



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE
GUAYAQUIL**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**“Estudio de un Dique ubicado junto al margen derecho del Río
Bapao Cantón Daule”**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO EN OPCIÓN
PARA OBTENER DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

MIGUEL ÁNGEL GALARZA PALMA

GUAYAQUIL – ECUADOR

2013

DEDICATORIA

Dedico la realización de este proyecto de investigación a:

Mis padres,

Mis hermanos,

Mi Esposa,

Mis Abuelitos,

Cada uno de mis familiares, quienes me aprecian muchísimo,

Y de manera muy especial a Nuestro Padre Eterno y Dios de todo lo creado.

Miguel Angel Galarza Palma

AGRADECIMIENTO

Agradezco con mucho apremio a mis padres, quienes en toda la vida para mi han sido razón de triunfo. Sus palabras y consejos son los que me han guiado hacia el estudio. Nunca me supieron decir no al estudio ni nunca me quitaron su apoyo a pesar de que varias veces fracase en este intento. Gracias María Auxiliadora y Angel Polibio: los amo.

Agradezco a mis hermanos a quienes amo muchísimo y ser un excelente ejemplo para ellos es muy vital. Gracias Lissette, Luisito y Gelo: los amo.

Agradezco el apoyo, confianza y compañía que me ha brindado mi esposa. Leiddy Johana: te amo.

Agradezco a cada uno de mis familiares que de una u otra forma siempre estuvieron ahí junto a mí. En especial a mis 3 abuelitos: Carmen, Rosana y Polibio: los amo.

Agradezco a tutores y profesionales en general, que aunque con un sólo consejo o varios me guiaron en mi vida laboral, estudio y en este proceso de investigación. Cada consejo me ha servido de mucho. Siempre los recordaré. Gracias a los que no sólo en el trabajo ni en la universidad sino aun en el colegio me formaron. Gracias: Ab. Antonio Gagliardo, Ing. Oswaldo Yépez, Ing. Eduardo Ríos, Ing. Miguel Torres, Ing. Bayardo Bohórquez, Ing. Francisco Córdova, Ing. Gustavo Martínez, Ing. Yuli Herrera, Ing. Fausto Cabrera, Ing. Javier Plaza, Ing. Cesar Barros, Ing. María José AVECILLAS, Ing. Rafael Tobar, Ing. Fernando Núñez, Ing. Gunther Vélez, Ing. Julio Ramos, Ing. Aquiles Tapia, Arq. Mazzini, Ab. Carlos Alvear, Ing. Cesar Rivera, Ing. Darío Betancourt.

Agradezco a mis amigos de antaño y los que ahora aún siguen conmigo, gracias por su compañía. A mis hermanos de las distintas Iglesias, gracias por sus apoyos

en oraciones, deseos y bendiciones. Gracias Andrés, Leonardo, Hna. Rosa, Beno, Byron y demás amigos.

Agradezco infinitamente a Dios, por haberme dado la oportunidad de estar vivo y alcanzar este momento, gracias por el ánimo, por la fuerza e inteligencia para llegar hasta meta. Gracias por que ha permitido que las cosas buenas y malas siempre me ayuden para bien. Gracias Señor porque siempre has sido conmigo un ser amoroso, bondadoso. Puedo decir sobre el suelo que estoy pisando como el profeta Samuel: Ebenezer, porque hasta aquí, me ha ayudado Dios.

Miguel Ángel Galarza Palma

CERTIFICACION DE AUTORIA Y CESION DE DERECHOS DE AUTOR

Guayaquil, 11 de julio de 2012

Yo, Miguel Angel Galarza Palma declaro bajo juramento, que la autoría del presente Proyecto de Investigación me corresponde totalmente y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación que he realizado.

De la misma forma, cedo mis derechos de autor a la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y Normativa Institucional vigente.

Miguel Ángel Galarza Palma

CERTIFICACION DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

Guayaquil, 11 de julio de 2012

Certifico que el Proyecto de Investigación titulado **“Estudio de un Dique ubicado junto al margen derecho del Río Bapao Cantón Daule”** ha sido elaborado por Miguel Angel Galarza Palma bajo mi tutoría y que el mismo reúne los requisitos para ser defendido ante el tribunal examinador que se designe al efecto.

Ing. Fausto Cabrera

RESUMEN

Los ríos y canales en etapa invernal suelen ser un gran problema para los moradores que viven junto a ellas. Porque ninguna nación se ha librado de los peligros y desastres que pueden causar estas grandes avenidas. El conocer las causas o la manera como se comportan comúnmente tales avenidas es primordial para poder prevenir estos desastres.

Las protecciones, sean hechas estas de tierra, piedra, hormigón o cualquier otra mini o superestructura necesitan de los datos hidrológicos e hidráulicos para proceder al diseño de tales estructuras.

La costa ecuatoriana año a año padece de estos males que no solo causan pérdidas a corto sino también a largo plazo. El presente estudio se ubica en el sector de Zapanal a Bapao de Debajo de la parroquia Juan Bautista Aguirre del Cantón Daule.

El motivo de este estudio es presentar una guía para conocer y aplicar ciertos parámetros hidrológicos en el diseño de obras hidráulicas con el fin de estas obras cumplan a cabalidad el propósito para el cual fueron diseñados.

Los datos finales de la propuesta se la obtienen mediante el uso de dos aplicaciones informáticas no sin antes recolectar información de los lugares que de una u otra forma influyen en el caudal que pasa por el río Bapao.

PALABRAS CLAVES: Dique, buen vivir, precipitaciones y TIC's.

ABSTRACT

The rivers and canals in winter season are usually a big problem for the residents who live near them because any country has escaped the dangers and disasters that can cause these great avenues. Knowing the causes or how commonly such avenues behave is essential in order to avoid those disasters.

Protections, made of soil, stone, concrete or any other mini or superstructure require hydrologic and hydraulic data to proceed to the design of such structures.

The Ecuadorian Coast every year suffers from these problems that not only causes losses in the short term but also long. This study is located in the area of Zapanal to Bapao beneath Parroquia Juan Bautista Aguirre Canton Daule.

The purpose of this study is to present a guide to understand and apply certain hydrologic parameters in the design of hydraulic works in order that these works comply the purpose for which they were designed.

The final data of the proposal obtained by using the two applications but not before collecting information of places that one way or another affect the flow through the river Bapao.

KEY WORDS: Dan, good living, rainfall and TIC's

INDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
CERTIFICACION DE AUDITORIA Y CESION DE DERECHOS DE AUTOR	iv
CERTIFICACION DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACION	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT	vii
MARCO GENERAL DE LA INVESTIGACION.....	1
A. DESCRIPCION GENERAL	1
B. ESTADO DEL ARTE DEL CONOCIMIENTO	2
C. JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION	7
C.1. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACION	7
C.2. IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION	8
C.2.1. RELEVANCIA	8
C.2.2. OBJETIVIDAD	8
C.2.3. SUBJETIVIDAD	8
C.2.4. FACTIBILIDAD	8
D. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
D.1. CONTEXTO	8
D.2. PROBLEMA SOCIAL	8
D.3. PLANTEAMINETO	9
E. CAMPO DE ACCION	9
F. OBJETIVO	9
F.1. OBJETIVO GENERAL	9
F.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
G. IDEAS A DEFENDER	9
G.1. IDEA GENERAL.....	9
G.2. IDEAS PARTICULARES	10
H. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	10
I. PRODUCTOS OBTENIDOS	10
J. NOVEDADES Y APORTES TEORICOS Y PRACTICOS DE LA INVESTIGACION	10
J.1. APORTE TEORICO	10
J.2. APORTE PRACTICO	10

J.3. NOVEDAD CIENTIFICA.....	11
CAPITULO I.....	12
1. EVALUACION DIAGNOSTICA	12
1.1. DESCRIPCION GENERAL.....	12
1.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO	12
1.3. SITUACION ACTUAL.....	13
1.3.1. TERRITORIAL	13
1.3.1.1. BIOTICO.....	13
1.3.1.2. ABIÓTICO	13
1.3.1.2.1. Aire	13
1.3.1.2.2. Agua.....	14
1.3.1.2.3. Suelo.....	15
1.3.1.2.4. Clima.....	15
1.3.1.2.5. Relieve.....	15
1.4. SUELOS.....	15
1.5. HIDROLOGIA	16
1.6. HIDRAULICA.....	16
1.7. INFRAESTRUCTURA SOCIAL-ECONOMICA-AMBIENTAL.....	16
1.7.1. SOCIAL.....	16
1.7.2. ECONOMICO.....	17
1.7.3. AMBIENTAL.....	17
1.8. CONCLUSIONES	17
CAPITULO II.....	19
2. FUNDAMENTACION TEORICA.....	19
2.1. DESCRIPCION GENERAL.....	19
2.2. HIDROLOGIA E HIDRAULICA.....	21
2.2.1. EL CICLO HIDROLOGICO	25
2.2.1.1. FASES DEL CICLO HIDROLOGICO	26
2.2.1.1.1. Evaporación.....	26
2.2.1.1.2. Precipitación.....	26
2.2.1.1.3. Infiltración.....	26
2.2.1.1.4. Escorrentía superficial	26
2.2.1.1.5. Evapotranspiración.....	26
2.2.1.1.6. Escorrentía subterránea	27
2.2.1.2. ASPECTOS METEOROLÓGICOS.....	28

2.2.1.2.1.	ATMOSFERA	28
2.2.1.2.2.	RADIACIÓN SOLAR.....	28
2.2.1.2.3.	TEMPERATURA	28
2.2.1.2.4.	HUMEDAD ATMOSFÉRICA.....	29
2.2.1.2.5.	INFLUENCIA DEL VIENTO.....	29
2.2.2.	CUENCA	30
2.2.2.1.	CARACTERISTICA DE LAS CUENCAS Y LOS CAUCES	31
2.2.3.	ESCURRIMIENTO	39
2.2.3.1.	FUENTES DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ESCURRIMIENTO.....	39
2.2.4.	HIDROGRAMAS Y SU ANALISIS	40
2.2.5.	AFORO	47
2.2.5.1.	SECCION DE CONTROL	47
2.2.5.2.	RELACION SECCION - PENDIENTE.....	50
2.2.5.3.	RELACION SECCION - VELOCIDAD	53
2.2.5.4.	OTROS METODOS	54
2.2.6.	EVAPORACION Y TRANSPIRACION.....	54
2.2.6.1.	EVAPORACIÓN	55
2.2.6.1.1.	FORMULAS EMPIRICAS.....	55
2.2.6.1.2.	BALANCE DE ENERGIA	56
2.2.6.1.3.	MEDICIÓN DE LA EVAPORACIÓN	56
2.2.6.2.	EVAPOTRANSPIRACIÓN O USO CONSUNTIVO	57
2.2.6.2.1.	MÉTODO DE THORNTWAITE.....	58
2.2.6.2.2.	MÉTODO DE BLANEY-CRIDDLE.....	59
2.2.6.3.	PRECIPITACIÓN	59
2.3.	EL SUELO	59
2.3.1.	DEPÓSITO DE SUELO NATURAL	60
2.3.2.	TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS DEL SUELO	60
2.3.3.	DENSIDAD DE SOLIDOS.....	62
2.3.4.	ANALISIS MECANICO DEL SUELO	63
2.3.5.	CURVA DE DISTRIBUCION GRANULOMETRICA	64
2.4.	TALUDES	65
2.4.1.	TIPOS DE INESTABILIDAD DE TALUDES	65
2.4.1.1.	DESPRENDIMIENTOS	66
2.4.1.2.	DESLIZAMIENTOS.....	67

2.4.2.	MORFOLOGIA Y PARTES DE UN DESLIZAMIENTO	68
2.5.	CONCLUSIONES	70
CAPITULO III.....		71
3.	FORMULACION Y EVALUACION DE LA INVESTIGACION	71
3.1.	DESCRIPCION GENERAL.....	71
3.2.	ALCANCE DE LA INVESTIGACION.....	71
3.3.	METODOLOGIA.....	72
3.3.1.	NIVEL DE INVESTIGACION.....	72
3.3.2.	DISENO DE INVESTIGACION	72
3.3.3.	POBLACION	72
3.3.4.	UNIVERSO MUESTREAL.....	72
3.3.5.	CALCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	74
3.3.6.	TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS	74
3.4.	PRESENTACION Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS	75
3.4.1.	ESPIGONES	75
3.4.2.	DIQUES	76
3.4.3.	SELECCIÓN DE ALTERNATIVA	79
3.5.	PLANIMETRIA, ALTIEMETRIA, INCLUIDO SECCIONES TRANSVERSALES.....	79
3.5.1.	DATOS GENERALES DEL PROYECTO.....	79
3.5.2.	NIVELACION.....	81
3.5.3.	DATOS PLANIMETRICOS DEL PROYECTO	86
3.5.4.	SECCIONES TRANSVERSALES.....	89
3.6.	DISEÑO HIDROLOGICO E HIDRAULICO	94
3.8.	PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA.....	127
3.8.1.	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	127
3.8.2.	PRESUPUESTO	139
3.8.3.	CRONOGRAMA.....	140
3.9.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	141
3.9.1.	CONCLUSIONES	141
3.9.2.	RECOMENDACIONES.....	142
BIBLIOGRAFIA.....		143
ANEXOS		144

MARCO GENERAL DE LA INVESTIGACION

A. DESCRIPCION GENERAL

Los ríos del Ecuador representan un factor poderoso en la vida de los ecuatorianos. Es junto a sus orillas donde se han levantado las más antiguas y valiosas civilizaciones. Son las arterias más importantes en la vida de cada uno de los pueblos.

Desde lo alto de la cordillera de Los Andes, inicia el centro principal de distribución de aguas en dos vertientes: la que se dirige a la Costa y la otra a la Amazonía, manteniendo fértil cada zona por donde pasan hasta desembocar al océano.

Podemos definir o dividir los ríos en: ríos de la Costa ecuatoriana, ríos de la Sierra ecuatoriana y ríos de la Región Amazónica.

En los ríos de la Sierra ecuatoriana sus nombres están en íntima relación con las hoyas, cada uno de ellos representa el río principal que, con sus afluentes, forma el sistema fluvial de cada hoya. Ríos tales como: río Carchi, río Mira o Chota, río Guayllabamba, río Patate, río Chambo, río Chimbo, río Cañar, río Paute, río Jubones y demás ríos.

Los ríos de la Costa ecuatoriana se los puede agrupar de la siguiente manera: Ríos de la costa interna del Ecuador: La costa interna o lluviosa presenta sistemas fluviales de importancia, pues sus ríos nacen de los deshielos de los Andes y se alimentan de lluvias.

El sistema fluvial del río Esmeraldas recorre 320 km., nace al suroeste de la hoya de Quito, de las vertientes del Illiniza, con el nombre de río San Pedro; recibe como afluentes al río Pita, río Chiche, río Pisque y río Machángara; toma el nombre de río Guayllabamba, sale de la hoya en dirección occidental y recibe nuevos afluentes como el río Ambi, río Blanco, río Yurimaguas, río Toachi, río Quinindé y río Viche, desemboca con el nombre de río Esmeraldas en el Océano Pacífico.

El sistema fluvial del río Guayas, es importante no sólo en la costa ecuatoriana, sino en la región occidental de América del Sur. Su recorrido es de norte a sur y riega una gran extensión. El río Guayas se forma de dos ríos importantes: el río Daule y el río Babahoyo (o río Bodegas) con sus afluentes del río Yaguachi, río Vinces y río

Zapotal. El río Daule recibe las aguas del río Bobo (o río Macul), río Puca, río Paján, río Colimes, y río Pedro Carbo.

En la provincia de El Oro, encontramos el río Jubones y el río Túmbez. Ríos de la costa externa del Ecuador: Son cortos de y baja importancia como el río Atacames, río Súa, río Muisne y río Cojimíes en Esmeraldas. Río Coaque, río Jama, río Briseño, río Chone, río Portoviejo, río Bravo, río San Jacinto en Manabí. Río Santa Rosa, río Arenillas y río Zarumilla en El Oro.

