes.

En el caso sería un medio rural en el cual la dotación promedio es 120 litros por cada habitante diariamente; de acuerdo a los factores de la población y sus requerimientos como los son el uso sanitario y además para uso con los animales (si fuera el caso) la dotación que se escoge será 120 Lts/hab/día.

Necesidades de tipo sanitario dentro del consumo doméstico: Es necesario por razones de salud una dotación mínima para el uso propiamente humano, el uso de los artefactos sanitarios tienen una influencia significativa, en estas dotaciones.

5.1.4 Pre diseño de la presa

Las presas de materiales sueltos son terraplenes artificiales contruidos para permitir la contención de las aguas, su almacenamiento o su regulación. Este tipo de presa fue la más utilizada en la antigüedad.

Es considerar que el tipo de presa propuesta demanda menor exigencia en lo que respecta a la deformabilidad de la fundación, en comparación otro tipo de presa.

Las condiciones de seguridad y estabilidad deben establecerse, ya sea en etapa de construcción y post-construcción (Operación). Es importante que exista un control en la construcción, que se desarrolle acorde al diseño. Además de considerar correcciones necesarias, que surgirán en el lugar de implantación.

Criterios para el diseño de presas de tierra

1. Una de las principales razones de falla es el desbordamiento o overtopping, por este motivo las estructuras de descarga o alivio se deben considerar los caudales de diseño.
2. La estabilidad de los taludes es un factor muy importante, principalmente agua arriba, ya que deben estar diseñados para soportar los esfuerzos a los que estarán sometidos durante la construcción y operación.
3. Para evitar la filtración a través de la presa de los materiales empleados, estos deben ser escogidos mediante control de calidad

y como dicta la normativa vigente. Lo mismo se da para la fundación y estribos de esta, en este último caso en particular debe ser menor o igual a la permisible.

4. La selección del tipo de presa, va ligada a la disponibilidad de materiales adecuados y si estos se encuentran en abundancia para la construcción del terraplén, es decir que se encuentren localizados dentro de una distancia razonable para la economía de la obra.
5. Se debe considerar una protección contra erosión, (viento, lluvia u olas) y el agrietamiento por las olas, lluvia o viento; en lo referente a los taludes y la corona.

Cimentación

- La cimentación debe ser estable para el terraplén, ya sea en condiciones de saturación y/o carga.
- Debe ser resistente a la filtración, para evitar pérdidas de agua.
- Se debe limpiar completamente el área de la fundación de la presa hasta llegar a una capa de suelo resistente y/o adecuada.
- Las áreas relacionadas con cauces de ríos deberá ser limpiada, a fin de eliminar material indeseable.
- Si el área hay presencia de material rocoso, es importante que ésta sea limpiada removiendo cualquier impureza o costra adjunta. En este proceso no es admisible el uso de explosivos.
- Es fundamental el control de flujo de agua (superficial) hasta que finalice la construcción de esta etapa.

Terraplén

Un terraplén debe cumplir los siguientes requisitos:

- Debe tener taludes estables bajo todas las condiciones de construcción y operación del vaso.
- Debe controlar las filtraciones a través de él.
- Debe estar seguro contra rebosamientos.
- Los taludes deben estar seguros contra la erosión.
- El costo debe ser mínimo y el uso de materiales económicos a disposición máxima

Filtraciones a través de los terraplenes

El núcleo de una presa de tierra provee resistencia a la filtración, previniendo así uno de los más grandes factores de falla de este tipo de presa (tubificación), que cree el embalse. Los suelos tienen un diferente comportamiento en relación a la permeabilidad.

La mayoría de las cortinas, ya sean estas rígidas o flexibles, son cortinas sobre cimentación permeable, que se desplantan a poca profundidad del cauce, en estas podríamos encontrar material como: grava y/o cantos rodados que son considerablemente permeables.

La cimentación al estar conformada de materiales permeables, se enfrentara al fenómeno de la subpresión, que originara una inestabilidad en la cortina.

Desarrollo de la Estabilidad

Calculo de la distancia húmeda

$$a = (d/\cos\beta) - [(d^2/\cos^2 \beta) - (H^2/\text{sen}^2 \beta)]^{1/2} ; \text{ para } \beta < 30^\circ \text{ (Bowles, 1982)}$$

$$\beta = 21.8^\circ$$

$$H = 15 \text{ m}$$

$$M = H_{ag} \times T_{al} = 15 \times 3.5 = 52.5 \text{ m}$$

$$d = 0.3 M + L = 63.3 \text{ m}$$

$$a = (63.3/\cos\beta) - [(63.3^2/\cos^2 \beta) - (15^2/\text{sen}^2 \beta)]^{1/2} = 13.26 \text{ m}$$

Línea de la red de flujo

Las filtraciones de una cortina se ven reflejadas en la carga hidráulica que las origina y de las características físicas de los materiales, por donde el agua efectúa su recorrido de filtración.

Cuando el flujo de agua en medios porosos (filtrada) llega a arrastrar los materiales de cimentación, acontece el fenómeno denominado tubificación (Pipping) el cual origina asentamientos, disloques, etc. Esto afecta la estabilidad de la estructura.

Por lo ya mencionado las cortinas de cimentación permeable deberán diseñarse con un gran recorrido de filtración, para así evitar la posibilidad de tubificación (ya sea aguas arriba o aguas debajo de la presa).

Aunque se acepten filtraciones en presas, estas se pueden ver incrementadas. Al haber iniciado el llenado del embalse, la carga hidráulica ira subiendo acorde al la altura de agua. Será necesario controlar estas filtraciones con obras anexas para asi evitar daños a la estructura.

$$Y = KX^2 \text{ (Bowles, 1982)}$$

$$K = Y_0 / X_0^2 = 0.003183$$

Tabla.5.1 Valores de la Red de flujo

y	KX ²
0,00	0,000
10,00	0,318
20,00	1,273
30,00	2,865
40,00	5,094
50,00	7,959
56,24	10,070