(www.eruditos.net)

El río Bapao que a simple vista es tranquilo, sin embargo por recibir parte de las aguas los ríos Vinces, Mastrantral y Pula en tiempos de lluvias intensas el caudal que llevan desborda los muros junto a él e inunda las aéreas de poblados y agrícolas a su paso. Las poblaciones que afecta su desborde son Bapao de Abajo hasta Zapanal.

B. ESTADO DEL ARTE DEL CONOCIMIENTO

La primera aparición de los muros de contención supera a la historia de la humanidad. Algo tan sencillo como la tierra conteniendo a la propia tierra, o el natural equilibrio determinado por el rozamiento interno de los materiales que componen el suelo. Es muy probable que el hombre aprendiera rápidamente la lección y adaptara el terreno en sus primeros asentamientos haciendo uso de los taludes.

Por economía, por falta de medios, y porque en definitiva las primeras comunidades no lo necesitaban, es posible que durante mucho tiempo, no hubo necesidad de ir más allá, como mucho de taludes estabilizados con piedras y rudimentarios muros de escollera. Pero las civilizaciones avanzaron, las aldeas, las villas, dieron lugar a las primeras ciudades, y de ahí, se empezaron a gestar los estados en la concepción que hoy tenemos de ellos.

En Europa, la consolidación definitiva del estado moderno vino de mano de los romanos. Como los egipcios sobre el Nilo, como los griegos sobre el mediterráneo, como los chinos sobre el Gran Canal, Roma extendió su civilización apoyada sobre sus vías de comunicación. Utilizaron las primigenias vías de comunicación marítimas

y viales, pero la capacidad de mantenerse y expandirse nuevamente por cada nuevo territorio, vino determinada por la calidad de las vías terrestres que tendieron.

La ingeniería romana buscó la economía, ciertamente, pero sin sacrificar los parámetros de calidad que aseguraban la misión para la que estaban diseñadas. Por ello, tuvieron que hacer esfuerzos adicionales en terrenos difíciles. Así, han llegado hasta nuestros días, sistemas de contención de tierras junto a las calzadas.

Parece lógico pensar que los primeros muros de contención de piedra fueron absolutamente verticales. Seguramente, entendieron después que, si eran demasiado delgados no resistían, y si eran lo gruesos que necesitaban ser, el material estaría desaprovechado, así que empezaron a inclinar el intradós. El siguiente paso no era tan obvio, porque suponía un cambio estructural importante: los muros descritos hasta ahora, resistían esencialmente la flexión de eje horizontal.

Consciente de lo que hacían o no al aligerar el prisma triangular descargaron sobre los contrafuertes la función de resistir, como ménsulas, la flexión de eje horizontal, mientras que en los tramos de muro aligerado, reaparecían flexiones de eje vertical. Ambos esfuerzos habían de ser resistidos por rozamiento entre sillares, por lo que, en un principio, resultaron obras muy pesadas. Este fue, esencialmente, el comportamiento de los muros de contención, durante siglos. Las mejoras en las dimensiones debieron venir de la mano de mejoras en el rozamiento entre los elementos que conformaban los muros, con el uso de conglomerantes (morteros romanos de puzolana, argamasa de cal, hasta llegar al uso de morteros de cemento portland) y llaves entre hiladas.

En paralelo, los muros de contención hechos de madera, por supuesto, en obras menores, que difícilmente han podido llegar hasta nuestros días, parecían anunciar la extinción de los muros de contención de piedra. Y así casi pudo haber sido en la etapa oscura de la ingeniería de caminos, la Edad Media, en la que la fragmentación del Imperio Romano dio lugar a sistemas políticos cuyo ámbito territorial difícilmente podía asumir la construcción de nuevas calzadas, o el mantenimiento de las existentes. Pero con la refundación de los que hoy entendemos como los primeros estados de la Europa moderna, se retomaron las buenas costumbres en la construcción de las vías y efectivamente, tuvo que llegar el hormigón armado y el uso industrial de los

materiales cerámicos, para que los muros de contrafuertes de piedra desaparecieran frente a una competencia que ganaba la batalla en facilidad de ejecución y economía de materiales.

Con el hormigón armado o no se imitan en forma y esquema estructural todos los tipos de muros de contención anteriores, especialmente los más ligeros, los que en tiempos se debieron construir con tabla y ménsulas de madera, ya que las exigencias de contención son, en general, menores. La mejora en la maquinaria de movimiento de tierras ha facilitado mucho el trabajo en las obras lineales. Por otra parte, han aparecido nuevas formas de contener las tierras haciendo que trabajen contra sí mismas, con el uso de anclajes más (muros pantalla) o menos (tierra armada, muros verdes) contundentes.

Por lo tanto, los muros de contención con contrafuertes podrán parecer condenados definitivamente a la extinción. Pero en realidad, a lo que están condenados es a su desaparición, entendiéndose en el sentido literal de la palabra. Porque los armados permiten resistir las tracciones que antes la piedra, o la cerámica, de por sí no resistían.

Y por lo tanto, la historia da un giro de 180 grados, nunca mejor dicho, y encontramos muros de contención en los que los contrafuertes resisten los empujes de las tierras en el sentido contrario al que tradicionalmente los resistían, trasladando tracciones a la cimentación, donde antes se trasladaban compresiones, quedando los contrafuertes ocultos bajo las tierras que contienen.

Las obras hidráulicas añadieron nuevas variables al problema estructural. El agua ataca al punto crítico como un a todas las estructuras, esto es, en la cimentación, con subpresiones que aumentan el momento de vuelco y con inestabilidades por sifonamiento. Funcionalmente, debemos pensar, por una parte, en las obras portuarias, donde la importancia está en la disipación de energía de las olas. En presas, embalses y diques de control de avenidas, prima el control del flujo del agua por los medios porosos de los que están contruidos.

Los diques que protegían las actividades en el interior del puerto, probablemente siguieron una evolución en la que, primero pretendieron ser pared contra Poseidón,

después descubrieron que el airado dios se cansaba y golpeaba más suave si tenía que recorrer una rampa.

Para finalmente entender, cuando los ingenieros se tuvieron que enfrentar a oleaje de verdad, construyendo los primeros puertos modernos a ambos lados del Atlántico en el siglo XVIII, que el dios del mar perdía más fuerza todavía cuando aquellos sillares que tan ordenadamente colocaban en tiempos antiguos, se convertían en irregulares escolleras, predecesoras de los enormes bloques de hormigón de nuestros superpuertos modernos.

Cómo no, sistemas de contrafuertes, en forma de talud nada aligerado, fueron las herramientas para estabilizar la construcción y contener la fuerza del mar. Esto, no ha cambiado desde la antigüedad hasta nuestros días, sólo se ha mejorado en la contundencia de los materiales. Más interés para nuestra reflexión, tiene la evolución de las obras fluviales. Casi sin excepción, los asentamientos más primitivos se situaron al lado de corrientes de agua dulce, pero la evolución técnica en las primeras civilizaciones modernas esto dejó de ser un condicionante. Una vez más, los romanos dieron un ejemplo de ingeniería tendiendo acueductos, alimentados directamente por ríos, o indirectamente con sistemas de azudes, presas, depósitos.

Díaz-Marta y García Diego clasifican estructuralmente las presas de la época romana desde el punto de vista estructural, podemos enumerarlas en estas cuatro categorías:

1. Las formadas por un simple muro pétreo, que suelen ser menos de 5 m de altura, aunque con algunas excepciones como el azud de San Marcos.
2. Las constituidas por un muro con contrafuertes, de las cuales tenemos una acabada muestra en las de Esparragalejo, y Consuegra. La de Proserpina también los tiene, pero están del lado del agua, y como se les puede atribuir otra función quizá más ornamental que resistente.
3. Otras que están formadas por un muro del lado del agua y un espaldón de tierras adosado al mismo, que además de contrarrestar la presión hidrostática, facilitaba el establecer, a veces, un camino de coronación. De este tipo son las de Alcantarilla, Proserpina y también, Consuegra. Vemos que esta última tiene partes de las tres clases hasta ahora citadas.

4. Presas de tierra, de las cuales la única que conocemos es la de Cornalbo. Es de suponer que hubo otras, pero de menores dimensiones y con fines más modestos o circunstanciales.

Se repite entonces el desarrollo conceptual del que hablábamos en el capítulo anterior: muros verticales para obras sencillas, y cuando las fuerzas son mayores, se resuelven con un sistema de contrafuerte. En el caso de las obras más elementales, las presas de tierra, llevarían taludes aguas arriba y aguas abajo. Pero como paso previo del sencillo azud de pared vertical, a la presa de gravedad y después de contrafuertes, tenemos una tipología en la que el esfuerzo de resistir la presión hidrostática lo realiza un espaldón de tierra, y el empuje de este sobre el muro, a embalse vacío, se resiste con contrafuertes.

Y si las presas con contrafuertes sobre el paramento aguas arriba fueron el paso previo conceptual a las conocidas comúnmente como de contrafuertes, de esta época también datan lo que hoy entendemos como las primeras presas de bóvedas múltiples, caso de la de Esparragalejo. Los romanos trajeron a la civilización el arco, (donde la materia se supera a si misma), que decía Vitrubio, y no lo limitaron a las obras en superficie.

En paralelo al desmembramiento de la jerarquizada red viaria romana, cuyas causas ya mencionamos, el resto de obra civil se readapto a las nuevas circunstancias en la Edad Media: con notables excepciones, obras menores para abastecimiento de cultivos y producción de la energía que movía los molinos de grano. Por tanto, hubo que esperar a la formación de estados con organismos territoriales más complejos y ciudades más grandes, para que la ingeniería se aventurara con embalses más importantes. Así, la presa en el río Vinalopó (Elche), de Joanes del Temple, primera presa bóveda en España, data de 1640.

Y así llegamos hasta nuestros días. El hormigón en masa no ha hecho sino permitir construir más rápido, más alto, más fuerte y más barato que en los siglos precedentes. Esto no resta, ni mucho menos, mérito a las modernas presas, que han conseguido domar lo antes imposibles, y han tenido que acometer sus propios problemas tecnológicos derivados de las propias características del hormigón. Además, estas obras no están exentas de una belleza funcionalista que se integra fácilmente en el entorno. El progreso en el desarrollo de las diferentes tipologías de presas se extendió

a otras dos grandes obras de ingeniería: *los diques en los canales de navegación y de contención de avenidas.*

En los canales de navegación podremos encontrar estructuras contrarrestadas de la escala de azudes y presas, ya que las dimensiones mayores de estas obras suelen corresponderse al surco trazado a base de excavación. Se podría pensar que estas son situaciones propicias para estructuras abovedadas, pero las operaciones que se requieren en servicio lo desaconsejan.

Por contra, los diques de contención de avenidas no suelen ser excesivamente altos, pero si kilométricamente largos. Dependiendo de la importancia de lo que se hubiere proteger, las soluciones han ido desde tierra, más o menos reforzada, hasta piedra y hormigón. Con más justificación si cabe que en las situaciones que desembocan en la decisión de construir una presa de contrafuertes, se han ejecutado largos muros dispuestos a frenar la presión hidrostática del agua de los ríos que reclaman su valle.

(Tomado de unas copias sin nombre de autor, obtenidas años atrás)

C. JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION

C.1. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACION

Cada día está latente la necesidad que tienen las comunidades, pueblos, parroquias, cantones, provincias y naciones, mucho más en época de invierno, los caudales que descienden por los ríos en muchas ocasiones provocan mucho daño a su paso, tal es el caso del sector comprendido desde Zapanal hasta Bapao de Abajo, donde el río Bapao provoca mucha inundación cada año lo cual nos muestra la necesidad de ejecutar un proyecto que brinde seguridad a los beneficiarios.

De igual manera se presenta la siguiente investigación con la finalidad de cumplir con un requisito académico de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, a través de la Facultad de Ingeniería Civil para así poder obtener el título de Ingeniero Civil y para cumplir con la ley de pertinencia que vincula a los centros de estudios superiores y que la encontramos en el artículo 107 de la LOES, con el fin de que se desarrolle el intelecto del alumnado por medio del proceso del avance científico, técnico y de conocimiento que rige en la nuevas normas de universidades para el servicio de la comunidad.

C.2. IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION

C.2.1. RELEVANCIA

Con este proyecto se ha de cumplir lo demandado en la Constitución con respecto a la política del buen vivir de los beneficiarios, brindándole una mejor calidad de vida con proyectos que le brinden seguridad, los mismos que serán diseñados y llevados a cabo con la aplicación de una metodología idónea al caso.

C.2.2. OBJETIVIDAD

El sector es arcilloso-vegetal y usado para la ganadería y el cultivo, el mismo que al ser inundado impide la realización o el buen uso de anteriormente mencionado.

C.2.3. SUBJETIVIDAD

El estado actual del muro (sección) provoca inseguridad en los moradores durante los meses de enero a mayo que es la estación invernal.

C.2.4. FACTIBILIDAD

El proyecto se ha de realizar entre Bapao de Abajo a Zapanal, el mismo que cerraría un circuito de un muro de contención aguas arriba y un dique aguas abajo del sector mencionado.

D. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

D.1. CONTEXTO

El margen derecho del río Bapao desde Bapao de Abajo hasta Zapanal perteneciente a la parroquia Juan Bautista Aguirre del cantón Daule.

En esta área el río Bapao separa el cantón Daule con el cantón Salitre. Bapao de Abajo se ubica aguas arriba y Zapanal.

D.2. PROBLEMA SOCIAL

Los moradores del sector viven la etapa invernal con temor de que no sólo se inunden las áreas de cultivo y criadero de animales que ellos poseen, sino que si el muro rompe causaría mucho destrucción, mayor aislamiento, mayor insalubridad y proliferación de enfermedades.

D.3. PLANTEAMIENTO

En las épocas invernales el caudal del río Bapao al pasar por encima de los muros que están a sus lados o al romperlos causa inundaciones y destrucción debido a la furia y cantidad de agua con que ingresa a la población y áreas agrícolas.

E. CAMPO DE ACCIÓN

El problema planteado demanda que el estudio se ayude principalmente de la Ingeniería Hidrológica, Ingeniería Hidráulica.

Además se ayudará de datos geotécnicos y ambientales para la aplicación los cuales encaminen de manera efectiva el estudio hasta su conclusión.

F. OBJETIVO

F.1. OBJETIVO GENERAL

Proteger las poblaciones y zonas agrícolas tras el muro del río Bapao entre el sector Zapanal hasta Juan Bautista Aguirre.

F.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los daños de precipitaciones aportantes al área de estudio
- Obtener los resultados hidrológicos-hidráulicos para el diseño
- Plantear una protección junto al río Bapao
- Brindar seguridad a los moradores del sector
- Mejorar la calidad de vida de los moradores

G. IDEAS A DEFENDER

G.1. IDEA GENERAL

La construcción de un dique junto al margen del río Bapao protegerá a los moradores de futuras inundaciones desde el sector Bapao de Abajo hasta Zapanal.

G.2. IDEAS PARTICULARES

- La seguridad de los beneficiarios a pesar de las precipitaciones
- Se reduce la insalubridad del sector en las épocas de lluvias
- Se cultiva en épocas de lluvias sin temor a inundaciones provocadas por el río

H. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

El método a usar es el método científico, ya que este método es el camino planeado o la estrategia que se sigue para descubrir las propiedades del objeto de estudio y no sólo se desea describir los hechos sino también explicarlos.

I. PRODUCTOS OBTENIDOS

Para poder cumplir las tareas impuesta por la investigación, se ha de usar de acuerdo a las características que irán apareciendo los métodos teóricos, métodos empíricos y métodos matemáticos-estadísticos que sean necesarios.

Se ha de ejecutar toda tarea que sea necesaria para dar respuestas a las preguntas científicas que aparezcan y cumplir con los objetivos propuestos.

J. NOVEDADES Y APORTES TEORICOS Y PRACTICOS DE LA INVESTIGACION

J.1. APORTE TEORICO

Se ha de presentar las topografías del río Bapao, planos, cálculos y datos que sean necesarios para la sustentación del proyecto y que pueda servir para de guía para quienes deseen conocer algo más sobre el tema. Pero principalmente los datos de precipitaciones y curvas IDF del área de estudio.

J.2. APORTE PRACTICO

El estudio incluye una propuesta obtenida con el uso de las metodologías tradicionales en conjunto con la aplicación de TIC'S con el fin de obtener un producto que satisfaga y mejore la calidad de vida de los beneficiarios.