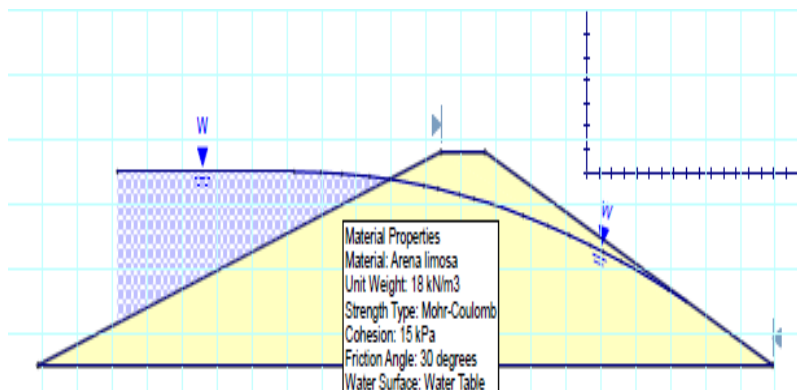


Grafico 5.1 Línea de la red de flujo

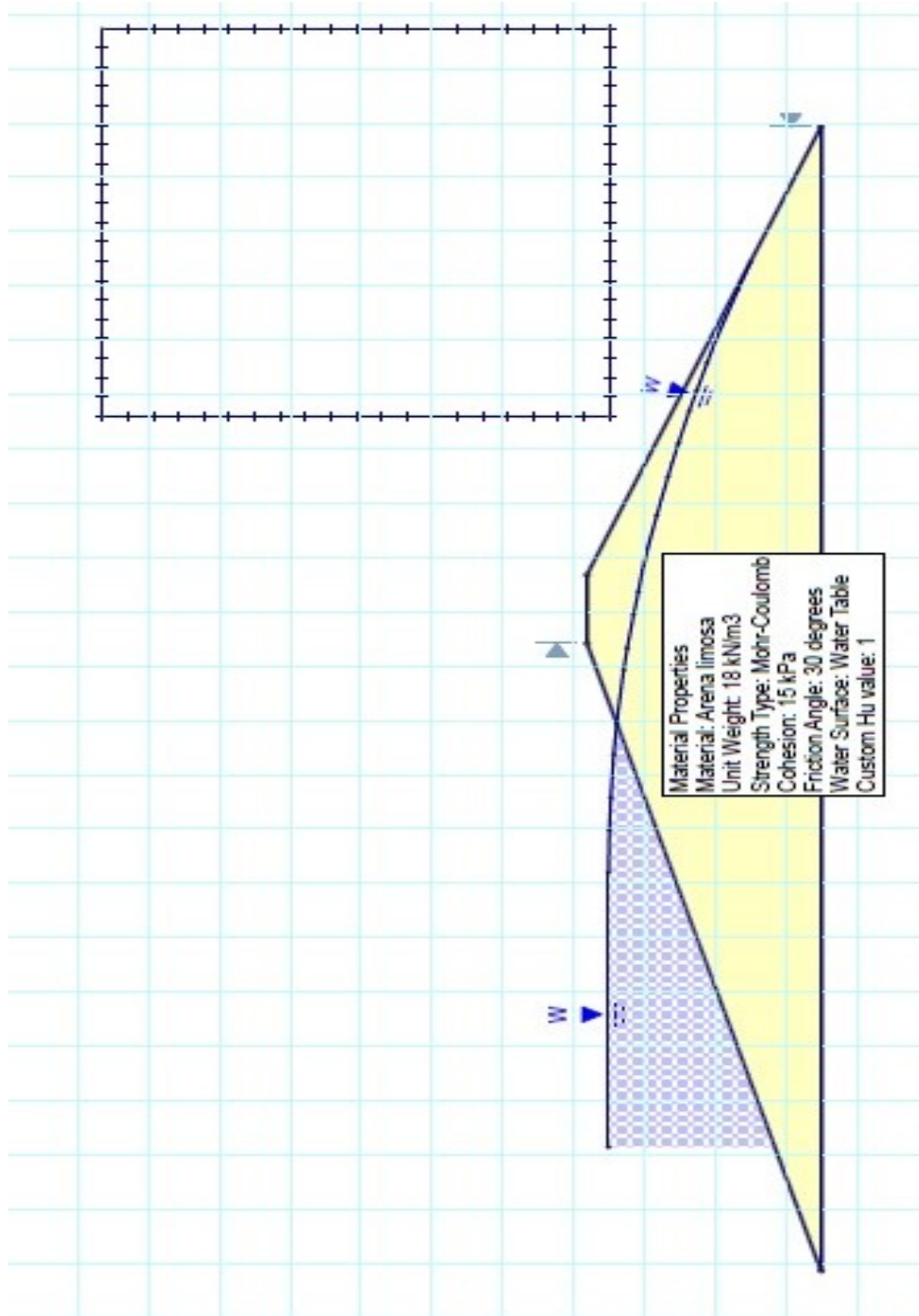


Grafico 5.2 Análisis de Estabilidad de Talud-Estatico Caso I

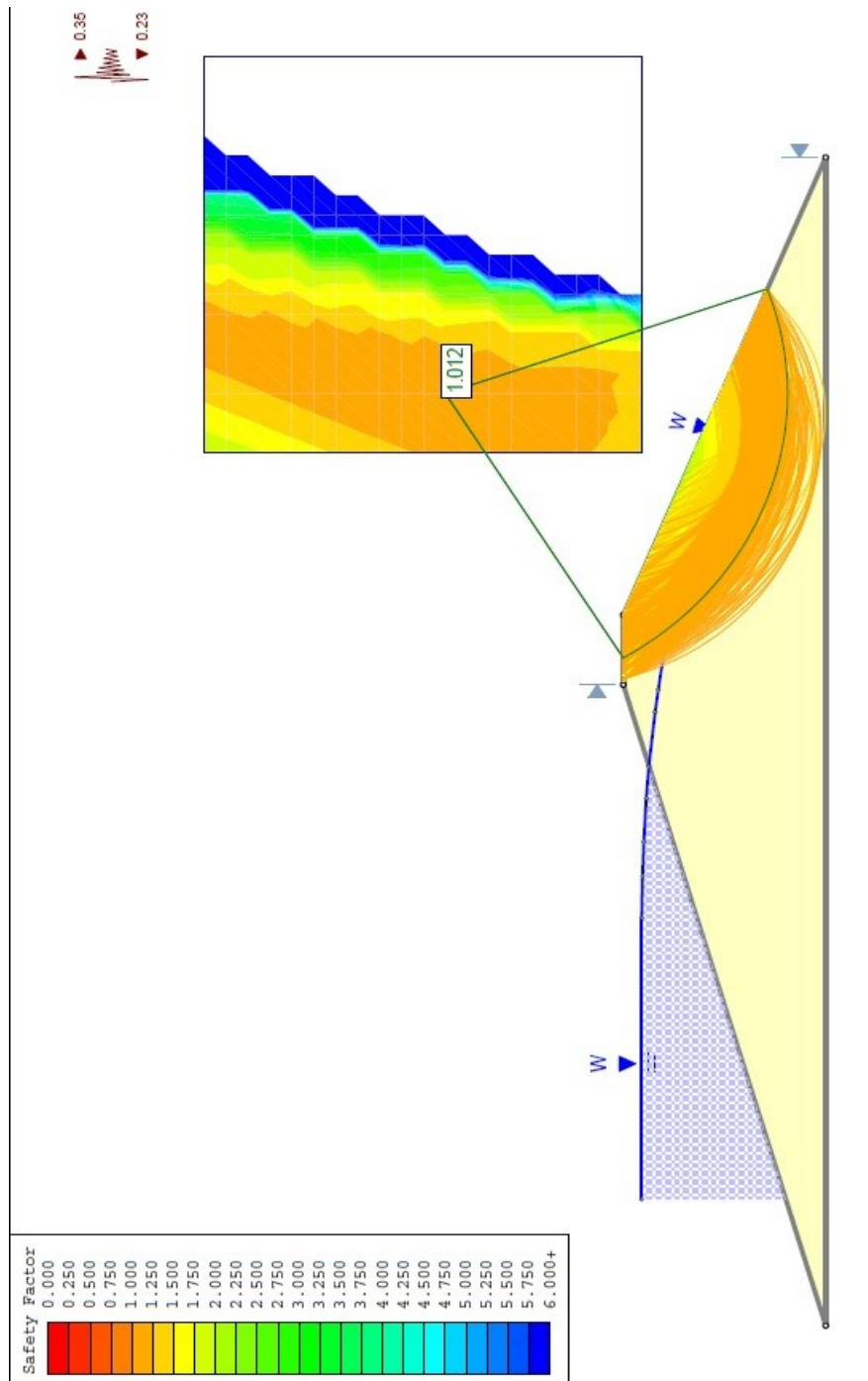


Grafico 5.3 Análisis de Estabilidad de Talud - Pseudoestatico Caso I

Ambos análisis están considerado el elemento sísmico, un factor $z = 0.35$ (Zona 4), como se puede apreciar en el grafico 5.3 la línea de falla coincide con la línea de red de flujo. Por este motivo se determina tomar medidas contra esta ocurrencia, las opciones serian un núcleo de arcilla o un dren de arena a lo largo de la línea de flujo en zona aguas debajo de la presa, se optó por la primera opción.

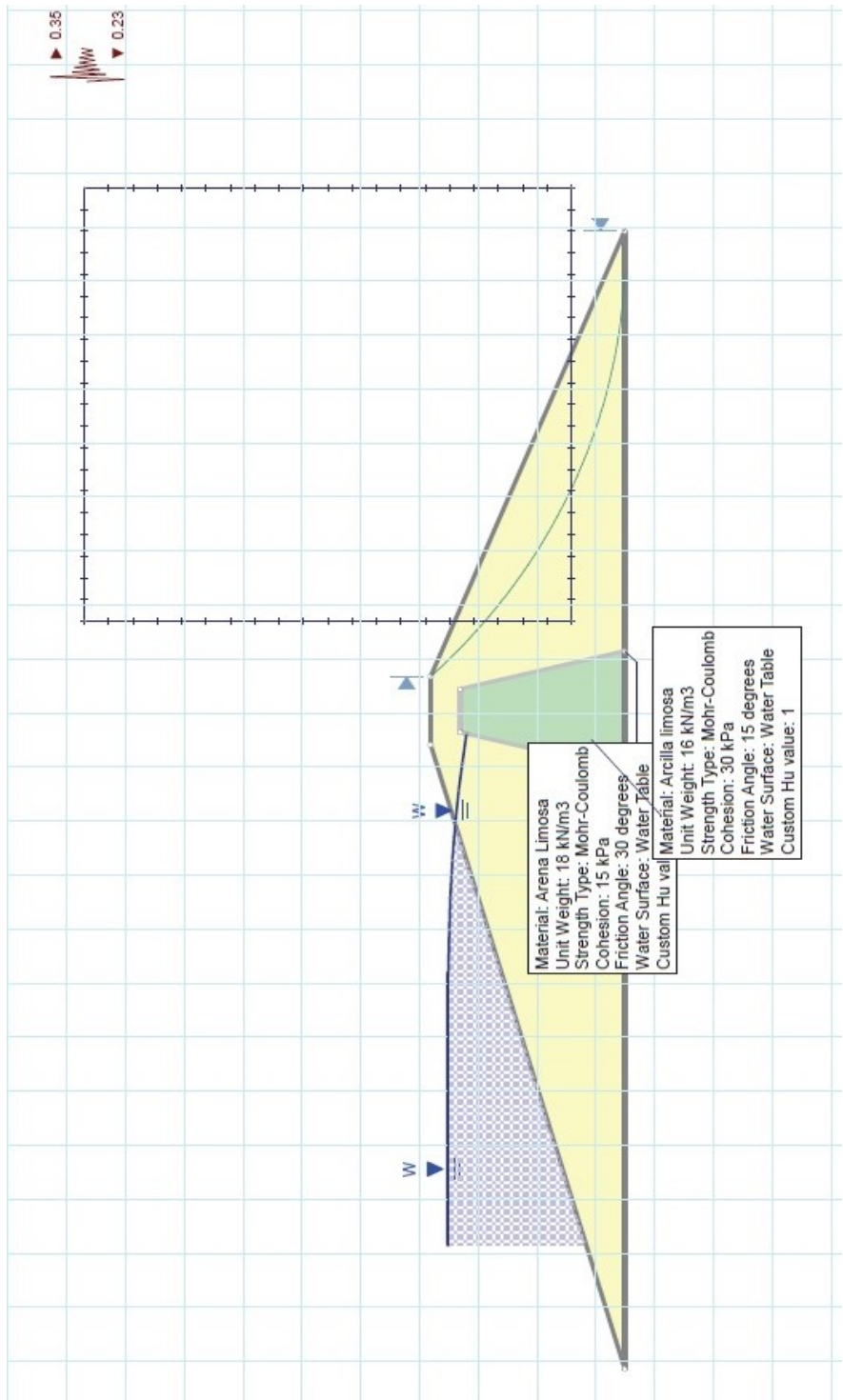


Grafico 5.4 Análisis de Estabilidad de Talud - Pseudoestatico Caso II

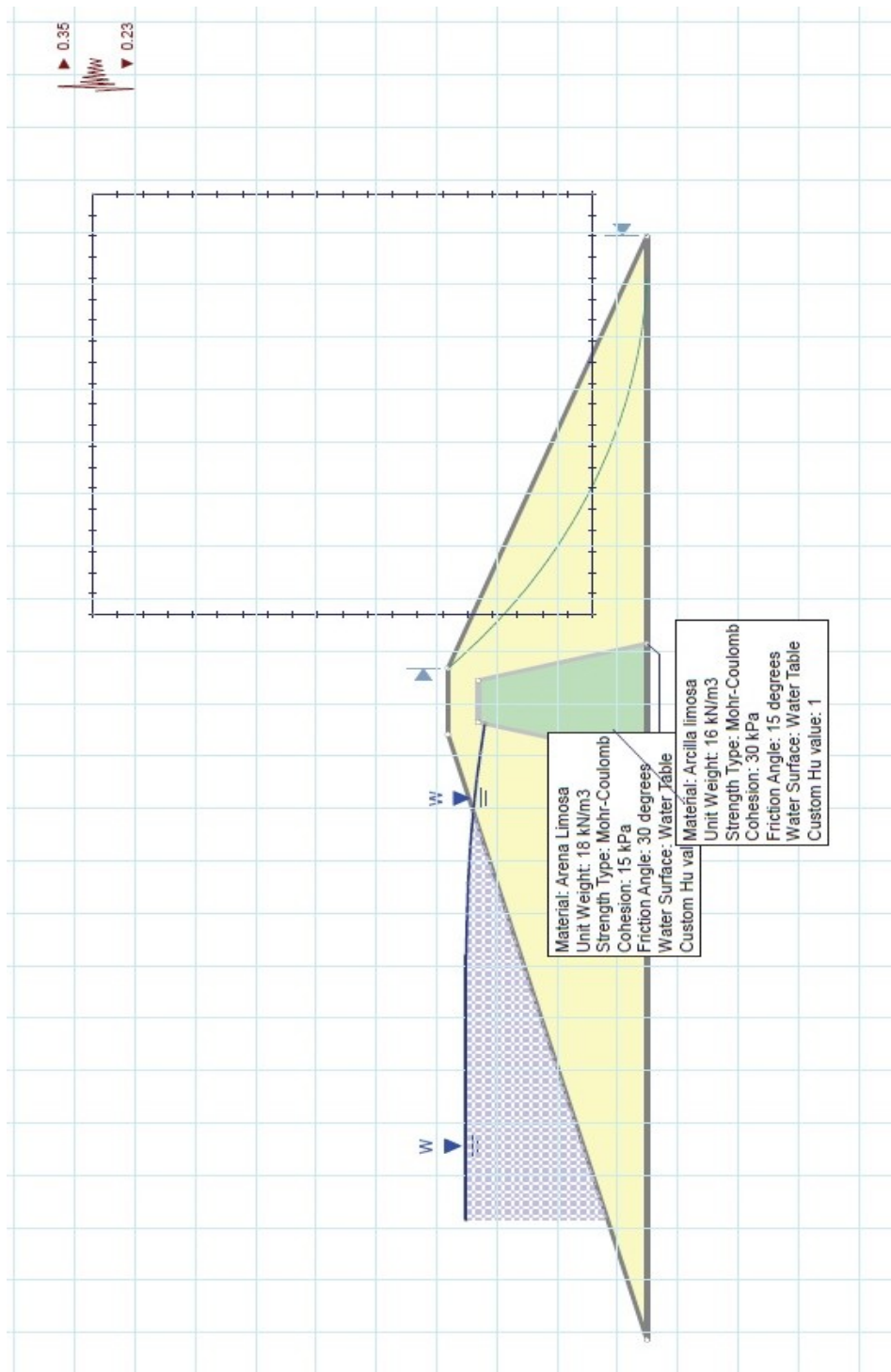


Grafico 5.5 Análisis de Estabilidad de Talud-Estatico Caso II

DISEÑO PROPUESTO.

Cálculo de la altura de la presa de tierra.

Es el nivel o altura de cortina medido desde el coronamiento de la presa hasta el pie o base de la misma, a esta altura no puede haber rebose de agua.

$$H_{MAX} = NAME + L_b$$

$$NAME = H_{NAM} + H_v$$

Dónde:

$H_{m\acute{a}x.}$ = altura máxima de la cortina.

H_{NAM} = altura del NAMO.

H_v = carga del vertedor, en m (obra de excedencias)

L.B. = libre Bordo, en m.

Bordo libre

El libre bordo de una presa puede definirse como la diferencia de elevación entre el nivel de aguas máximas extraordinarias NAME y la corona de la presa.

El bordo libre se proyecta para evitar el rebasamiento del terraplén por efecto de las olas que puede coincidir con la ocurrencia de la avenida del proyecto.

La determinación racional del bordo libre requiere la determinación de la altura y del efecto de las olas. La altura de las olas generadas por los vientos en un vaso depende de la velocidad de los mismos, de su duración, de su fetch, de la profundidad del agua y de la anchura del vaso.

Ancho de la corona

La anchura de la corona depende de las consideraciones como la naturaleza de los materiales del cual está hecho el terraplén, la altura de la presa, etc. El ancho se fija tomando en cuenta el espacio requerido por los equipos de construcción y por las exigencias viales, en caso de que vaya a usarse como una carretera.

El U.S Bureau of Reclamation presento hace varios años una ecuación representativa de para el diseño de la corona de la presa:

$$a = 5.4 (H - 1.5)^{1/3}$$

Donde a, es el ancho de la corona y H la altura de la presa en metros.

El U.S Bureau of Reclamation de acuerdo a sus experiencias presento también como sugerencia una formula aplicable a presas bajas para la determinación del ancho de la corona:

$$a = (H/5) + 3$$

$$a = (16.5/5) + 3$$

$$a = 6.3 \text{ m}$$

BOCATOMA

Las bocatomas o obras de toma son las estructuras hidrotécnicas construidas sobre un cauce (natural o artificial) para así poder captar agua, ya sea esta una parte o un total del caudal del cauce principal. Las bocatomas trabajan con Caudal de Captación, que es el gasto máximo puede admitir la estructura.

El diseño de la obra de toma es muy importante dentro del proyecto, esto repercutiría en el éxito o fracaso del PAH (Proyecto de Aprovechamiento Hidráulico). En consecuencia, se debe priorizar el mismo ya sea durante construcción, operación y el mantenimiento.

Finalidad

Su clasificación se basa en características del proyecto al que van a ser destinados.

- Obras de toma para abastecimiento público
- Obras de toma para irrigación
- Obras de toma para centrales hidroeléctricas
- Obras de toma para industria y minería
- Obras de toma para otros propósitos
- Obras de toma para uso múltiple

Problemas especiales que presentan las bocatomas

El diseño y operación de las obras de toma están sujetos a muchos problemas, entre las circunstancias más críticas tenemos:

- Inestabilidad fluvial e irregularidad de las descargas
- Insuficiente información hidrológica
- Gran transporte sólido y de cuerpos extraños
- Aparición eventual del Fenómeno de El Niño (FEN).