J.3. NOVEDAD CIENTIFICA

Para la obtención de los valores de diseños se utilizará un programa de libre acceso en la web que sea avalado por alguna universidad o institución científica reconocida.

CAPITULO I

1. EVALUACION DIAGNOSTICA

1.1.DESCRIPCION GENERAL

Las poblaciones aledañas junto a las riberas de los ríos siempre estarán propensas a sufrir las consecuencias que puedan ocasionar sus grandes masas de agua debido a los fenómenos naturales de las estaciones lluviosas, los cuales no sólo superan la altura de los muros y los rompen sino que también pueden tomar nuevos cauces y dejar anegados grandes hectáreas de terreno usados para vivir, cultivar y criar animales, destruyendo todo esto a su paso.

Lo anterior es lo típico de las poblaciones ubicados junto al río Bapao. Por tal motivo se ha propuesto diseñar un dique junto al margen derecho del río el cual protegerá las áreas aledañas tras el dique y al mismo tiempo deja abierta la oportunidad de en un futuro pueda ser un acceso carrosable. Se expresa el término queda abierto significa que en futuros estudios se puede proyectar la construcción de una capa de pavimento capaz de soportar un determinado tráfico.

1.2.UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se encuentra ubicado en la provincia del Guayas, cantón Daule, parroquia Juan Bautista Aguirre, tramo comprendido entre Zapanal y Bapao de Abajo y cuyas cotas en que se halla en la actualidad es de 6 a 12 msnm.

Cuadro 1. Coordenadas de inicio y fin del proyecto.

UBICACION	ESTE	NORTE
ZAPANAL	626728.45	9795167.88
BAPAO DE ABAJO	625568.50	9796498.90

Referente a su ubicación espacial las coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 S han sido tomadas con el navegador MobileMapper 10 de Ashtech.

1.3.SITUACION ACTUAL

1.3.1. TERRITORIAL

1.3.1.1.BIOTICO

Los organismos vivos que interactúan con los otros seres vivos como flora y fauna están claramente identificados pues son comunes no solo en el sector sino de todo el cantón y de buena parte de la provincia del Guayas y que se muestran en las siguientes tablas.

Cuadro 2. Nombres de la fauna existente en el área de estudio.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
Patillo	Phalacrocorax brasilianus
Ganso	Chen canagica
Gallina	Gallus gallus domesticus
Gallinazo	Jacana jacana
Garrapatero	Crotophaga ani
Vaca	Bos primigenius taurus
Cerdo	Sus scrofa domestic
Caballo	Equus ferus caballus
Burro	Equus africanus asinu

1.3.1.2.ABIÓTICO

1.3.1.2.1. Aire

El proyecto se desarrollará donde no existe una gran población, se encuentra alejada de la urbe y su tráfico vehicular es mínimo y por encontrarse en un área usado para la agricultura el aire es de alta pureza y alta concentración de oxígeno lo que favorece el desarrollo de la vida.

Cuadro 3. Nombres de la flora existente en el área de estudio.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
Arroz	Oryza sativa
Maíz	Zea mays
Mango	Magifera indica
Ciruela	Spondias purpurea
Papaya	Carica papaya
Pimiento	Capsicum annum
Tomate	Solanum Lycopersicum
Plátano	Musa Acuminata
Banano	Musa Paradisiaca
Soya	Glycine max
Camote	Ipomoea Batata
Sandia	Citrullus Latatus

1.3.1.2.2. Agua

El agua de consumo diario que usan cada uno de los pobladores de este sector proviene del río Bapao, lo usan para a crianza de sus animales y mantenimiento de sus cultivos. También suelen extraer agua de pozos profundos para preparar sus alimentos y beber cuando el caso lo requiera. También adquieren el agua potable por tanqueros y compran botellitas y botellones de agua purificada para beber.

1.3.1.2.3. Suelo

Gran cantidad del suelo superficial del sector es arcilla cuya composición viene de material orgánico-vegetal usada para sus cultivos y que le rinde de gran manera, y más al fondo y en las riberas de los ríos existe una arcilla con un grado de plasticidad mayor que el del material orgánico, además el río trae otros suelos finos.

En la parte superior de las riveras de los ríos encontramos material de préstamo importado granular y arcilloso con el cual han conformado muros y diques de protección.

1.3.1.2.4. Clima

La zona posee dos estaciones claramente definidas como la invernal o lluviosa que se desarrolla a mediados del mes de diciembre hasta finales del mes de abril cuyas características son temperaturas altas y precipitaciones.

En la estación de verano que se desarrolla en los meses restantes y se caracteriza por sus temperaturas un poco baja en las noches y ausencia de lluvias todos los días.

1.3.1.2.5. Relieve

La zona es relativamente baja pues sus cotas van de 6 msnm hasta los 12 msnm.

1.4.SUELOS

El suelo que rodea a los habitantes ubicados desde Zapanal a Bapao de Abajo superficialmente se observa que todo es arcilloso oscuro debido a las descomposición orgánica. En las riberas del río se encuentra un suelo arcilloso y en tramos arcilla arenosa. Es lo que se puede apreciar con las pruebas de campo manuales que se le realizó a la arcilla.

Sólo se encuentra grava en el camino vecinal que ha sido conformado con material de préstamo importado de cantera y en la conformación de los muros de contención y dique que fueron construidos hace pocos años con material de importado rocoso arcilloso.

1.5.HIDROLOGIA

La cuenca del río Bapao es muy extensa debido a que este recibe por el oeste una descarga que se desprende del río Pula. Por el este recibe descargas de aguas provenientes del río Mastrantal y del río Vines. Cabe recalcar que recibe una descarga de estos ríos y no toda la descarga. También recibe aguas de ríos y esteros, de tal manera que al llegar al río Bapao el caudal es muy significativo.

Más adelante el río Bapao se une con el Salitre y forman el río Los Tintos. Para conocer el área de aportación de la cuenca de investigación es necesario adquirir información de tablas, datos pluviométricos, datos de las Cartas IGM y demás información que se han de usar para realizar el estudio hidrológico correspondiente.

1.6.HIDRAULICA

En el lugar de estudio existe un muro de contención en el margen derecho del río. Este muro tiene una longitud aproximada de 2.30 km con una altura que va de 2 a 3 m aproximadamente y una corona que promedia los 3 m y está conformada de arcilla. Es aquí donde el estudio hidráulico mostrará cual debe ser la sección apropiada para brindar seguridad a los beneficiarios.

1.7.INFRAESTRUCTURA SOCIAL-ECONOMICA-AMBIENTAL

1.7.1. SOCIAL

Los moradores de este sector habitan junto al río pues si bien puede causar daños si el caudal del mismo pasa por encima del muro en el invierno también les provee durante todo el año el líquido vital que necesitan para sus necesidades básicas, para sus sembríos y para sus animales.

Poseen diversidad de carácter, profesan varias religiones, son unidos al momento de suplir alguna necesidad y para organizar reuniones y hasta para hacer llegar algún reclamo a las autoridades pertinentes, sin embargo los rodea un sin número de necesidades las cuales deberían ser suplidas por las autoridades seccionales y provinciales pero la ayuda no ha llegado por completo a toda la parroquia; tal vez sea por a las autoridades no les ha sido asignado el recurso económico para dicha

ejecución o tal vez ciertos problemas están siendo estudiados para poder brindarles sus respectivas soluciones.

Cabe aclarar que entre sus necesidades básicas se encuentra la protección del muro de contención junto al río Bapao.

1.7.2. ECONOMICO

Entre los habitantes del sector existen quienes poseen mucha tierra y ganado pero también hay quienes poseen una pequeña parcela e incluso hay quienes sólo poseen su vivienda. Unos viven de sus tierras, los que esta le permita cultivar; otros viven de un jornal por trabajar la tierra de otros, y existe quienes salen del sector a buscar trabajo hasta Guayaquil. Es vital lo que cultivan y crían, por tal motivo es de suma preocupación cada invierno, porque el temor de que las aguas sobrepasen el muro o peor que el muro se rompa porque tal cantidad de agua no sólo inunda sino que destruye todo a su paso.

1.7.3. AMBIENTAL

Es prioritario reducir todo impacto negativo que pueda provocar el proyecto. Por tanto, se tendrá en cuenta actividades que ayuden a reducirlo no sólo durante la etapa constructiva sino que estas actividades puedan dejar huellas a largo plazo. El método constructivo será tomado muy en cuenta para que este proceso no impacte negativamente y los materiales amigos que conformarán el proyecto deberán tener propiedades idóneas a las del sector.

Así se cumplirá con la misión y objetivos de cada profesional que forme la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil y también se cumplirá con la constitución la cual nos vigila por medio del estado porque el artículo 86, numeral 2 expresa: “El estado protegerá el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice el desarrollo sustentable. Velará para que este derecho no sea afectado y garantizará la preservación de la naturaleza”.

1.8. CONCLUSIONES

La realidad de los moradores del sector donde se realizará el estudio está latente en todo tiempo, la naturaleza les ha dotado de una tierra fértil y un vasto río que les

brinda agua durante todo el año, así también es muy latente el temor y los daños que causan los desbordes del río Bapao y teniendo en cuenta el alcance del **“ESTUDIO DE UN DIQUE UBICADO JUNTO AL MARGEN DERECHO DEL RÍO BAPAO CANTÓN DAULE”** se lo considera oportuno porque mejorará la calidad de vida de sus beneficiarios.

CAPITULO II

2. FUNDAMENTACION TEORICA

2.1.DESCRIPCION GENERAL

El ingeniero en su diario vivir profesional se ha de enfrentar con muy diversos e importantes problemas planteados a su alrededor como en suelos y ríos por citar sólo dos. Los suelos (el terreno) sirven de cimentación para otras estructuras, y esta estructura puede ser otro suelo como los terraplenes. En una edificación los materiales de construcción básicos son el acero, cemento y sus agregados pero en un terraplén lo es el suelo.

El terraplén está sometido a fuerzas externas que intentan deformarlo como la gravedad. Si el terraplén esta junto a un lago, estero o canal estará sometido a la fuerza del agua que esta o pasa junto a él.

Aquí intervienen un gran número de problemas particulares y el ingeniero debe investigar su naturaleza y alcance para así describirlos y resolverlos. A continuación se ha de mostrar al suelo, sus características y como se obtienen los datos de sus propiedades para ser usados como cimentación o material de construcción en viviendas, edificios, carreteras, diques, presas y demás ya que son imprescindible conocerlas porque todas las estructuras de ingeniería civil deben cimentarse sobre la superficie de la tierra o dentro de ella.

El registro del primer uso que se le dio al suelo para defenderse de los embates del aguas es desde muy antiguo y durante mucho años el arte de la ingeniería de suelos se basó en la experiencia pero con el crecimiento de la ciencia y tecnología, las críticas y la necesidad de mejorar el uso del suelo se condujo al estudio detallado de las propiedades.

“La mecánica de suelos es la rama de la ciencia que trata del estudio de sus propiedades físicas y el comportamiento de masas de suelo sometidos a varios tipos de fuerza. La ingeniería de suelos es la aplicación de los principios de la mecánica de suelos a problemas prácticos. La ingeniería geotécnica es la ciencia y practica de aquella parte de la ingeniería civil que involucra materiales naturales encontrados cerca de la superficie de la Tierra. En sentido general, incluye la aplicación de los

principios fundamentales de la mecánica de suelos y de la mecánica de rocas a los problemas de diseños de cimentaciones.”

(Braja M. Das)

Tales diseños no serían efectivos si no se considera la quizá para muchos es la parte principal del diseño: La Hidrología. La Hidrología va de la mano de la Hidráulica o la Hidráulica es el siguiente paso después de la hidrología. Los estudios o datos que trata la hidrología son con respecto al agua.

El agua es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H₂O). Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida. El término agua generalmente se refiere a la sustancia en su estado líquido, pero la misma puede hallarse en su forma sólida llamada hielo, y en forma gaseosa denominada vapor. El agua cubre el 71% de la superficie de la corteza terrestre. Se localiza principalmente en los océanos donde se concentra el 96,5% del agua total, los glaciares y casquetes polares poseen el 1,74%, los depósitos subterráneos (acuíferos), los permafrost y los glaciares continentales suponen el 1,72% y el restante 0,04% se reparte en orden decreciente entre lagos, humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos. El agua es un elemento común del sistema solar, hecho confirmado en descubrimientos recientes. Puede ser encontrada, principalmente, en forma de hielo.

Se estima que aproximadamente el 70% del agua dulce es usada para agricultura. El agua en la industria absorbe una media del 20% del consumo mundial, empleándose en tareas de refrigeración, transporte y como disolvente de una gran variedad de sustancias químicas. El consumo doméstico absorbe el 10% restante.

El agua es esencial para la mayoría de las formas de vida conocidas por el hombre, incluida la humana. El acceso al agua potable se ha incrementado durante las últimas décadas en la superficie terrestre. Sin embargo estudios de la FAO, estiman que uno de cada cinco países en vías de desarrollo tendrá problemas de escasez de agua antes de 2030; en esos países es vital un menor gasto de agua en la agricultura modernizando los sistemas de riego.

El agua dulce en la naturaleza se renueva gracias a la atmósfera que dispone de 12.900 km³ de vapor de agua. Sin embargo, se trata de un volumen dinámico que constantemente se está incrementando en forma de evaporación y disminuyendo en forma de precipitaciones, estimándose el volumen anual en forma de precipitación o agua de lluvia entre 113.500 y 120.000 km³ en el mundo. Estos volúmenes suponen la parte clave de la renovación de los recursos naturales de agua dulce. En los países de clima templado y frío la precipitación en forma de nieve supone una parte importante del total.

El 68,7% del agua dulce existente en el mundo está en los glaciares y mantos de hielo. Sin embargo, en general, no se consideran recursos hídricos por ser inaccesibles (Antártida, Ártico y Groenlandia). En cambio los glaciares continentales son básicos en los recursos hídricos de muchos países. Las aguas superficiales engloban los lagos, embalses, ríos y humedales suponiendo solamente el 0,3% del agua dulce del planeta, sin embargo representan el 80% de las aguas dulces renovables anualmente de allí su importancia. También el agua subterránea dulce almacenada, que representa el 96% del agua dulce no congelada de la Tierra, supone un importante recurso. Según Morris los sistemas de aguas subterráneas empleados en abastecimiento de poblaciones suponen entre un 25 y un 40% del agua potable total abastecida. Así la mitad de las grandes megalópolis del mundo dependen de ellas para su consumo. En las zonas donde no se dispone de otra fuente de abastecimiento representa una forma de abastecimiento de calidad a bajo coste.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Agua>

El diseño propuesto tiene que ver con agua dulce ya que trata con ríos que luego de pasar por el tramo de diseño continúa descendiendo muchos más antes de tener contacto con el agua salada del mar.

2.2.HIDROLOGIA E HIDRAULICA

Definición e Importancia

La hidrología (del griego Υδωρ (hidro): agua, y Λογος (logos): estudio) es la ciencia que se dedica al estudio de la distribución, espacial y temporal, y las propiedades del agua presente en la atmósfera y en la corteza terrestre. Esto incluye

las precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo, la evapotranspiración y el equilibrio de las masas glaciares. Por otra parte, el estudio de las aguas subterráneas corresponde a la hidrogeología. La hidrología es una rama de las Ciencias de la Tierra.

Por el contrario, se denomina hidrografía al estudio de todas las masas de agua de la Tierra y, en sentido más estricto, a la medida, recopilación y representación de los datos relativos al fondo del océano, las costas, las mareas y las corrientes, de manera que se puedan plasmar sobre una carta hidrográfica. No obstante esta diferencia, los términos se utilizarán casi como sinónimos, ya que la parte de la hidrografía que interesa aquí es aquella que crea relieve, por lo tanto, la que está en contacto con la superficie terrestre, y por eso mismo la que es objeto de un análisis hidrológico.

La circulación de las masas de agua en el planeta son responsables del modelado de la corteza terrestre, como queda de manifiesto en el ciclo geográfico. Esa influencia se manifiesta en función de la distribución de las masas de rocas coherentes y deleznales, y de las deformaciones que las han afectado, y son fundamentales en la definición de los diferentes relieves.