Para un buen desenvolvimiento del proyecto y de este diseño, se necesita de información, preferible que esta sea amplia y confiable, basado en registro de datos de campo. Es algo común la escasez de información hidrológica, lo que refleja una baja confiabilidad. Esto repercute en la confiabilidad del cálculo del periodo de retorno de la avenida de diseño.

Aspectos del planeamiento de obras de captación superficial

Entre los problemas que se presentan en las obras hidrotécnicas como la Obras de Toma, las de mayor énfasis a tener son las de interacción estructura-naturaleza. Un correcto planeamiento es de vital importancia para el éxito del proyecto. Aspectos importantes a consideración son:

- Comportamiento hidrológico
- Fundamentos de hidráulica fluvial

- Transporte de sólido
- Selección del tipo de la obra hidrotécnica
- Microlocalización

La Hidrología es la información básica indispensable para el proyecto. Nos interesa desde dos puntos de vista:

- Saber que en el río va a tener la cantidad de agua requerida y poder así garantizar el servicio.
- Conocer las grandes avenidas para el cálculo de la avenida de diseño y poder así garantizar la estabilidad de la estructura.
- El estudio de la Hidráulica Fluvial nos permitirá conocer las características del río, que son muy variadas, su estabilidad, y las obras que es necesario realizar para mantenerla.

El estudio sedimentológico nos ayuda a conocer la cantidad y calidad de los sólidos transportados por la corriente, ya sea este material en suspensión o de arrastre. Comprendiendo el comportamiento fluvial y del transporte sólido en un río, no es posible el diseño de la estructura hidráulica (bocatoma).

Hay diferentes tipos de bocatomas. Cada uno de ellos ha sido desarrollado para ríos de determinadas características.

Función

Las obras de toma sirven para regular o dar salida al agua almacenada en una presa. Pueden dar salida a las aportaciones (Caudal) de forma gradual o acorde a las necesidades de los beneficiarios (aguas abajo).

Para diseñar una bocatoma u obra de captación es fundamental tener una información básica adecuada, de las características del río en la que se construirá la obra. Esta información se refiere a los aspectos siguientes:

- Topografía
- Hidrología
- Geología
- Hidrodinámica del cauce
- Caudal de captación en relación al caudal del cauce.
- Aspectos legales y ecológicos.

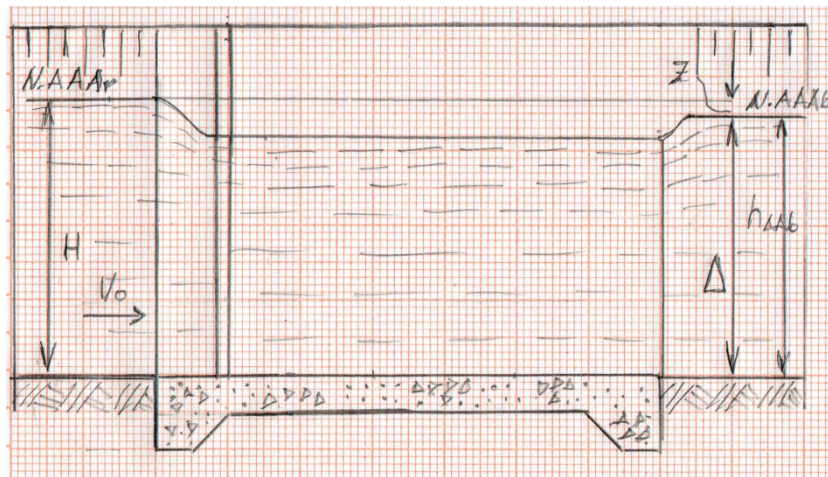
Condiciones de diseño

Son varias las condiciones generales de diseño que debe cumplir una bocatoma, cualquiera que sea su tipo o características. Entre las principales condiciones de diseño están las siguientes:

- Asegurar la derivación permanente del caudal de diseño y de los caudales menores que sean requeridos. En algún caso se admite una interrupción temporal del servicio.

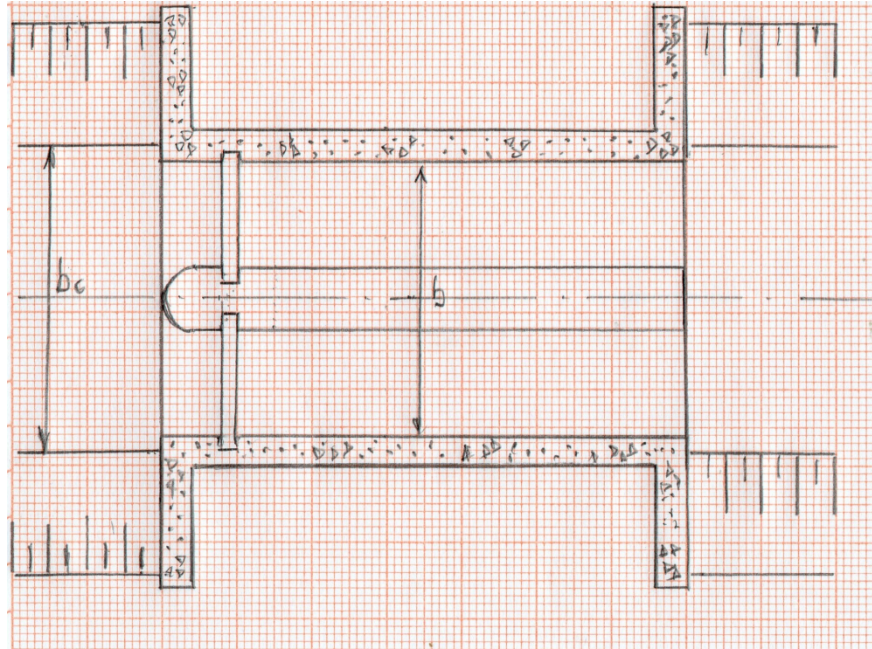
- La bocatoma debería situarse, desde la perspectiva constructiva y de la estructura, en algún lugar donde se presenten condiciones favorables para esta.
- Conservar aguas abajo suficiente capacidad de transporte para evitar sedimentación.
- Tener un costo razonable

Bocatoma Diseño



Elaboración Propia

Grafico 5.6 Vista de perfil de la bocatoma



Elaboración Propia

Grafico 5.7 Vista en planta de la bocatoma

Determinamos el ancho de la obra de toma u obra de regulación, para un caudal $Q= 5 \text{ m}^3/\text{s}$, ancho del canal tipo trapezoidal $b_c= 2.0 \text{ m}$, talud $m_T= 1.5$, tirante de agua en el canal después de la obra de regulación $h_{AAb}= 1.75 \text{ m}$. la forma de obra de toma o regulada es de forma rectangular. El valor de bordo de agua en la salida es 0.10 m mayor a la altura de agua en el canal.

Calculo.

El regulador u obra de toma trabaja como vertedero de pared ancha. Bajo condiciones de $p=0$. Carga en el regulado $H= h_{AAb} + 0.10 = 1.85$.

Determinamos la velocidad de entrada en la estructura.

$$V = \frac{Q}{\Omega_{AA}} = \frac{Q}{(b_C + m_T \times H)H} = \frac{5}{(2 + 1.5 \times 1.85)1.85} = \frac{5}{8.83} = 0.57 \text{ m/s}$$

Calculando la velocidad de carga.

$$\frac{a_o \times V_o^2}{2g} = \frac{1 \times 0.58^2}{19.6} = \frac{0.336}{19.6} = 0.0171 \text{ m}$$

Calculamos la carga con la velocidad de carga.

$$H_o = 1.85 + 0.0171 = 1.867 \text{ m}$$

Para la comprobación del ahogamiento calculamos.

$$\frac{\Delta}{H_o} = \frac{h_{AAb} - P}{H_o} = \frac{h_{AAb}}{H_o} = \frac{1.75}{1.867} = 0.94$$

Por cuanto el mayor valor $K_2 = 0.88$ (tabla 5.5) $\Delta / H_o > K_2$, la estructura esta ahogada.

De la forma general de gasto de los vertedores.

$$\delta_n m_b = \frac{Q}{\sqrt{2g} \times H_o^{\frac{2}{3}}} = \frac{5}{4.43 \times (1.867)^{\frac{2}{3}}} = \frac{5}{11.40} = 0.44$$

Así tenemos que el coeficiente de ahogamiento δ_p y el coeficiente de gasto m_b dependen del ancho del vertedero o estructura, b .

Nos damos valor a la relación $b/B = 0.60$ y de la tabla 5.4 obtenemos el valor de $m = 0.34$, y de la tabla 5.5 el valor de $k_2 = 0.84$.