Recordemos que un río es una corriente de agua que fluye por un cauce desde las tierras altas a las tierras bajas y vierte en el mar o en una región endorreica (río colector) o a otro río (afluente). Los ríos se organizan en redes. Una cuenca hidrográfica es el área total que vierte sus aguas de escorrentía a un único río, aguas que dependen de las características de la alimentación. Una cuenca de drenaje es la parte de la superficie terrestre que es drenada por un sistema fluvial unitario. Su perímetro queda delimitado por la divisoria o interfluvio.

Los trazados de los elementos hidrográficos se caracteriza por la adaptación o inadaptación a las estructuras litológicas y tectónicas, pero también la estructura geológica actúa en el dominio de las redes hidrográficas determinando su estructura y evolución.

En la actualidad la hidrología tiene un papel muy importante en el planeamiento del uso de los Recursos Hidráulicos, y ha llegado a convertirse en parte fundamental de los proyectos de ingeniería que tienen que ver con suministro de agua, disposición de aguas servidas, drenaje, protección contra la acción de ríos y recreación. De otro lado, la integración de la hidrología con la Geografía matemática en especial a través de los

sistemas de información geográfica ha conducido al uso imprescindible del computador en el procesamiento de información existente y en la simulación de ocurrencia de eventos futuros.

Los estudios hidrológicos son fundamentales para:

- El diseño de obras hidráulicas, para efectuar estos estudios se utilizan frecuentemente modelos matemáticos que representan el comportamiento de toda la cuenca sustentada por la obra en examen
- La operación optimizada del uso de los recursos hídricos en un sistema complejo de obras hidráulicas, sobre todo si son de usos múltiples. En este caso se utilizan generalmente modelos matemáticos conceptuales, y se procesan en tiempo real
- El correcto conocimiento del comportamiento hidrológico de como un río, arroyo, o de un lago es fundamental para poder establecer las áreas vulnerables a los eventos hidrometeorológicos extremos
- Prever un correcto diseño de infraestructura vial, como caminos, carreteras, ferrocarriles y demás

Todo esto y muchas aplicaciones más hacen que el hidrólogo sea un personaje importante en todo equipo multidisciplinar que enfrenta problemas de ingeniería civil en general y problemas de carácter ambiental.

(<http://es.wikipedia.org/wiki/Hidrolog%C3%ADa>)

Existen varias definiciones de hidrología, sin embargo la siguiente es una de la mejor expresada:

“Hidrología es la ciencia natural que estudia al agua, su ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre, sus propiedades químicas y físicas y su relación con el medio ambiente, incluyendo a los seres vivos.”

(Chow)

“Aceptando esta definición, es necesario limitar la parte de la hidrología que se estudia en la ingeniería a una rama que comúnmente se llama ingeniería hidrológica o hidrología aplicada, que incluye aquellas partes del campo de la hidrología que atañen al diseño y operación de proyectos de ingeniería para el control y aprovechamiento del agua. El ingeniería que se ocupa de proyectar, construir o supervisar el funcionamiento de instalaciones hidráulicas debe resolver numerosos problemas prácticos de muy variado carácter.

Por ejemplo, se encuentra con la necesidad de diseñar puentes, estructuras para el control de avenidas, presas, vertedores, sistemas de drenaje para poblaciones, carreteras y aeropistas y sistemas de abastecimiento de agua. Sin excepción, estos diseños requieren de análisis hidrológicos cuantitativos para la selección del evento de diseño necesario. El objetivo de la ingeniería aplicada es la determinación de esos eventos, que son análogos a las cargas de diseño en el análisis estructural, por poner un ejemplo de la ingeniería civil. Los resultados son normalmente sólo estimaciones, con aproximación limitada en muchos casos y burda en algunos otros.”

(Francisco Aparicio Mijares)

“Los proyectos hidráulicos son de dos tipos: los proyectos que se refieren al uso del agua y los que se refieren a la defensa contra los daños que ocasiona el agua. Los proyectos típicos de uso del agua son los de abastecimiento de agua potable, los de irrigación y los de aprovechamiento hidroeléctrico; comprenden, además, los de navegación, recreación y otros. Los proyectos típicos de defensa son los de drenaje vial y drenaje agrícola; comprenden, además, los de encausamiento de ríos, los de defensa contra las inundaciones y otros.”

(Wendor Chereque Morán)

En la costa ecuatoriana se está muy familiarizado con estos tipos de problemas que presentan con el agua, los de utilización y los de defensa.

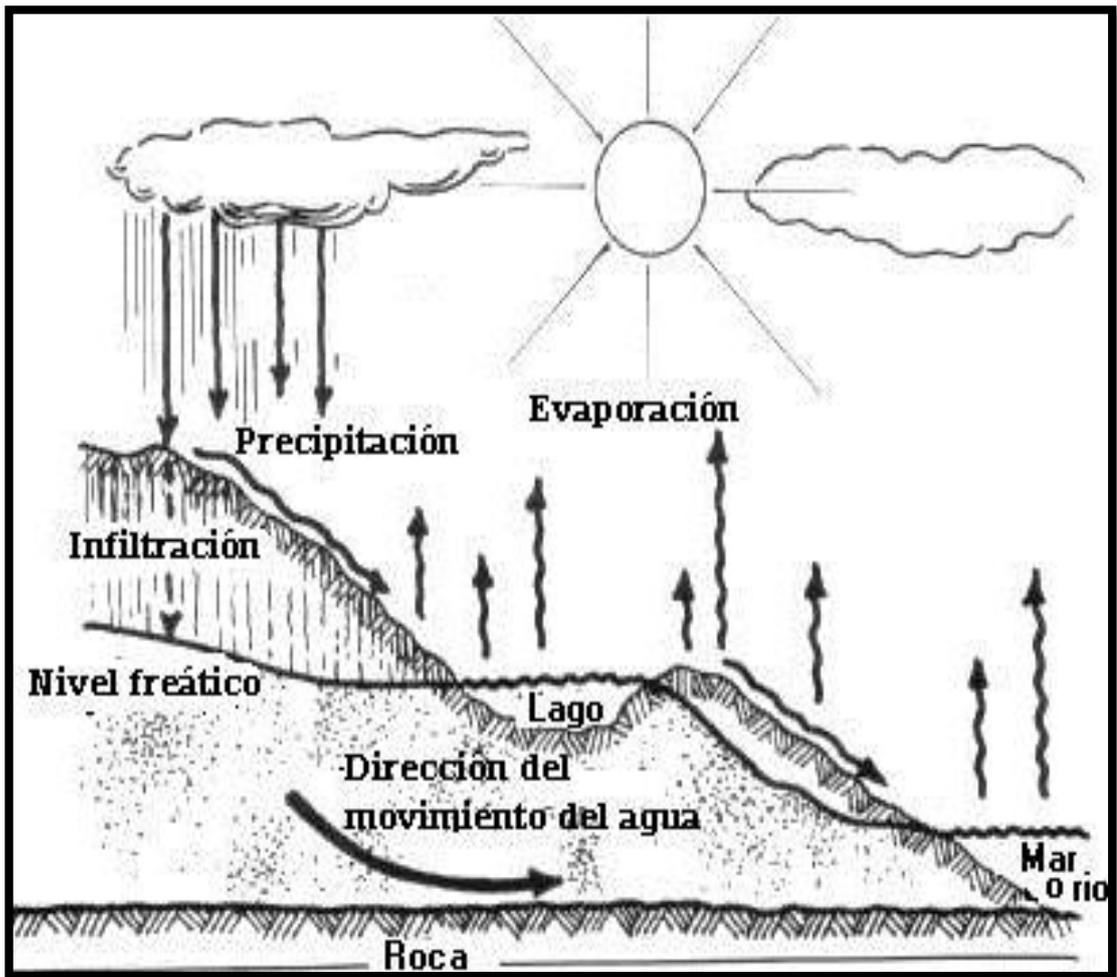


Figura 1. Ciclo Hidrológico

2.2.1. EL CICLO HIDROLOGICO

Es el proceso que describe la ubicación y el movimiento del agua en nuestro planeta. Es un proceso continuo en el que una partícula de agua evaporada del océano vuelve al océano después de pasar por las etapas de precipitación, escorrentía superficial y escorrentía subterránea.

El concepto de ciclo se basa en el permanente movimiento o transferencia de las masas de agua, tanto de un punto del planeta a otro, como entre sus diferentes estados (líquido, gaseoso y sólido) y este flujo de agua se produce por dos causas principales que son la energía solar y la gravedad.

2.2.1.1.FASES DEL CICLO HIDROLOGICO

2.2.1.1.1. Evaporación

El ciclo se inicia sobre todo en las grandes superficies líquidas como lagos, ríos, mares y océanos donde la radiación solar favorece que continuamente se forme vapor de agua.

El vapor de agua, menos denso que el aire, asciende a capas más altas de la atmósfera, donde se enfría y se condensa para así formar las nubes.

2.2.1.1.2. Precipitación

Cuando por condensación las partículas de agua que forman las nubes alcanzan un tamaño superior a 0,1 mm comienza a formarse gotas, gotas que caen por gravedad dando lugar a las precipitaciones en forma de lluvia, granizo o nieve.

2.2.1.1.3. Infiltración

Se conoce como infiltración a aquella parte de la precipitación que llega a penetrar la superficie del terreno a través de los poros y fisuras del suelo o las rocas, rellenando de agua el medio poroso.

2.2.1.1.4. Escorrentía superficial

Una parte del agua que cae sobre el suelo o la superficie terrestre no se infiltra, no se evapora ni se transforma en otra, sino que se concentra en pequeños cursos de agua, que luego se reúnen en arroyos y más tarde desembocan en los. Esta agua que circula superficialmente irá a parar a lagos o al mar, donde una parte se evaporará y otra se infiltrará en el terreno.

2.2.1.1.5. Evapotranspiración

Se conoce que casi todas las formaciones geológicas existe una parte superficial cuyos poros no están saturados en agua, que se denomina zona no saturada, y una parte inferior saturada en agua, y denominada zona saturada; y una parte del agua infiltrada nunca llega a la zona saturada sino que es interceptada en la zona no saturada.

En la zona no saturada una parte de esta agua se evapora y vuelve a la atmósfera en forma de vapor, y otra parte, mucho más importante cuantitativamente, se consume en la transpiración de las plantas. Los fenómenos de evaporación y transpiración en la zona no saturada son difíciles de separar, es aquí donde se utiliza el término evapotranspiración para englobar ambos términos.

2.2.1.1.6. Escorrentía subterránea

El agua que desciende, por gravedad-percolación y alcanza la zona saturada constituye la recarga de agua subterránea, el agua subterránea puede volver a la atmósfera por evapotranspiración cuando el nivel saturado queda próximo a la superficie del terreno. Otras veces, se produce la descarga de las aguas subterráneas, la cual pasará a engrosar el caudal de los ríos, rezumando directamente en el cauce o a través de manantiales, o descarga directamente en el mar, u otras grandes superficies de agua, cerrándose así el ciclo.

Podemos ver que el ciclo hidrológico es un proceso continuo pero irregular en el espacio y en el tiempo. Una gota de lluvia puede recorrer todo el ciclo o una parte de él. Cualquier acción del hombre en una parte del ciclo, alterará el ciclo entero para una determinada región. El hombre puede actuar en él introduciendo cambios importantes en el ciclo hidrológico de algunas regiones de manera progresiva al desecar zonas pantanosas, modificar el régimen de los ríos, construir pequeñas o grandes presas y demás. El ciclo hidrológico no sólo transfiere vapor de agua desde la superficie de la Tierra a la atmósfera sino que colabora a mantener la superficie de la Tierra más fría y la atmósfera más caliente.

Además juega un papel de vital importancia: permite dulcificar las temperaturas y precipitaciones de diferentes zonas del planeta, intercambiando calor y humedad entre puntos en ocasiones muy alejados.

Cabe recalcar que no toda el agua que precipita llega a alcanzar la superficie del terreno. Una parte del agua de precipitación vuelve a evaporarse en su caída y otra parte es retenida (agua de intercepción por la vegetación, edificios, carreteras, etc., y luego se evapora).

Del agua que alcanza la superficie del terreno, una parte queda retenida en charcas, lagos y embalses (almacenamiento superficial) volviendo una gran parte de nuevo a la atmósfera en forma de vapor.

2.2.1.2. ASPECTOS METEOROLÓGICOS

2.2.1.2.1. ATMOSFERA

Es la capa de aire que rodea la tierra y donde se desarrolla la evaporación, precipitación y otras etapas del ciclo hidrológico. Para la hidrología se consideran los primeros 15 a 20 km el 90% del agua atmosférica se encuentra contenida en los primeros 5 km de altura.

La atmósfera se divide en:

- Tropósfera (10 km): la temperatura disminuye con la altura
- Estratósfera (40 km): la temperatura constante con la altura
- Tropopausa: (12 km): zona de transición entre las anteriores

2.2.1.2.2. RADIACIÓN SOLAR

Es la energía para la realización del ciclo hidrológico. Causa variaciones de calor que provocan las brisas y vientos que pueden determinar las condiciones climáticas de una localidad.

De todas las radiaciones que llegan a la tierra el 43% se refleja al espacio y el 57% queda en la tierra. De estas el 12% se transforma en calor, 5% se absorbe en la atmósfera y el 40 % es la radiación efectiva sobre la tierra. La magnitud de la radiación que se recibe en un lugar varía con su latitud, altitud y mes del año.

2.2.1.2.3. TEMPERATURA

Es el factor determinante para varios procesos del ciclo hidrológico y principalmente la evaporación. La temperatura varía con la altura, determinándose que el gradiente vertical de temperatura varía entre 0.6 y 1 °C por cada 100 m.

Aunque en las mañanas con cielo despejado y buen tiempo se puede producir la llamada inversión de temperaturas.

2.2.1.2.4. HUMEDAD ATMOSFÉRICA

Es el contenido de vapor de agua en la atmósfera siendo el origen de las aguas de precipitación y determina de cierta manera la velocidad de evaporación de las superficies de agua o superficies húmedas. La humedad atmosférica se origina en la vaporación de toda superficie húmeda, debido a que las moléculas de la superficie húmeda adquieren energía cinética por efecto de factores externos y vencen la fuerza de retención y salen de la masa de agua formando una capa sobre la superficie de evaporación, la que es removida por el viento.

La temperatura juega un doble papel, al aumentar la energía cinética de las moléculas y disminuir la tensión superficial de la superficie evaporante, por lo cual a mayor temperatura mayor evaporación.

Un mismo volumen de aire puede contener una cantidad variable de vapor de agua de acuerdo a la mayor o menor temperatura que tenga. Por enfriamiento, una masa de aire disminuye su capacidad su capacidad de contener vapor de agua y todo exceso se condensa en pequeñas gotas de agua constituyendo las neblinas y nubes.

2.2.1.2.5. INFLUENCIA DEL VIENTO

El viento es el aire en movimiento y su importancia en el ciclo hidrológico radica en que influye en:

- El transporte del calor y de la humedad
- Evaporación y transpiración
- Alimentación de las precipitaciones
- Es muy susceptible a la influencia de los factores de relieve terrestre y la vegetación en las cercanías de la superficie

2.2.2. CUENCA

Por cuenca entendemos al espacio formado por el escurrimiento de un conjunto de ríos, que se encuentra determinado por elevaciones no necesariamente de gran altitud que funcionan como parteaguas de estos o podemos decir que cuenca hidrográfica es un área de terreno que drena agua en un punto común, como un riachuelo, arroyo, río o lago cercano. Cada cuenca pequeña drena agua en una cuenca mayor hasta llegar al océano.

“Una cuenca es una zona de la superficie terrestre en donde (si fuera impermeable) las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida. La definición anterior se refiere a una cuenca superficial; asociada a cada una de estas existe una cuenca subterránea, cuya forma es planta es semejante a la superficial. De ahí la aclaración de que la definición es válida si la superficie fuera impermeable. Desde el punto de vista de sus salidas, existen fundamentalmente dos tipos de cuencas: endorreicas y exorreicas. En las primeras el punto de salida está dentro de los límites de la cuenca en los límites de la cuenca y generalmente es un lago; en las segundas, el punto de salida se encuentra en los límites de la cuenca y está en otra corriente o en el mar.”