Para el ancho del canal B , tenemos el ancho medio del canal trapezoidal.

$$b_{cm} = b_c + m_T H =$$

$$b_{cm} = 2 + 1.5 \cdot 1.85$$

$$b_{cm} = 4.77$$

Entonces preliminarmente $b = 0.6 \cdot B$

$$b = 0.6 \cdot 4.77 =$$

$$b = 2.86 \text{ m}$$

Tabla 5.2 Valores para la relación b/B

b/B	ϵ_v	M	K_2	$\chi = b \Delta / \Omega_{AAb}$	δ_n	$\delta_n \cdot m_b$	
0.40	1.89	0.33	0.86	0.38	0.644	0.40	$0.46 \neq 0.40$
0.30	0.882	0.324	0.61	0.61		0.17	
0.45	1.99	0.3325	0.46	0.46	0.646	0.42	$0.46 \neq 0.42$

Para determinar δ_n preliminarmente calculamos

$$\chi = \frac{b \times \Delta}{\Omega_{AAb}} = \frac{2.86 \times 1.7}{(2 + 1.5 \times 1.75) \cdot 1.75} = \frac{5}{8.09} = 0.62 \text{ m}$$

De la tabla 5.6 en condiciones de $\Delta/H_o = 0.94$ y $\chi = 0.62$, el valor de $\delta_n = 0.754$

Entonces $\delta_n mb = 0.754 * 0.34 * 2.86 = 0.73 \neq 0.44$

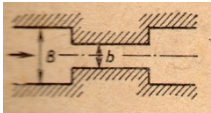
Nos damos otros valores para b/B , y obtenemos los valores descritos en la tabla.

Tabla 5.3 Valores para la relación b/B finales

b/B	ϵ_v	M	K_2	$\chi = b \Delta / \Omega_{AAb}$	δ_n	$\delta_n * mb$
0.40	1.91	0.33	0.86	0.41	0.759	0.48
0.30	1.56	0.327	0.85 4	0.34	0.739	0.37
0.35	1.67	0.329	0.86 0	0.33	0.739	0.44

Entonces obtenemos un ancho de bocatoma, $b = 1.80$ m

Tabla 5.4. m – Coeficiente de gasto para vertederos de pared ancha en condiciones $p_1 = 0$; $H/b \leq 2$ (G.5.8-5.11)

Forma	b/B							
	1.0	0.9	0.8	0.6	0.4	0.2	0	
	0.385	0.367	0.355	0.340	0.330	0.324	0.320	

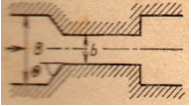
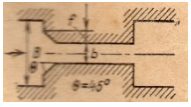
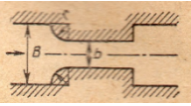
	Ctgθ							
	0.5	0.385	0.373	0.365	0.356	0.35	0.346	0.343
	1.0-1.3	0.385	0.375	0.369	0.361	0.356	0.352	0.350
	f/b							
	0.05	0.385	0.371	0.362	0.35	0,343	0.338	0.345
	> 0.2	0.385	0.375	0.368	0.36	0.355	0.351	0.349
	r/b							
	0.05	0.385	0.371	0.362	0.35	0,343	0.338	0.345
	0.20	0.385	0.375	0.368	0.36	0.355	0.351	0.349
	>0.50	0.385	0.378	0.373	0.368	0.364	0.362	0.36

Tabla 5.5 Coeficiente de velocidad para ahogamiento $\varphi\pi$ y no ahogamiento φ .

Parámetro	m					
	0.30	0.32	0.33	0.34	0.36	0.385
φ	0.94	0.96	0.965	0.97	0.98	1
$\varphi\pi$	0.76;0.78(h/Ho<0.85)	0.84	0.87	0.90	0.96	1
K_2	-	0.88	0.86	0.84	0.81	0.67

Tabla 5.6. Coeficiente de ahogamiento para vertedor.

Δ/H_0	χ								
	1	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0
0.75	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0.78	0.97	1	1	1	1	1	1	1	0.97
0.80	0.95	1	1	1	1	1	1	1	0.95
0.82	0.92	0.99	1	1	1	1	1	0.99	0.92
0.84	0.89	0.97	0.99	1	1	1	0.99	0.97	0.89
0.86	0.85	0.94	0.96	0.99	1	0.99	0.96	0.94	0.85
0.88	0.81	0.90	0.93	0.97	0.96	0.97	0.93	0.90	0.81
0.90	0.75	0.84	0.88	0.92	0.91	0.92	0.88	0.84	0.75
0.92	0.69	0.78	0.82	0.85	0.84	0.85	0.82	0.78	0.69
0.94	0.61	0.70	0.73	0.76	0.75	0.76	0.73	0.70	0.61
0.96	0.51	0.59	0.62	0.65	0.64	0.65	0.62	0.59	0.51
0.98	0.36	0.44	0.46	0.49	0.48	0.49	0.46	0.44	0.36

Vertedero de la presa (Azud)

Azud de un solo vano cuyo perfil está dado por las recomendaciones de Creager – en condiciones de $H_0 = 1,7$ m; tiene un alto de 4.0 m y una ancho $b = 6.0$ m.

$H_0 = 1.7$ m

$P = 4.0$ m

$B = 6.0$ m

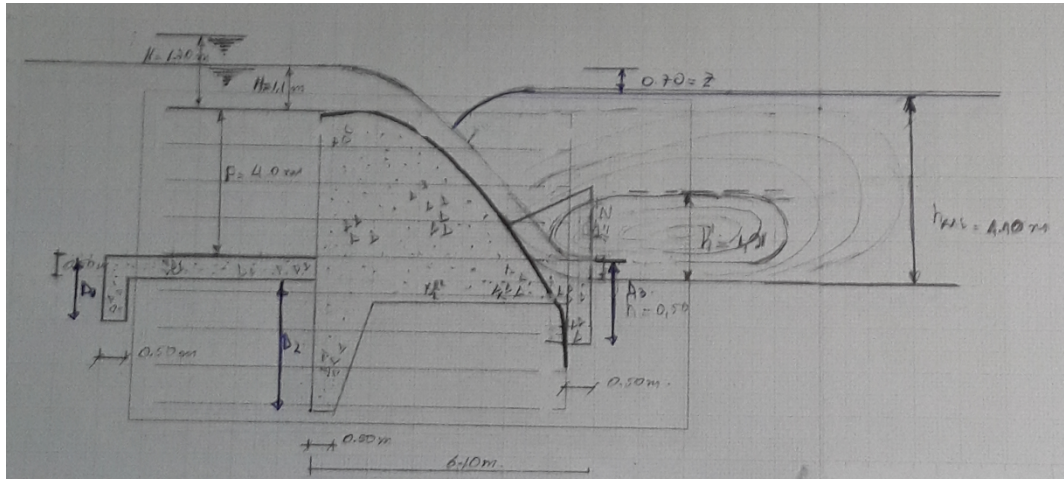


Grafico 5.12 Diseño del Azud

Determinar la capacidad de desfogue en condiciones de $H=1.1$ m y la altura de agua después del azud $h_{\delta} = 4.40$ m.

$$Q = \sigma_n * m_b \sqrt{2g} * H_0^{3/2} \longrightarrow 24,84 \text{ m}^3/\text{s}$$

Condiciones para calcular con esta formula

$$0.3 < 5/H < 2; P/H > 0.5$$

$$m = m_{\text{TP}} * \sigma_{\varphi} * \sigma_H$$

Dónde:

m_{TP} es el coeficiente del caudal de vertedero calculado según el perfil Creager

σ_{φ} es el coeficiente de forma según el Grafico 5.13 de la tabla. 5.7

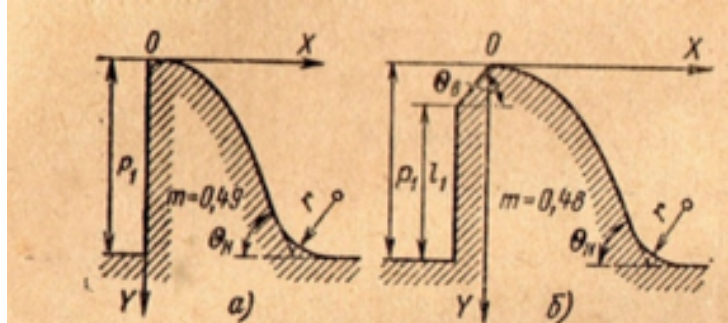


Grafico 5.13 Tipo del Azud

Tabla 5.7. Coeficiente de forma σ_ϕ para vertederos del perfil practico no ahogados.