(Aparicio)

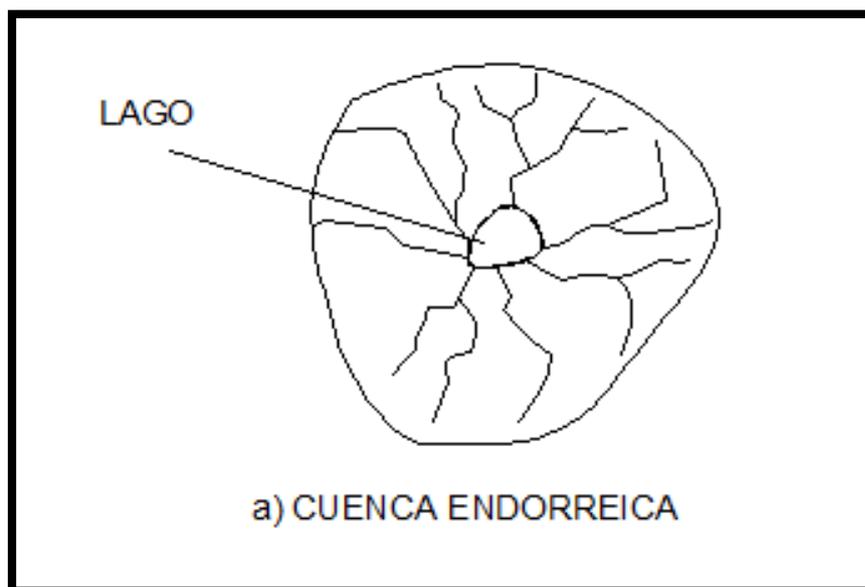


Figura 2ª. Tipos de cuencas.

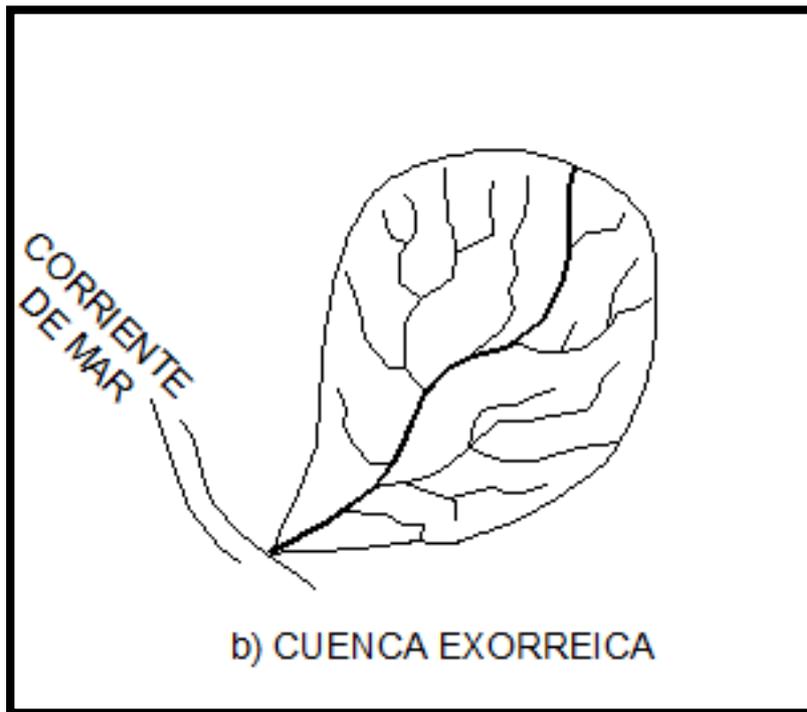


Figura 2b. Tipos de cuencas.

2.2.2.1. CARACTERÍSTICA DE LAS CUENCAS Y LOS CAUCES

Al nivel de una cuenca podemos esquematizar que esta es un estímulo. Este estímulo está constituido por la precipitación, al que la cuenca responde mediante el escurrimiento en su salida. Entre el estímulo y la salida ocurren varios fenómenos que condicionan la relación entre uno y otra, y que están controlados por las características geomorfológicas de la cuenca y su urbanización. A continuación se describen las características de la cuenca y los cauces de mayor importancia por sus efectos y relación precipitación – escurrimiento.

- El parteaguas, es una línea imaginaria que pasa por los puntos de mayor nivel topográfico y divide una cuenca de otra.
- El área de la cuenca, es la superficie en proyección horizontal delimitada por el parteaguas.
- La corriente principal de una cuenca es la corriente que pasa por la salida de la misma.

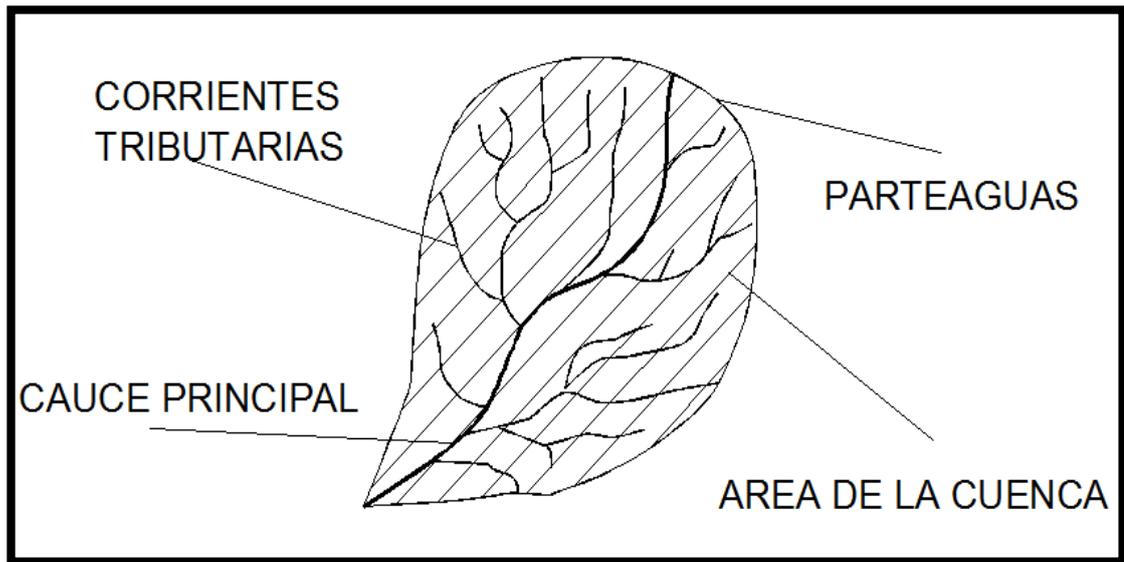


Figura 3. Características de una cuenca.

Esta definición que se aplica a las cuencas exorreicas. Las demás corrientes de una cuenca se denominan corrientes tributarias. Todo punto de cualquier corriente tiene una cuenca de aportación, toda cuenca tiene una y sólo una corriente principal. Las cuencas correspondientes a las corrientes o a los puntos de salida se llaman cuencas tributarias o subcuentas.

Más rápida es la respuesta a la precipitación si la cuenca tiene más bifurcaciones o corrientes tributarias. Mientras más bifurcaciones o corrientes tributarias tengan una cuenca mayor será su respuesta a la precipitación.

Se encuentran cierto número de indicadores de dicho grado de bifurcación como los siguientes:

El orden de corrientes, se determina como muestra la siguiente figura. Una corriente de orden 1 es tributario sin ramificaciones. Una de orden 2 tiene sólo tributarios de primer orden y así sucesivamente. Dos corrientes de orden 1 forman una de orden 2, dos corrientes de orden 3 forman una de orden 4, así sucesivamente. Pero por ejemplo, una corriente de orden 2 y una de orden 3 forman otra de orden 3. El orden de una cuenca es el mismo que el de la corriente principal en su salida. El orden de de la cuenca de la figura mostrada a continuación es de grado 4.

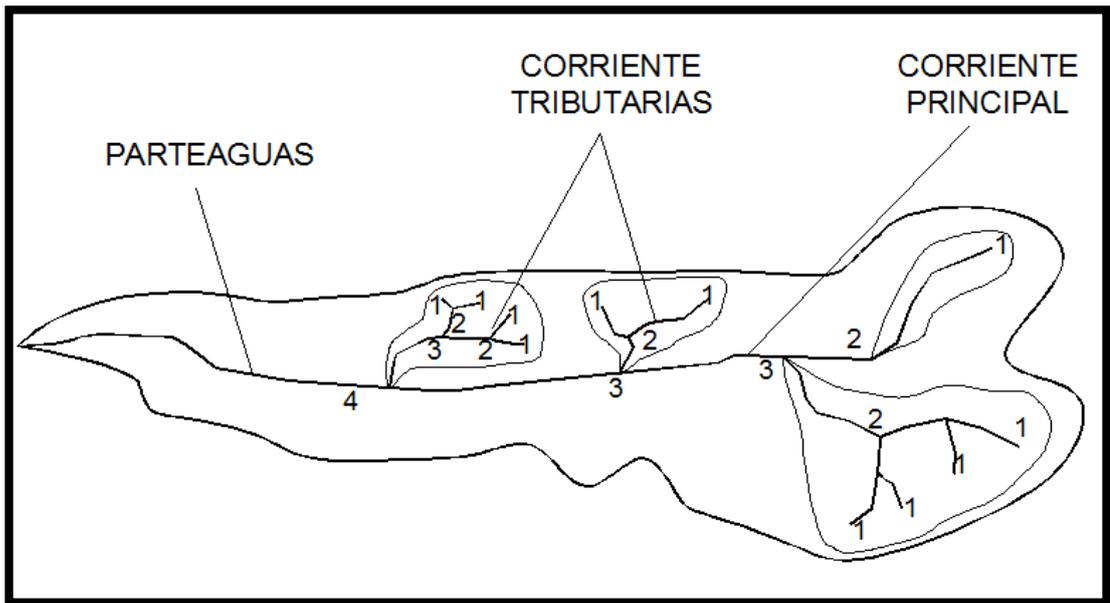


Figura 4. Cuenca Hidrológica.

Otros indicadores del grado de bifurcación o eficiencia de una cuenca son la densidad de corriente D_s , definida como el número de corrientes perennes e intermitentes por unidad de área y densidad de drenaje D_d , definida como la longitud de corrientes por unidad de área:

$$D_s = \frac{N_s}{A}$$

$$D_d = \frac{L_s}{A}$$

Donde

D_s = número de corrientes perennes e intermitentes

L_s = longitud de las corrientes

A = área de la cuenca

Un orden de corrientes alto a una densidad elevada refleja una cuenca altamente disectada, que responde rápidamente a una tormenta. Las densidades u órdenes de corrientes pequeñas se observan de donde los suelos son muy resistentes a la erosión o muy permeables; donde estos indicadores son elevados, los suelos se erosionan fácilmente o son relativamente impermeables, las pendientes son altas y la cobertura vegetal es escasa.

Uno de los indicadores más importantes del grado de respuesta de una cuenca a una tormenta es la pendiente del cauce principal. Dado que esta pendiente varía a lo largo del cauce, es necesario definir una pendiente media; para ello existen varios métodos, de los cuales se mencionan tres:

La pendiente media es igual al desnivel entre los extremos de la corriente dividido entre su longitud medida en planta.

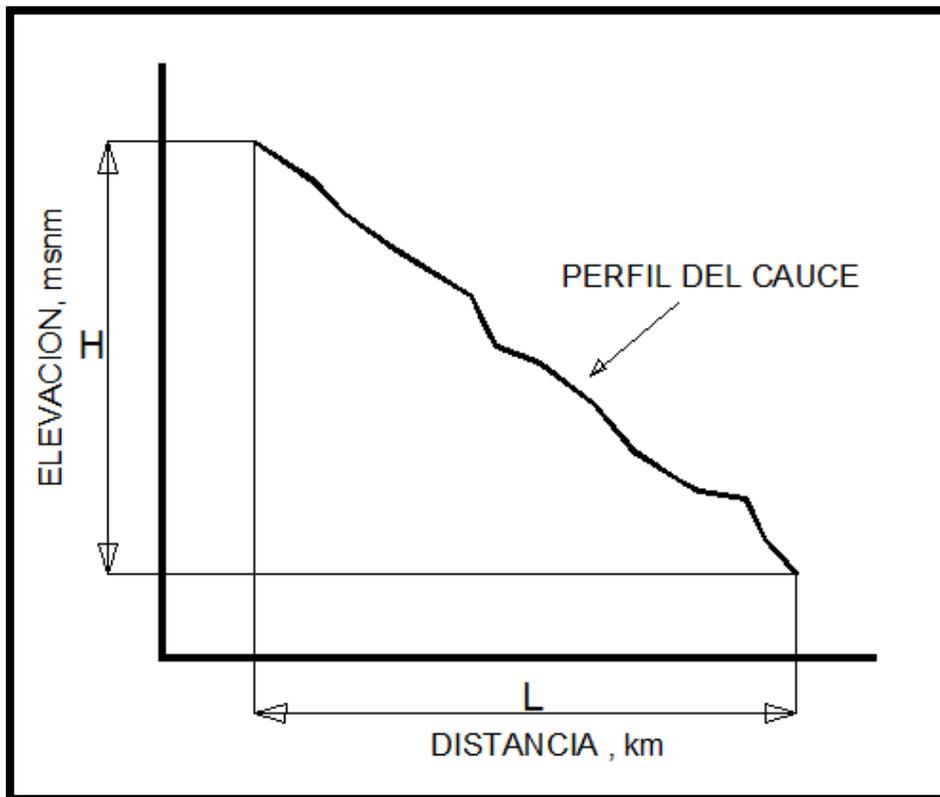


Figura 5. Pendiente del cauce principal.

La pendiente media es la de una línea recta que, apoyándose en el extremo de aguas debajo de la corriente, hace que se tengan áreas iguales entre el perfil del cauce y arriba y debajo de dicha línea como aparece en la figura 6.

Taylor y Schwarz proponen calcular la pendiente media como la de un canal de sección transversal uniforme que tenga la misma longitud y tiempo recorrido que la corriente en cuestión.

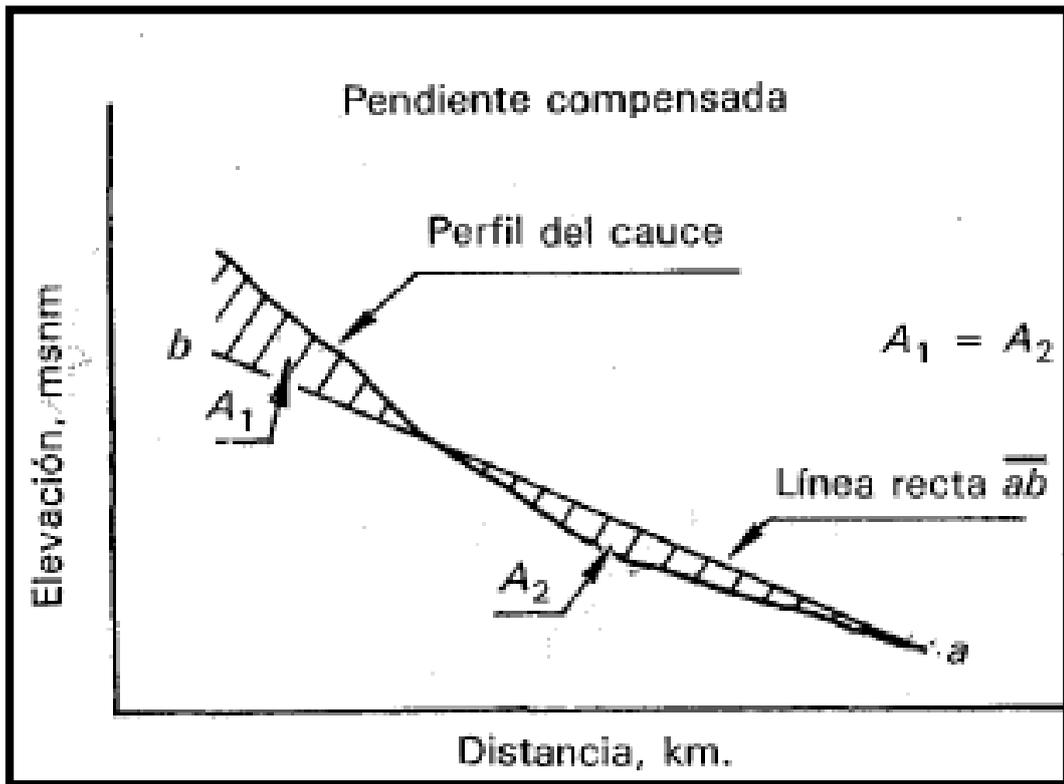


Figura 6. Pendiente media..