θ_B	θ_H	l/p_1				
		0	0.3	0.6	0.9	1.0
15	15	0.880	0.878	0.855	0.850	0.933
	30	0.910	0.908	0.885	0.880	0.974
	60	0.927	0.925	0.902	0.895	1.000
45	15	0.915	0.915	0.911	0.919	0.933
	30	0.953	0.950	0.950	0.956	0.974
	60	0.974	0.974	0.970	0.978	1.000
75	15	0.930	0.930	0.930	0.930	0.933
	30	0.972	0.972	0.972	0.972	0.974
	60	0.998	0.998	0.998	0.999	1.000
90	15	0.933	-	-	-	0.933
	30	0.974	-	-	-	0.974
	60	1.000	-	-	-	1.000

Tabla 5.8. Coeficiente de carga del vertedor σ_H para vertederos del perfil practico no ahogados.

H/H _o	θ_B					
	15°	30°	45°	60°	75°	90°
0.2	0.897	0.886	0.875	0.864	0.853	0.842
0.4	0.934	0.928	0.921	0.914	0.907	0.900
0.6	0.961	0.957	0.953	0.949	0.945	0.940
0.8	0.982	0.980	0.978	0.977	0.975	0.973
1.2	1.016	1.017	1.019	1.020	1.022	1.024
1.4	1.029	1.032	1.036	1.039	1.042	1.045
1.6	1.042	1.048	1.051	1.055	1.060	1.064
1.8	1.054	1.059	1.065	1.071	1.076	1.082
2.0	1.064	1.071	1.078	1.085	1.092	1.099

$$m_{\text{TP}} = 0.50 - 0.012 \cdot (1.1/5) = 0.497$$

Cuando $H_o/P \leq 6.5$; $H_o > 0.10$

$H/H_o = 1.1/1.7 = 0.65$; de la tabla 5.8 obtenemos 0.963

$$m = m_{\text{TP}} \cdot \sigma_{\phi} \cdot \sigma_H$$

$$m = 0.497 \cdot 0.974 \cdot 0.963 = 0.4666$$

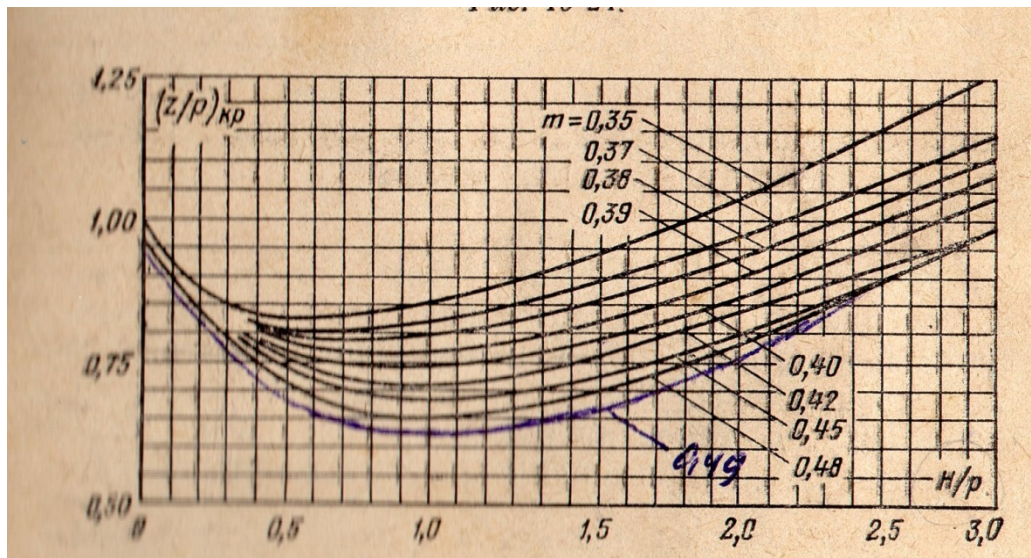
$$H/p = 1.1 / 4 = 0.275$$

Para comprobar el ahogamiento calculamos:

$$\frac{z}{p} = \frac{H + p + h_{\delta}}{p} = \frac{1.1 + 4 - 4.4}{4} = \frac{0.70}{4} = 0.175$$

Del grafico 5.14, si tenemos $m = 0.4666$ y $H/P = 1.1/4 = 0.275 \rightarrow 0.80$
 Por cuanto $z/p < (z/p)_{cr}$

$$0.175 < 0.80$$



Grafica 5.14. Curvas Relación z/p

El vertedero esta ahogado.

Para determinar el coeficiente de ahogamiento, calculamos lo siguiente

$$(\Delta/H_0) \approx (\Delta/H) \approx$$

$$\frac{\Delta}{H} = \frac{h_{\delta} - p}{p} = \frac{4.4 + 4}{1.1} = \frac{0.40}{1.1} = 0.36$$

De la tabla 5.9 en base a la relación $(\Delta / H_0) =$ coeficiente de ahogamiento
 $\sigma_{\pi} = 0.994$

Tabla 5.9 Coeficiente de ahogamiento para σ_{π} vertederos de perfil
 Creager sin vacio.

Δ / H_0	σ_{π}
0	1
0.20	0.996
0.30	0.990
0.40	0.980
0.50	0.970
0.60	0.930
0.70	0.890
0.75	0.850
0.80	0.800
0.85	0.700
0.90	0.590
0.95	0.41
1.00	0

El primer tanteo, sin contar con la velocidad de carga.

$$Q = 0.994 * 0.4666 * 6.0 * 4.43 * (1.1)^{3/2} = 14.23 \text{ m}^3/\text{s} \quad 15\%$$

En estas condiciones la velocidad de carga

$$V = \frac{Q}{L_{BG}} = \frac{Q}{b(H+p)} = \frac{14.23}{6(1.1+4)} = \frac{14.23}{6(5.1)} = \frac{14.23}{30.60} = 0.465 \text{ m/s}$$

$$\frac{\alpha_o \times V_o^2}{2g} = \frac{1 \times 0.465^2}{19.6} = \frac{0.216}{19.6} = 0.011 \text{ m}$$

Salto Hidraulico

Calcula la segunda conjugada, teniendo por primera conjugada $h_1 = 0.50$ m.

Determinar la altura del salto

$$\pi_k = \frac{\alpha \times Q^2}{g \times w^3} = \frac{\alpha \times \left(\frac{Q}{b}\right)^2}{g \times h^3} = \frac{\alpha \times q^2}{g \times h^3}$$

$$q = \frac{Q}{b} = \frac{14.23}{6} = 3.95 > 1$$

$$\pi_k = \frac{\alpha x q^2}{g x h^3} = \frac{1.1 x (3.95)^2}{9.8 x (0.50)^3} = \frac{17.16}{1.226} = 13.998 > 3$$

Por consiguiente el salto esta realizado

$$\pi_k > 3; \pi'_k \leq 0.375$$

De la ecuación $h'' = (h'/2)^* [V (1+8 \pi') - 1]$

$$h' = (h''/2)^* [V (1+8 \pi'') - 1]$$

Donde π'_k y π_k son parámetros cinéticos en las ecuaciones antes del salto y después del salto.

$$h'' = (h'/2)^* [V (1+8 \pi') - 1]$$

$$h'' = (0.50/2)^* [V (1+8 *13.99) - 1]$$

$$h'' = (0.50/2)^* [(10.63) - 1]$$

$$h'' = 2.41 \text{ m}$$

La altura del salto hidráulico

$$a = h'' - h' =$$

$$a = 2.41 - 0.50 =$$

$$a = 1.91 > h' = 0.50$$

Estabilidad del azud

Existen azudes cimentados en roca, por lo general en el lecho del río alto formado por arena, grava o arcilla.

Se procede a comprobar la estabilidad del talud, por lo cual procedemos asegurarnos que las fuerzas a la que está sometido no promueva hundimiento, volcamiento o deslizamiento.

Popov recomienda que la relación entre el ancho del azud y la carga z que actúa sobre el mismo (ver Tabla 5.10) está dado por la siguiente tabla.

Tabla 5.10 Relación b/z (Popov)

Material del cauce	b/z
Arcilla	2.75 – 3.00
Franco arcilloso	2.50 – 2.75
Limo y arena	2.25 – 2.50
Grava y canto rodado	2.00 – 2.25

Generalmente el azud está separado del zapeado con una junta de construcción y para este el cálculo se hace independiente. Las fuerzas consideradas son:

E – agua

G – el peso propio

S – supresión

Tenemos que el empuje del agua es contrarrestado por las fuerzas de rozamiento.

$$F = (G-S) * f$$

f – coeficiente de fricción del hormigón sobre el suelo húmedo.

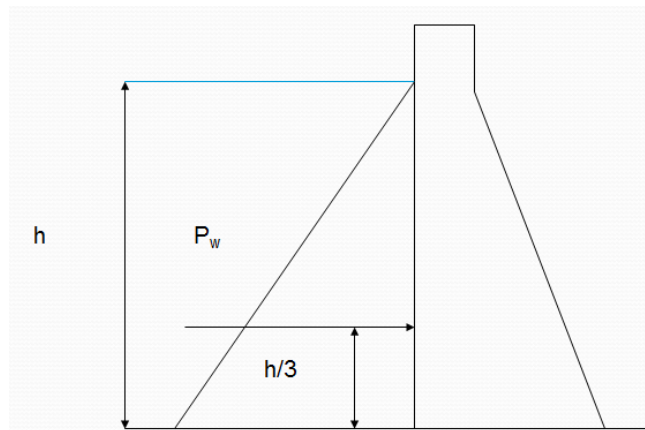
Según Popov (ver Tabla5.11)

Tabla 5.11 Coeficiente fricción

Roca	0.6 – 0.7
Grava	0.5 – 0.6
Arena	0.4 – 0.5
Limo	0.3 – 0.4
Arcilla	0.2 – 0.3

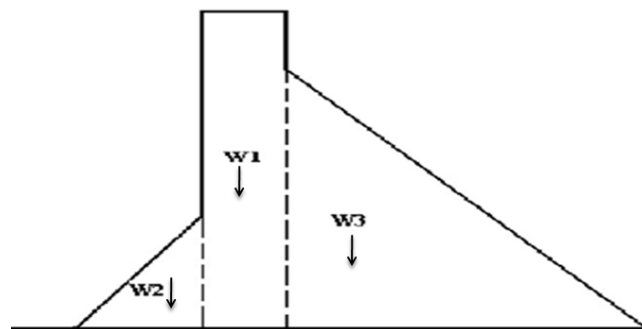
Dónde:

$$E = \frac{1}{2} * \phi_w * h^2$$



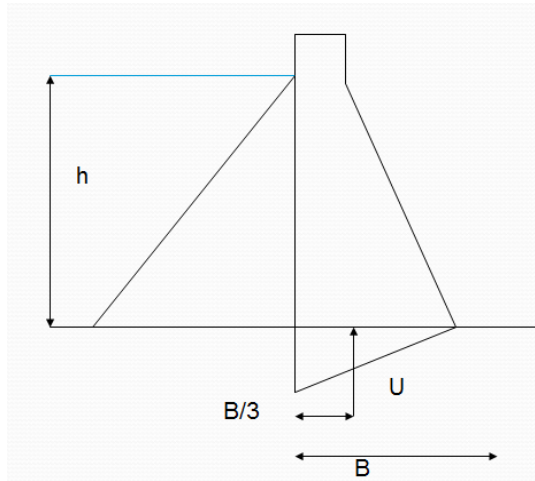
Grafica 5.12 Fuerza Empuje

$$G = W * V_{ol}$$



Grafica 5.13 Fuerza Gravedad

$$S = \frac{1}{2} * \phi_w * h * b$$



Grafica 5.14 Fuerza Supresion

$$E = 127579.05 \text{ N}$$

$$G = 650160 \text{ N} \text{ -- } 568890$$

$$S = 160063 \text{ N}$$

$$F = (G-S) * f$$

$$F = (650160 - 160063) * 0.4 = 200026.8$$

$$F = 167518.8 \text{ (1/N)}$$

El coeficiente de estabilidad al deslizamiento está dado por:

$$k_d = \frac{(G - S)f}{E} = \frac{167518.80}{127579.05} = 1.31$$

El valor de coeficiente de estabilidad (K_d) va desde un rango de 1.2-1.4; dentro del rango de factibilidad.

Este cálculo es innecesario en razón de que todos los azudes se diseñan y se construyen con dentellón.

Tenemos que a las fuerzas antes indicadas se añade el peso del terreno dado por:

$$T = \frac{W \times D_2^2 \times \text{Cot} \alpha}{2}$$

D_2 = Profundidad del dentellón

W = Peso específico del terreno

α = Angulo de la superficie de deslizamiento con la horizontal

$$T = \frac{1800 \times (1.5)^2 \times \text{Cot} 30}{2} = 377308.87 \text{ N}$$

Las fuerzas el movimiento por corte del terreno, paralelas al plano de abatimiento, tenemos:

$$P = E \cos \alpha - G \sin \alpha - T \sin \alpha$$

$$P = 403247.74 \text{ N}$$

Método de filtración compensada o método de Lane

$$L = N + KV \geq CZ$$

K = 3.5 para tres dentellones como es nuestro caso.

Dónde:

N= longitud de contactos horizontales que hacen un ángulo menor a 45° con la horizontal.

V= longitud de contactos verticales que hacen un ángulo mayor a 45°

C= coeficiente propuesto por Lane.

Según cálculos de nuestro azud tenemos:

$$D_1 = (0.75-0.80) z$$

$$D_2 = (1.00-1.50) z$$

$$D_3 = (0.30) z, \text{ pero no menos que } 1.0$$

$$L_1 = \text{hasta } 6 z$$

$$L_2 = (2-3) z$$

La distancia entre dentellones no debe ser menor que la suma de las longitudes de los mismos.

$$K = 3.5$$

$$N = L_1 + L_2$$

$$N = 5.95$$

$$V = D_1 + D_2 + D_3$$

$$V = 2.10$$

$$L = N + KV \geq CZ$$

$$L = 13.3 \geq 5.6$$

5.2 Análisis del Impacto Ambiental

5.2.1 Alcance del estudio

Dentro del estudio comprendidos dentro de los parámetros de este proyecto de titulación pre diseño de presa de materiales sueltos en el cantón Santa Elena, parroquia Julio Moreno, se tiene como finalidad del alcance el estudiar, identificar y determinar los impactos posibles que se generen en la construcción y post construcción y ver cuál sería la más loable dentro del punto de vista ambiental.

5.2.2 Análisis

Hemos considerado que, para la buena calidad de diseño, durante la ejecución posterior a los estudios, se deberían considerar ciertos factores y/o aspectos que incurrirían impactos negativos (ambientales).

Contaminación de la calidad del agua, ya sea este un factor externo o natural, se recomendaría un análisis de la calidad del agua, en etapa de diseño como en etapa de construcción.

Daño general o local al sistema ecológico de la zona por adquisición de caudales importantes. Está contemplado que el proyecto no vaya a

afectar el entorno ecológico. Además que existe un sobrante de recurso hídrico para un mayor aprovechamiento u otra destinación que se le quisiese dar.

En la etapa de diseño se preverá evitar el menor impacto ambientales negativos que podrían afectar la obra o el entorno en el que se desarrolla. No obstante después de la etapa de construcción se podrían ir generando impactos positivos como negativos dentro del campo o zona de estudio.

5.2.3 Impactos positivos

Toda obra de ingeniería civil produce impactos ambientales, ya que está alterando el lugar de implantación, se tiene que tener en cuenta que este cambio o alteración a la zona es en beneficios de los usuarios. Entre los impactos positivos que se podrían generar, tenemos:

- Reducción de los índices de mortalidad y morbilidad infantil producto de la disminución de enfermedades de origen hídrico.
- Reducción de tratamientos médicos (costo) en función de los abatimientos de enfermedades de génesis hídrica.
- Mejoramiento del estado infantil de la zona.
- Estímulo al desarrollo poblacional por obtención de mejores servicios básicos.

- Incremento en actividades productivas y emprendimiento económico.
- Desarrollo e incentivamiento al desarrollo de mano de obra local durante el periodo de construcción
- Análisis e identificación de los principales ejes de fortalezas de la zona.

5.2.4 Impactos negativos

- Generación de ruidos y vibraciones.
- Generación de polvo.
- Cambio en el entorno ecológico de la zona.
- Variación en el régimen natural del flujo fluvial.
- Peligro de accidentes por uso de maquinaria.
- Almacenamiento y cambio del entorno por movimiento de tierra.
- Mala eliminación de materiales de construcción.
- Riesgos laborales durante proceso constructivo.

5.2.5 Medidas de mitigación

- Visitas constantes a la comunidad con la finalidad de evitar malestares con la sociedad.
- Propagandas dentro de las zonas de implantación y zonas beneficiarias para dar a conocer el progreso que les genera la obra.
- Socializaciones constantes con los comuneros con la finalidad de usar mano de obra local y otras actividades.
- Colocación de señalética
- Humedecer el área de trabajo
- Colocar tolvas en las volquetas (material a movilizar).
- Silenciadores en las maquinarias.
- Control en la calidad de agua (durante y después de la construcción).

5.2.6 Caracterización del Impacto Ambiental

Tabla. 5.18 Medición cualitativa del Impacto Ambiental.