La velocidad de recorrido del agua en el tramo i puede calcularse como:

$$V_i = k \sqrt{S_i}$$

Donde k es un factor que depende de la rugosidad y la forma de la sección transversal y S_i es la pendiente del tramo i . Además, por definición:

$$V_i = \frac{\Delta x}{t_i}$$

Donde Δx es la longitud del tramo i y t_i es el tiempo de recorrido en ese tramo y las dos ecuaciones anteriores se obtiene:

$$t_i = \frac{\Delta x}{k \sqrt{S_i}}$$

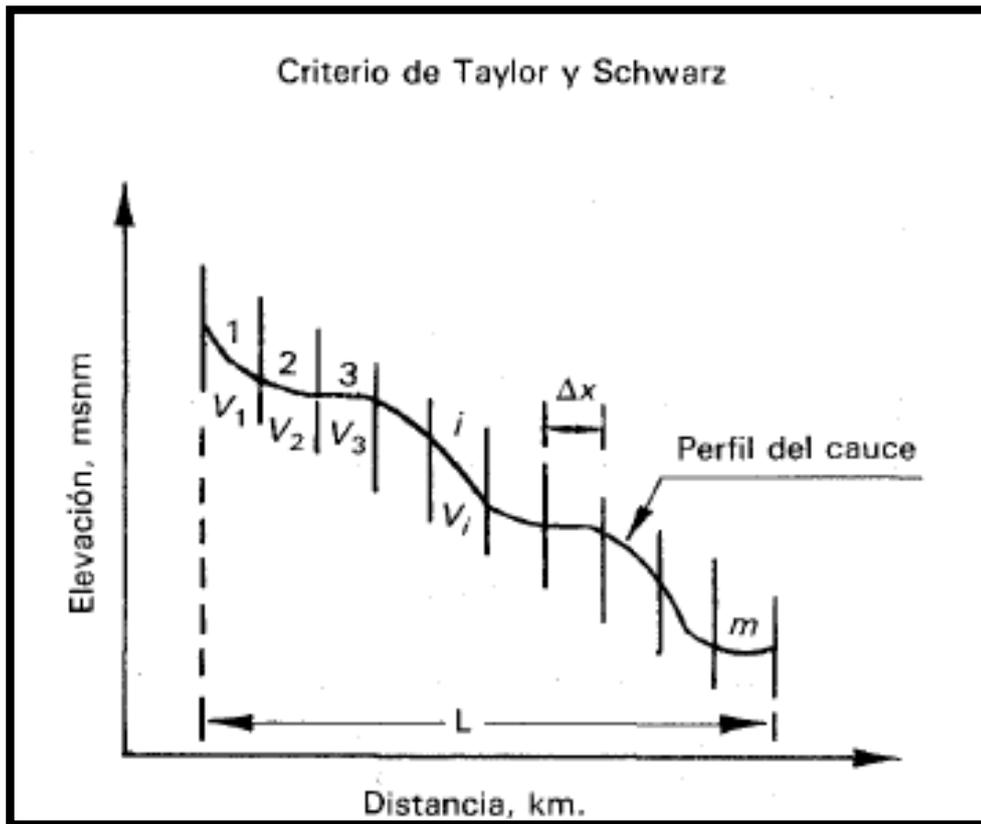


Figura 7. Grafico de el Criterio de Taylor y Schwarz.

Por otra parte, la velocidad media de recorrido en todo el cauce dividido en m tramos es:

$$V = \frac{L}{T} = k \sqrt{S}$$

Donde L es la total del cauce, T es el tiempo total de recorrido y S es la pendiente media buscada. El tiempo T será naturalmente:

$$T = \sum_{i=1}^m t_i = \sum_{i=1}^m \frac{\Delta x}{k \sqrt{S_i}}$$

y la longitud L:

$$L = \sum_{i=1}^m \Delta x = m \Delta x$$

Finalmente, usando las tres últimas ecuaciones despejamos S y obtenemos:

$$S = \left[\frac{m}{\frac{1}{\sqrt{S_1}} + \frac{1}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

Mediante un razonamiento semejante se puede obtener la siguiente fórmula para el caso en que las longitudes de los tramos no sean iguales:

$$S = \left[\frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

donde L_i es la longitud del tramo i .

Las corrientes se clasifican de varias maneras, pero las más interesantes en la ingeniería hidrológica son tal vez las siguientes:

- Por el tiempo en que transportan agua. Según esta clasificación las corrientes pueden ser perennes, intermitentes o efímeras. En una corriente perenne el punto más bajo del cauce se encuentra siempre abajo del nivel de aguas freáticas.

Estas corrientes transportan agua durante todo el año y siempre están alimentadas, totalmente o en parte, por el agua subterránea, es decir, son efluentes. Una corriente intermitente transporta agua durante la época de lluvias de cada año, cuando el nivel freático asciende hasta quedar por encima del punto A.

En época de secas el nivel freático queda por abajo de dicho punto y la corriente no transporta agua, salvo cuando se presenta alguna tormenta. En el caso de las corrientes efímeras o influentes el nivel freático está siempre abajo del punto A (figura 2.5c) y transportan agua inmediatamente después de una tormenta, y, en este caso, alimentan a los almacenamientos de agua subterránea.

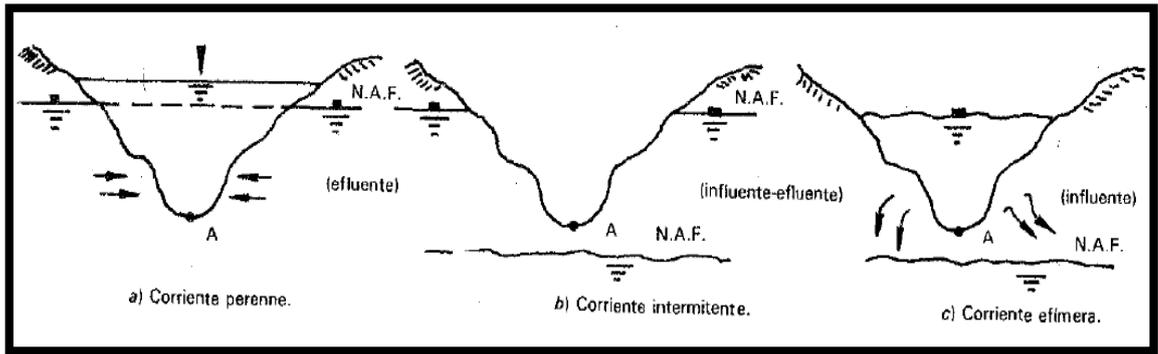


Figura 8. Tipos de corrientes.

- Por su posición topográfica o edad geológica. De acuerdo con esta clasificación los ríos pueden ser de montaña o juveniles, de transición o maduros, o bien de planicie o viejos. En un mismo cauce se pueden encontrar los tres tipos de ríos. Los ríos de montaña, característicos de cotas elevadas sobre el nivel del mar, tienen grandes pendientes y pocas curvas y, debido a las altas velocidades que alcanza el agua, sus cauces están generalmente formados por cantos rodados con un poco de grava y casi nada de finos.
- Los ríos de planicie, por el contrario, presentan numerosos meandros debido a las bajas velocidades del agua y su cauce se forma por arenas y finos. En general, estos ríos se encuentran en cotas cercanas al nivel del mar. Los ríos de transición están en una situación intermedia entre los dos anteriores: presentan algunas curvas, con velocidades de agua moderadas y sus cauces están formados básicamente por grava, con algo de cantos rodados y arena.

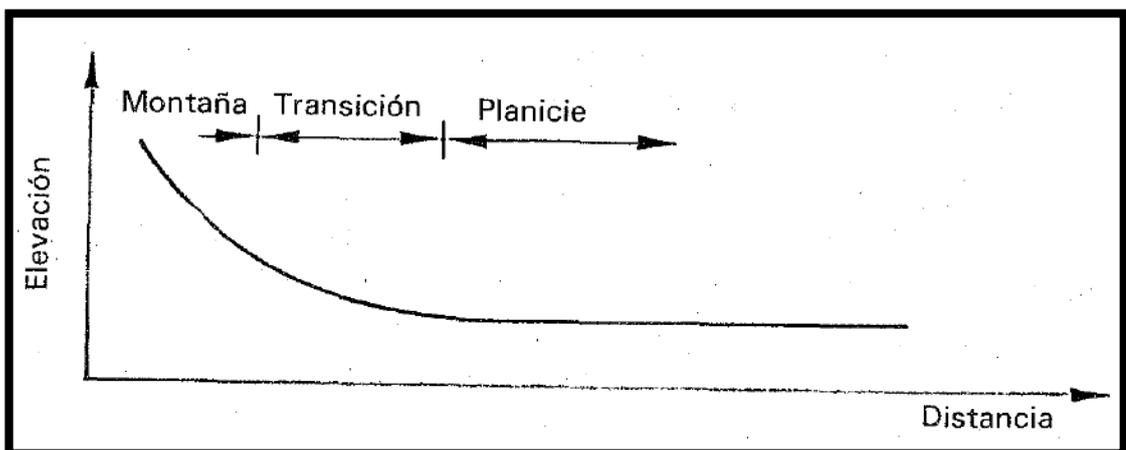


Figura 9. Clasificación de corrientes por su posición topográfica o edad geológica.

2.2.3. ESCURRIMIENTO

El escurrimiento se define como el agua proveniente de la precipitación que circula sobre o bajo la superficie terrestre y que llega a una corriente para finalmente ser drenada hasta la salida de la cuenca. El agua proveniente de la precipitación que llega hasta la superficie terrestre una vez que una parte ha sido interceptada y evaporada sigue diversos caminos hasta llegar a la salida de la cuenca. Conviene dividir estos caminos en tres clases: escurrimiento superficial, escurrimiento sub superficial y escurrimiento subterráneo.

2.2.3.1.FUENTES DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ESCURRIMIENTO

Una vez que la precipitación alcanza la superficie del suelo, se infiltra hasta que las capas superiores del mismo se saturan. Posteriormente, se comienzan a llenar las depresiones del terreno y, al mismo tiempo, el agua comienza a escurrir sobre su superficie. Este escurrimiento, llamado flujo en la superficie del terreno, se produce mientras el agua no llegue a cauces bien definidos (es decir, que no desaparecen entre dos tormentas sucesivas). En su trayectoria hacia la corriente más próxima, el agua que fluye sobre el terreno se sigue infiltrando, e incluso se evapora en pequeñas cantidades. Una vez que llega a un cauce bien definido se convierte en escurrimiento en corrientes.

El flujo sobre el terreno, junto con el escurrimiento en corrientes, forma el escurrimiento superficial. Una parte del agua de precipitación que se infiltra escurre cerca de la superficie del suelo y más o menos paralelamente a él. A esta parte del escurrimiento se le llama escurrimiento subsuperficial; la otra parte, que se infiltra hasta niveles inferiores al freático, se denomina escurrimiento subterráneo.

De los tres tipos de escurrimiento, el superficial es el que llega más rápido hasta la salida de la cuenca. Por ello está relacionado directamente con una tormenta particular y entonces se dice que proviene de la precipitación en exceso o efectiva y que constituye el escurrimiento directo. El escurrimiento subterráneo es el que de manera más lenta llega hasta la salida de la cuenca (puede tardar años en llegar), y, en general, difícilmente se le puede relacionar con una tormenta particular, a menos que la cuenca sea demasiado pequeña y su suelo muy permeable. Debido a que se produce bajo el

nivel freático, es el único que alimenta a las corrientes cuando no hay lluvias y por eso se dice que forma el escurrimiento base.

El escurrimiento sub superficial puede ser casi tan rápido como el superficial o casi tan lento como el subterráneo, dependiendo de la permeabilidad de los estratos superiores del suelo; por ello es difícil distinguido de los otros dos. Cuando es relativamente rápido se le trata junto con el escurrimiento superficial, y cuando es relativamente lento se le considera parte del subterráneo.

La clasificación anterior, aunque ilustrativa, no deja de ser arbitraria. El agua puede comenzar su viaje hacia la corriente como flujo superficial e infiltrarse en el camino, terminando como escurrimiento sub superficial o subterráneo. A la inversa, el escurrimiento sub superficial puede emerger a la superficie si en su camino se encuentra con un estrato muy permeable que aflora en una ladera. Lo importante en realidad es la rapidez con que una cuenca responde a una tormenta, pues esto es lo que determina la magnitud de las correspondientes avenidas.

2.2.4. HIDROGRAMAS Y SU ANALISIS

Si se mide el gasto (que se define como el volumen de escurrimiento por unidad de tiempo) que pasa de manera continua durante todo un año por una determinada sección transversal de un río y se grafican los valores obtenidos contra el tiempo, se obtendría una gráfica como la de la siguiente.

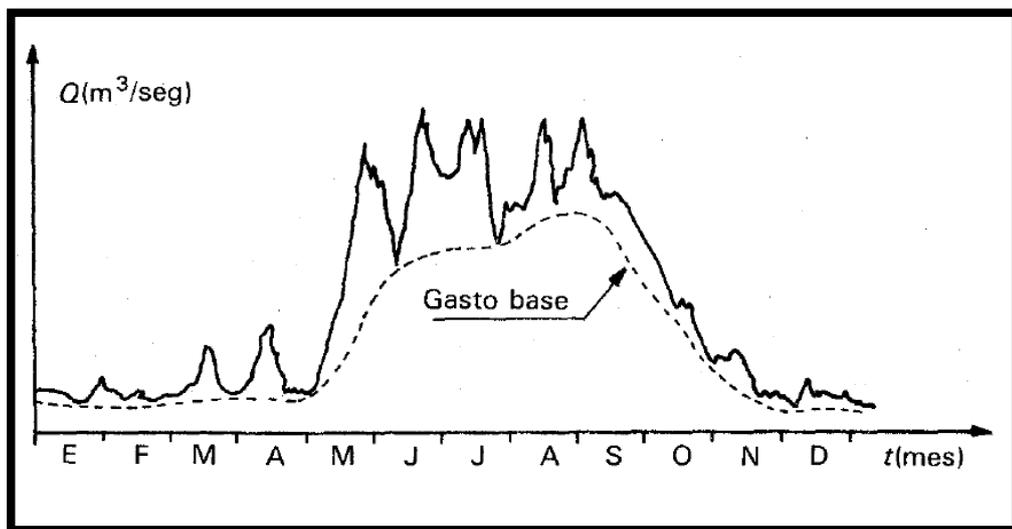


Figura 10. Hidrograma.

Una gráfica como la anterior se denomina hidrograma, como cualquiera que relacione el gasto contra el tiempo. La figura anterior representa un hidrograma anual; si la escala del tiempo se amplía de tal manera que se pueda observar el escurrimiento producido por una sola tormenta, se tendría una gráfica como la que se muestra en la siguiente figura.

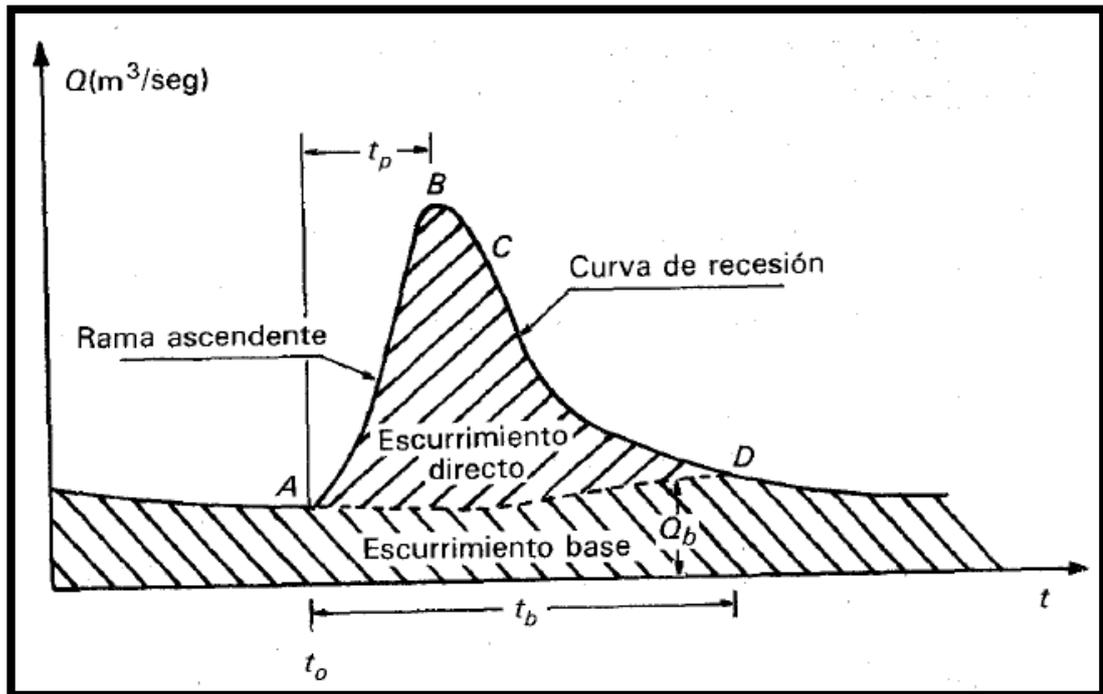


Figura 11. Hidrograma Aislado.

Aunque la forma de los hidrogramas producidos por tormentas particulares varía no sólo de una cuenca a otra sino también de tormenta a tormenta, es posible, en general, distinguir las siguientes partes en cada hidrograma.

A: punto de levantamiento. En este punto, el agua proveniente de la tormenta bajo análisis comienza a llegar a la salida de la cuenca y se produce inmediatamente después de iniciada la tormenta, durante la misma o incluso cuando ha transcurrido ya algún tiempo después de que cesó de llover, dependiendo de varios factores, entre los que se pueden mencionar el tamaño de la cuenca, su sistema de drenaje y suelo, la intensidad y duración de la lluvia y más.

B: pico. Es el gasto máximo que se produce por la tormenta. Con frecuencia es el punto más importante de un hidrograma para fines de diseño.

C: punto de inflexión. En este punto es aproximadamente cuando termina el flujo sobre el terreno y de aquí en adelante, lo que queda de agua en la cuenca escurre por los canales y como escurrimiento subterráneo.

D: final del escurrimiento directo. De este punto en adelante el escurrimiento sólo de origen subterráneo. Normalmente se acepta como el punto de mayor curvatura de la curva de recesión, aunque pocas veces se distingue de fácil manera.

Tp: tiempo de pico. Es el tiempo que transcurre desde el punto de levantamiento hasta el pico del hidrograma.

Tb: tiempo base. Es el tiempo que transcurre desde el punto de levantamiento hasta el punto final del escurrimiento directo. Es, entonces, el tiempo que dura el escurrimiento directo.

Rama ascendente. Es la parte del hidrograma que va desde el punto de levantamiento hasta el pico.

Rama descendente o curva de recesión. Es la parte del hidrograma que va desde el pico hasta el final del escurrimiento directo. Tomada a partir del punto de inflexión, es una curva de vaciado de la cuenca.

El tiempo base de un hidrograma aislado puede ser desde algunos minutos hasta varios días, y el pico puede tener valores del orden de unos cuantos litros por segundo hasta miles de metros cúbicos por segundo.

El área bajo el hidrograma, $\int_{t_0}^t Q dt$, es el volumen total escurrido; el área bajo el hidrograma y arriba de la línea de separación entre gasto base y directo, $\int_{t_0}^t (Q - Q_b) dt$, es el volumen de escurrimiento directo.

Debido a que el escurrimiento directo proviene de la precipitación, casi siempre aporta un componente del gasto total en un hidrograma mucho mayor que el que genera el escurrimiento base. Por otra parte, el escurrimiento base está formado normalmente por agua proveniente de varias tormentas que ocurrieron antes de la considerada y es muy difícil determinar a cuáles pertenece.

Para poder correlacionar la precipitación con los hidrogramas que genera es necesario antes separar el gasto base del directo.

En vista de que rara vez es posible conocer con precisión la evolución de los niveles freáticos durante una tormenta y que el punto D de un hidrograma es generalmente difícil de distinguir, la tarea de separar el gasto base del directo no es sencilla en la mayoría de los casos.

Existen varios métodos, algunos de los cuales se describen a continuación, para separar el gasto base del directo, pero la palabra final la tiene el criterio y buen juicio del ingeniero.

a) El método más simple consiste en trazar una línea recta horizontal a partir del punto A del hidrograma. Aunque este método puede dar resultados con buena aproximación, de manera especial en tormentas pequeñas donde los niveles freáticos no se alteran mayormente, en general sobrestima el tiempo base y el volumen de escurrimiento directo.

b) Otro método es el de determinar una curva tipo vaciado del escurrimiento base, analizando varios hidrogramas y seleccionando aquellos tramos aunque sólo exista escurrimiento base. En el ejemplo de la siguiente figura, estos tramos podrían ser los a - b, c - d, e - f, g -h, etc. Los tramos seleccionados se dibujan posteriormente en papel semilogarítmico de manera que sus extremos inferiores sean tangentes a una línea.

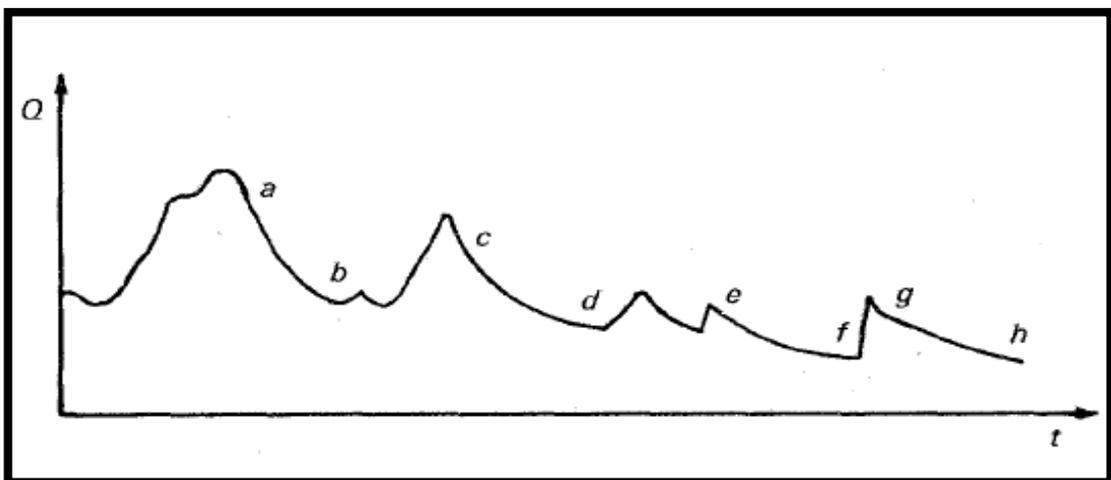


Figura 12. Método de determinación de curva.

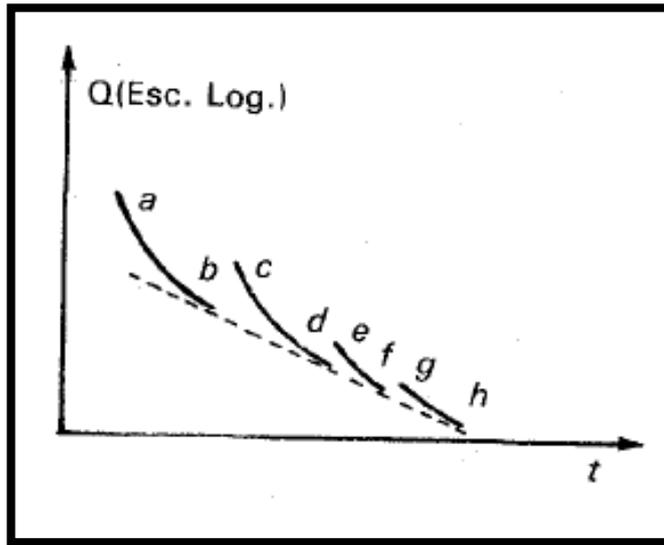


Figura 13. Método de determinación de curva.

Si uno de los tramos seleccionados está formado por escurrimiento directo, se nota de inmediato que no es tangente a dicha línea; por ello estos tramos se eliminan del análisis. La línea resultante se llama curva de vaciado del gasto base. El punto D del hidrograma se localiza superponiendo la curva de vaciado -dibujada en papel aritmético y a la misma escala que el hidrograma- a la curva de recesión del hidrograma (siguiente figura). El punto D se encuentra entonces donde ambas líneas se separan. Este método es más preciso que el anterior, pero tiene la desventaja de que se requiere contar con varios hidrogramas registrados anteriormente, lo que no siempre es posible.

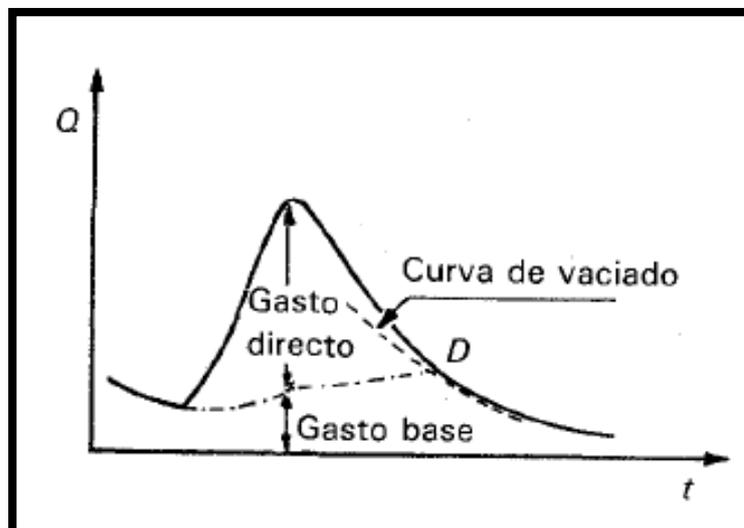


Figura 14. Líneas de vaciado y gastos.

e) Se han realizado numerosos intentos de correlacionar el tiempo de vaciado del escurrimiento directo con algunas características de las cuencas. El método que mejores resultados ha tenido es el que relaciona dicho tiempo con el área de la cuenca. Una relación muy utilizada es la siguiente:

$$N = 0.827 A^{0.2}$$

Donde

N = tiempo de vaciado del escurrimiento directo en días y

A = área de la cuenca en km².

El punto D del hidrograma estará un tiempo de N días después del pico.

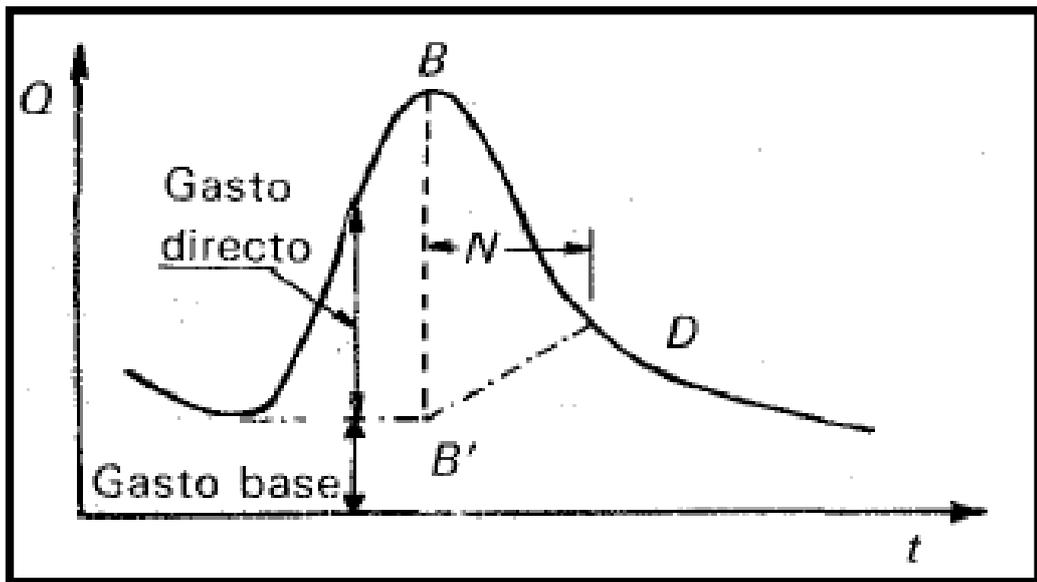


Figura 15. Gasto

Este método es útil en cuencas con un área no menor de unos 3 km². Sus resultados son en general aceptables, aunque, como en todos los demás, deben tomarse con precaución.

d) Otro método más consiste en buscar el punto de mayor curvatura de la curva de recesión del hidrograma. Esto se puede hacer de la siguiente manera: sea un

hidrograma en el que se tienen los gastos señalados en la columna 3 de la siguiente. Una vez ordenados los gastos en la tabla, se dividen entre los ocurridos un Δt fijo después $Q_{+\Delta t}$ (6 h en el ejemplo).

Posteriormente se dibujan los cocientes $Q/Q_{+\Delta t}$ contra el tiempo; en el punto donde ocurra un cambio de pendiente se tiene la mayor curvatura de la rama descendente y por tanto el punto D como en la siguiente figura.

Una vez localizado el punto D por medio de cualquiera de los métodos anteriores o de algún otro, resta trazar la línea de separación entre el gasto base y el directo.

Para hacer lo anterior también existen varios criterios.

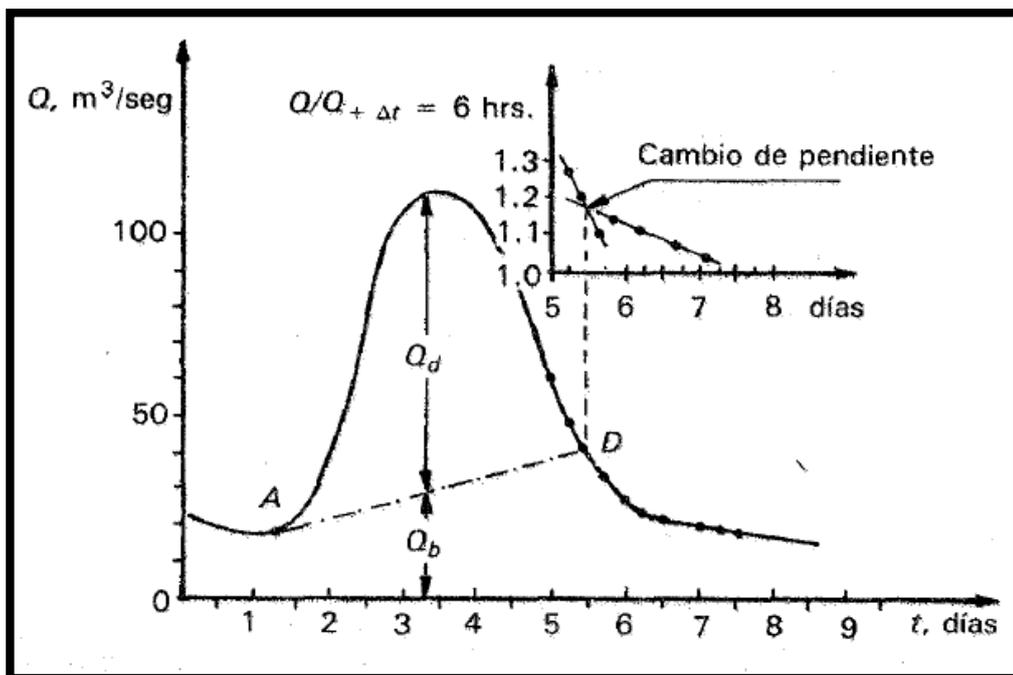


Figura 16. Curvatura de la rama descendente.