	CARÁCTER	INTENSIDAD	EXTENSION	MOMENTO	PERSISTENC.	REVERSIV.	SINENERGIA	ACUMULAC.	EFECTO	PERIODICID	RECUPERAB.
Calidad del suelo	Negativo	Medio Baja	Puntual	Corto Plazo	Fugaz	Corto Plazo	No Sinergico	No Acumul.	Directo	Periodico	Medio Plazo
Calidad del agua	Negativo	Medio Baja	Parcial	Mediano Plazo	Temporal	Mediano Plazo	Moderado	Acumulativo	Directo	Periodico	Parcial
Ruido	Negativo	Medio Baja	Puntual	Corto Plazo	Fugaz	Corto Plazo	No Sinergico	No Acumul.	Directo	Periodico	Medio Plazo
Cosechas	Positivo	Alta	Extenso	Largo Plazo	Permanente	Irreversible	Moderado	No Acumul.	Directo	Discontinuo	Recuperable
Generacion de empleo	Positivo	Alta	Extenso	Mediano Plazo	Fugaz	Mediano Plazo	Sinergico	Acumulativo	Directo	Periodico	Recuperable
Salud	Positivo	Medio Alta	Parcial	Mediano Plazo	Permanente	Mediano Plazo	No Sinergico	No Acumul.	Directo	Periodico	Medio Plazo
Desplazamiento humano	Positivo	Medio Alta	Parcial	Corto Plazo	Fugaz	Corto Plazo	No Sinergico	No Acumul.	Directo	Periodico	Medio Plazo
Dotacion para AAPP	Positivo	Alta	Extenso	Mediano Plazo	Permanente	Mediano Plazo	Sinergico	Acumulativo	Directo	Periodico	Recuperable

Elaboración Propia

CAPITULO VI: FACTIBILIDAD, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Factibilidad.

El presente Proyecto se lo califica de factible, ya que su realización es loable, ya sea porque el lugar donde implantara el proyecto goza de los requerimientos necesarios, ya sean topográficos o hidráulicos, para llevarlo a cabo. Además que va acorde a las necesidades del sector, tanto en demanda como en el presupuesto destinado a las comunas. El suelo del sector también es considerado óptimo para la ejecución del diseño.

Conclusiones.

Con este tipo proyecto de proyecto, incentivar la formulación de investigación que servirían para fomentar el desarrollo socio – económico del país, no solamente en la zona de La Península.

Desarrollar proyectos que solucionen el déficit de saneamiento ambiental en el área rural, además de los beneficios en salud que los mismos originarían.

Desarrollar planes de manejo de cuencas hidrológicas y su utilización en el desarrollo del país.

Además, previamente a la construcción del presente trabajo es necesario un estudio profundo para obtener resultados satisfactorios. Para mejorar el desarrollo del proyecto se deben realizar pruebas de las condiciones de cada sitio, ya que no es recomendable que la misma metodología y diseño sean aplicados por igual en distintos sitios geográficos, sin realizar las modificaciones necesarias.

Recomendaciones.

- Con este tipo de proyecto se garantizaría los elementos básicos al campesinado de la costa ecuatoriana para su desarrollo agrícola.
- Implementar estos proyectos para que el campesinado no migre masivamente a las ciudades por carecer de los elementos básicos para su supervivencia y desarrollo agrícola.
- La implementación de los mismos para garantizar plazas de trabajo para los profesionales no solo de la ingeniería civil; sino agronómica, económica y saneamiento.
- Este proyecto se debería proyectarse en zonas que comprendan varias comunas, ya que así podría satisfacer las necesidades hídricas de algunas de las comunas que conformen un “Ciclo”.

II. BIBLIOGRAFIA.

Bibliografía

- Aparicio, F. (1989). *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. Mexico: Limusa.
- Astudillo, A. (12 de Febrero de 2014). *Prezi*. Recuperado el 19 de Enero de 2015, de Presas de Almacenamiento - Prezi:
<http://prezi.com/x9ztqpoj2j7/presas-de-almacenamiento/>
- Boligana, J. (1999). *Proyectos de Ingeniería Hidráulica*. Venezuela: Fundación Polar.
- Bowle, J. (1981). *Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Bowles, J. (1982). *Propiedades geofísicas de los suelos*. Colombia: McGraw Hill.
- Bravo, J. (2012). *Criterios de Ingeniería-Obras Hidráulicas (Apuntes Clases)*. Ecuador.
- Cabrera, M. (2009). *Criterios de Ingeniería-Hidrología (Apuntes Clases)*. Ecuador.
- Camargo, J., & Franco, V. (1999). *Manual de Ingeniería de Ríos*. Mexico: UNAM.
- Chow, V. (1994). *Hidráulica de Canales Abiertos*. Colombia: Mc Graw Hill.
- Conesa, V. (2010). *Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental*. España: Mundi-Prensa.
- Cruz Carpio, B. (2011). *Criterios de Ingeniería-Geotecnia (Apuntes Clases)*. Ecuador.
- Dal Re Tenorio, R. (2003). *Pequeños Embalses de Uso Agrícola*. España: Mundi-Prensa.
- Diez-Cascon, J. (2001). *Ingeniería de Presas*. España: Universidad de Cambria.
- DINAGUA. (2011). *Manual de Diseño de Construcción de Presas Pequeñas*. Uruguay: MVOTMA.
- Gobierno Provincial de Santa Elena. (s.f.). *Gobierno Provincial de Santa Elena*. Recuperado el 2014 de Octubre de 07, de Gobierno Provincial de Santa Elena: <http://www.santaelena.gob.ec/>
- Gonzalez de Ferrer, L. (2002). *Ingeniería geológica*. España: Pearson.
- Grishin, M., Slisskiy, S., & Antipov, A. (1979). *Estructuras Hidráulicas*. Rusia: Escuela Superior.
- IGM. (2015). *Cartografía*. Ecuador: IGM.
- INAMHI. (2012). *INAMHI*. Recuperado el 2014 de Octubre de 22, de INAMHI:
<http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>
- Jimenez, S. (28 de Enero de 2014). *Prezi*. Recuperado el 24 de Enero de 2015, de Vida Útil de las Presas - Prezi: <https://prezi.com/jiemplwncppaf/vida-util-de-las-presas/>
- Mackenzie, L. (2005). *Ingeniería y Ciencias Ambientales*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Manosalvas, G. (2004). *Hidrología en la Ingeniería*. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Marsal, R., & Resendiz, D. (1975). *Presas de Tierra y Enrocamiento*. Mexico: Limusa.

- Martin, J. (2003). *Ingenieria de Rios*. Mexico: Alfaomega.
- Mihelcic, J. (2012). *Ingenieria Ambiental*. Mexico: Alfaomega.
- Novak, P., Moffat, A., & Malluri, C. (2001). *Estructuras Hidraulicas*. Colombia: Mc Graw Hill.
- R., F., V.H., V., & X., L. (2001). *Geotecnia en Ingenieria de Presas*. Mexico: IMTA.
- Rasskazov, L., & Slisskiy, C. (1984). *Complejo Hidraulico con Presa de Materiales Suelos*. Rusia: MISI.
- Repetto, F. (2012). *Criterios de Ingenieria-Geologia (Apuntes Clases)*. Ecuador.
- Sandoval, W. (Agosto de 2012). *ESPE-Repuestorio*. Recuperado el 2014 de Septiembre de 14, de ESPE-Repuestorio:
<http://noticias.espe.edu.ec/wsandoval/files/2012/08/EMBALSES-Y-PRESAS.PDF>
- Sheppard, G. (1985). *La República del Ecuador un estudio de geografía; geología y clima*. Ecuador: Banco Ceentral del Ecuador.
- Sotelo, G. (1998). *Fundamentos de Hidraulica General*. Mexico: Limusa.
- Stark, T. (2015). *Diseño Geotecnico de Presas de Tierra*. Ecuador: ASCE - Grupo Ecuador.
- Sviatoslav. (1968). *Diseño Hidraulico*. Ecuador: EPN.
- Tarback, E., & Lutgens, F. (2005). *Ciencias de la Tierra*. España: Pearson.
- Tereros, C. (1994). *Mecanica de Suelos Laboratori*. Ecuador: UG.
- Torres, F. (1987). *Obras Hidraulicas*. Mexico: Limusa.
- Trochim, W. (2005). *Diseño de la Investigacion*. Atomic.
- UNAM. (18 de Abril de 2012). *Nociones de Estabilidad de Cortina - UNAM*. Recuperado el 24 de Octubre de 2014, de Nociones de Estabilidad de Cortina - UNAM:
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/548/A4.pdf?sequence=4>
- USBR. (1970). *Diseño de Presas Pequeñas*. EEUU: Continental.
- Vente, C. (1994). *Hidrologia aplicada*. Colombia: Mc Graw Hill.
- Villarino, E. (1998). *tratado Basico de Presas*. España: Colegio de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos.
- Villaseñor, J. (1978). *Proyectos de Obras Hidraulicas*. Mexico: UTCh.

III. Anexos

1. Fotos



Vía Colonche, poblados del sector



Visita al sector de estudios



Foto del sector después de estación lluviosa



Inspección a pie del lugar



Vista de una parte del sector - materiales

2. Planos

Los planos se encuentran anexos en formato digital