El más simple es trazar una línea recta desde el punto A hasta el D como en la figura anterior. Otro método es el de continuar hacia atrás la curva de vaciado del gasto base hasta el tiempo en que ocurre el pico y de ahí unir la prolongación con el punto A del hidrograma. Otro posible procedimiento es trazar dos líneas rectas, una horizontal a

partir del punto *A* hasta el tiempo en que ocurre el pico y otra desde este punto hasta el *D* como se muestra en la figura anterior.

Ninguno de estos procedimientos de separación es completamente preciso; sin embargo, se puede aceptar un error en la posición del punto *D* de una o dos veces la duración de la tormenta, pues el área bajo esta parte del hidrograma es, en general, sólo un pequeño porcentaje del volumen total escurrido.

2.2.5. AFORO

Aforar una corriente significa determinar a través de mediciones el gasto que pasa por una sección dada. En México se usan básicamente tres tipos de métodos para aforar corrientes, a saber:

- Secciones de control.
- Relación sección-pendiente
- Relación sección-velocidad

2.2.5.1. SECCION DE CONTROL

Una *sección de control* de una corriente se define como aquella en la que existe una relación única entre el tirante y el gasto. De los muchos tipos de secciones de control que se pueden usar para aforar una corriente, los más comunes con los que producen un tirante crítico y los vertedores.

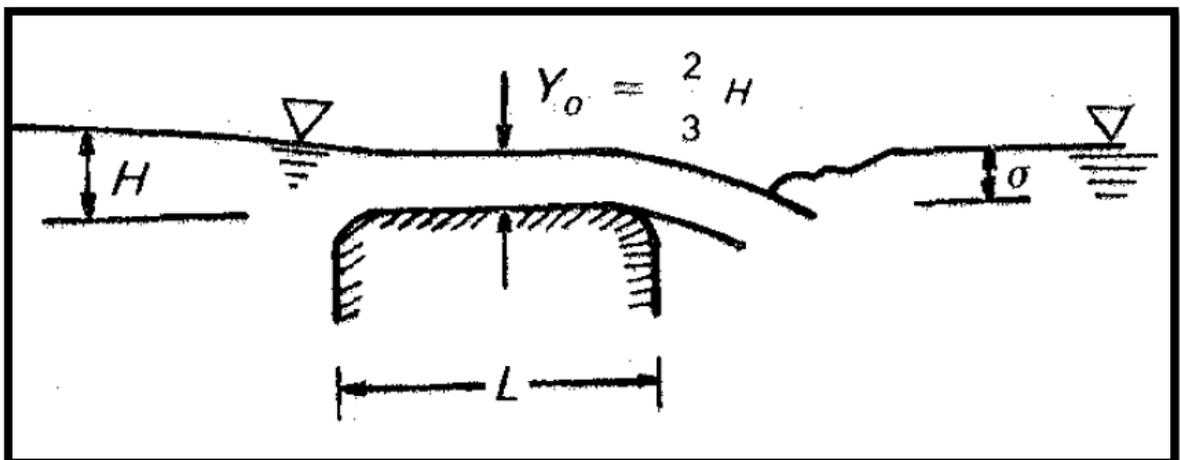


Figura 17. Sección de control.

Se forma un tirante crítico elevando el fondo del cauce, estrechándolo o con una combinación de las dos técnicas. Cuando se utiliza la primera (grafico anterior), el gasto se calcula usando la fórmula de vertedores de pared gruesa:

$$Q = \frac{2}{3} B H \frac{\sqrt{2}}{3} gH = 1.7 BH^{3/2}$$

donde B es el ancho del cauce en m , g es la aceleración de la gravedad en m/S^2 , H es la carga sobre el vertedor (véase figura 3.8) en m y Q es el gasto en m^3/s . Para que el dispositivo de la figura anterior tenga un buen funcionamiento, se recomienda que:

$$3 < \frac{L}{H} < 4$$

$$\sigma < 0.8 H$$

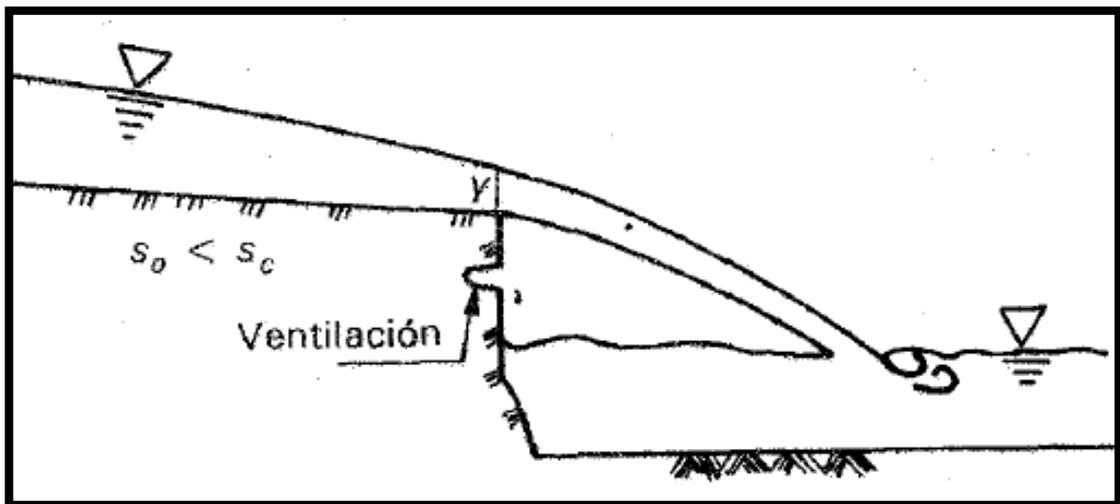


Figura 18. Ventilación en la sección de entrada.

Otra manera de provocar la formación de un tirante crítico es cuando la topografía permite disponer de una caída libre; en este caso el gasto se calcula con el tirante medido justo en la caída y:

$$Q = 1.65By \sqrt{gy}$$

donde y está en m, g en m/s^2 , B en m y Q en m^3/s . Los vertedores de pared delgada recomendables para realizar aforos son el triangular con ángulo de 90° para gastos pequeños (de 0 a 100 l/s) y el rectangular para gastos mayores (de 100 a 1 000 l/s).

Si se usa un vertedor rectangular con las dimensiones especificadas en la siguiente figura, el gasto se calcula como:

$$Q = 1.9LH^{3/2}$$

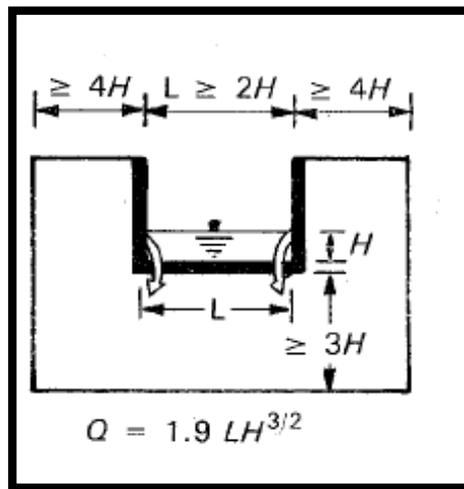


Figura 19. Vertedor Rectangular.

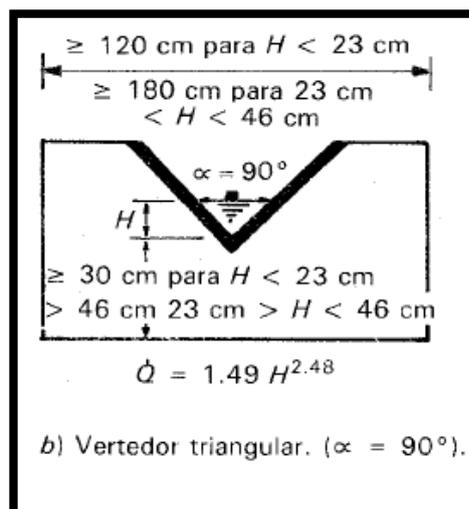


Figura 20. Vertedor Triangular.

y con un vertedor triangular como en la siguiente figura, el gasto es:

$$Q = 1.49 H^{2.48}$$

En las dos últimas ecuaciones H es la carga sobre la cresta del vertedor en m , medida a una distancia de cuando menos H aguas arriba de la cresta; L es la longitud de la cresta en m y Q es el gasto en m^3/s . El método de las secciones de control es el más preciso de todos para el aforo, pero presenta algunos inconvenientes. En primer lugar, es relativamente costoso y, en general, sólo se puede usar cuando los gastos no son muy altos. En el caso de los estrechamientos se restringe el transporte de objetos arrastrados por la corriente y la sección puede obstruirse. Un inconveniente de los vertedores es que generan un remanso aguas arriba de la sección. Por ello, este método es adecuado en ríos pequeños, cauces artificiales (como por ejemplo canales de riego) o cuencas experimentales.

2.2.5.2.RELACION SECCION - PENDIENTE

Este método se utiliza para estimar el gasto máximo que se presentó durante una avenida reciente en un río donde no se cuenta con ningún otro tipo de aforos. Para su aplicación se requiere solamente contar con topografía de un tramo del cauce y las marcas del nivel máximo del agua durante el paso de la avenida. Según la fórmula de Manning, la velocidad es:

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} S_f^{1/2}$$

Donde:

R =radio hidráulico

S_f = pendiente de la línea de energía específica

n = coeficiente de rugosidad.

Además, de la ecuación de continuidad se tiene que:

$$Q = v A$$

Donde

A es el área hidráulica.

Aplicando la ecuación de Bernoulli entre los extremos inicial y final del tramo (siguiente figura) resulta:

$$z_1 + y_1 + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + y_2 + \frac{v_2^2}{2g} + h_f$$

De las ecuaciones anteriores se obtiene:

$$h_f = \Delta y + \frac{Q^2}{2g} \left(\frac{1}{A_1^2} - \frac{1}{A_2^2} \right)$$

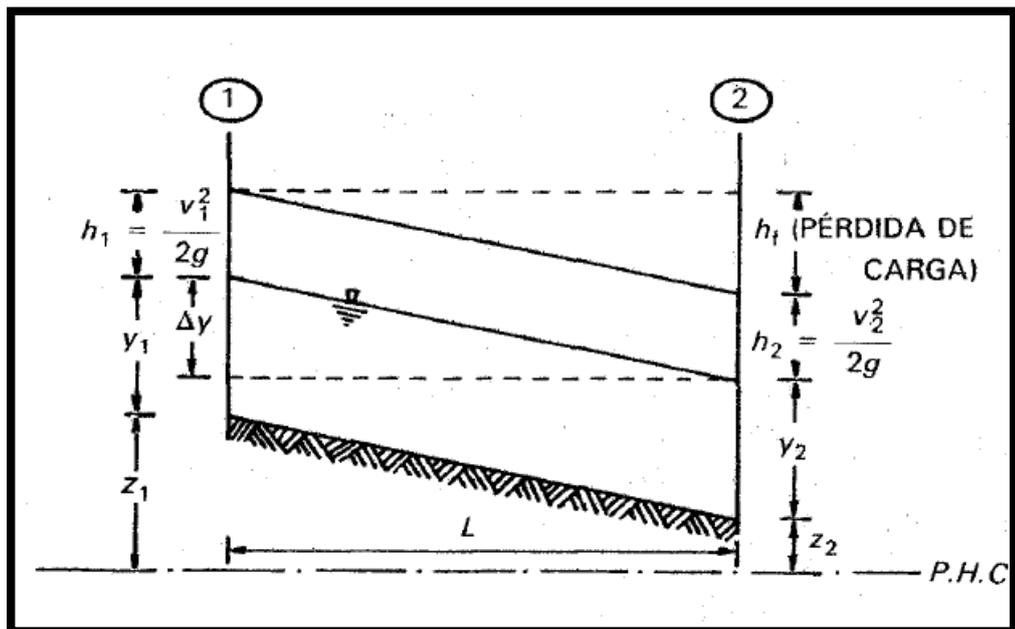


Figura 21. Gráfico de pérdidas.

Donde

$\Delta y = (z_1 + y_1) - (z_2 + y_2) =$ diferencia en elevación de las marcas del nivel máximo del agua en los extremos del tramo. Para tomar en cuenta las pérdidas locales conviene escribir la ecuación anterior en la forma:

$$h_f = \Delta y + \frac{Q^2}{bg} \left(\frac{1}{A_1^2} - \frac{1}{A_2^2} \right)$$

Donde

$$b = 2 \text{ si } A_1 > A_2 \text{ Y } b = 4 \text{ si } A_2 > A_1$$

Utilizando las ecuaciones anteriores se puede escribir:

$$Q = \frac{A}{n} R^{2/3} S_f^{1/2} = \bar{K}_d S_f^{1/2}$$

Donde

$K_d = \frac{AR^{2/3}}{n}$ es el *coeficiente de conducción medio en el tramo* que puede calcularse como el promedio geométrico de los coeficientes de conducción en los extremos del mismo:

$$\bar{K}_d = \sqrt{K_{d1} K_{d2}}; K_{d_i} = \frac{A_i R_i^{2/3}}{n_i}$$

Basado en estas ecuaciones y tomando en cuenta que $h_f = S_f L$ se obtiene:

$$\frac{Q^2}{\bar{K}_d^2} = \frac{\Delta y}{L} + \frac{Q^2}{bgL} \left(\frac{1}{A_1^2} - \frac{1}{A_2^2} \right)$$

despejando Q :

$$Q = \frac{\sqrt{\Delta y/L}}{\sqrt{\frac{1}{K_d^2} - \frac{1}{bgL} \left(\frac{1}{A_1^2} - \frac{1}{A_2^2} \right)}}$$

Con esta ecuación es posible estimar el gasto de pico de una avenida si se conocen las marcas del nivel máximo del agua en las márgenes, la rugosidad del tramo y la topografía del mismo.

2.2.5.3.RELACION SECCION - VELOCIDAD

Este es el método más usado en México para aforar corrientes. Consiste básicamente en medir la velocidad en varios puntos de la sección transversal y después calcular el gasto por medio de la ecuación de continuidad. La velocidad del flujo en una sección transversal de una corriente tiene una distribución como la que se muestra en la siguiente figura.

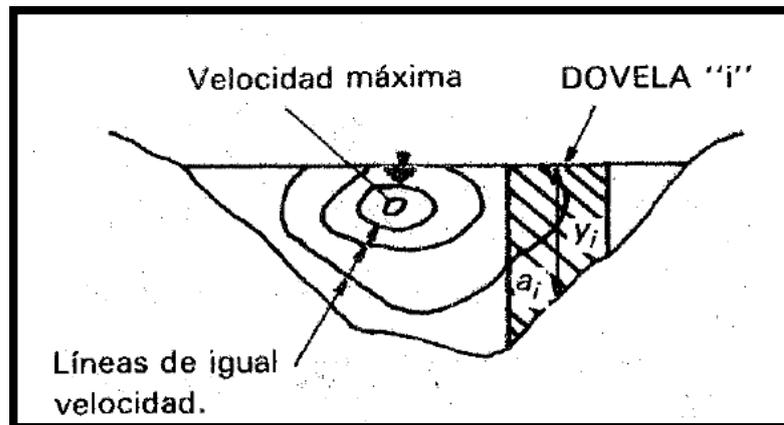


Figura 22. Sección transversal de una corriente.

Para determinar el gasto no es suficiente entonces medir la velocidad en un sólo punto, sino que es necesario dividir la sección transversal del Cauce en varias subsecciones llamadas *dovelas*. El gasto que pasa por cada dovela es:

$$q_i = a_i v_{mi}$$

Donde

a_i = es el área de la dovela i

v_{mi} = es la velocidad media en la misma dovela.

2.2.5.4. OTROS METODOS

Existen otros métodos con los que es posible realizar aforos. Uno de ellos es el de trazadores, que consiste en soltar una cantidad conocida de partículas fluorescentes, radiactivas, etc., en una sección situada a una cierta distancia aguas arriba de la sección de aforos para medir el tiempo que tardan en llegar a la última.

Esto se puede hacer visualmente, con contadores de radiactividad o con algún otro procedimiento, dependiendo del tipo de partículas usadas. Este y otros métodos aún se encuentran en la etapa de experimentación y su uso todavía está limitado en la práctica.

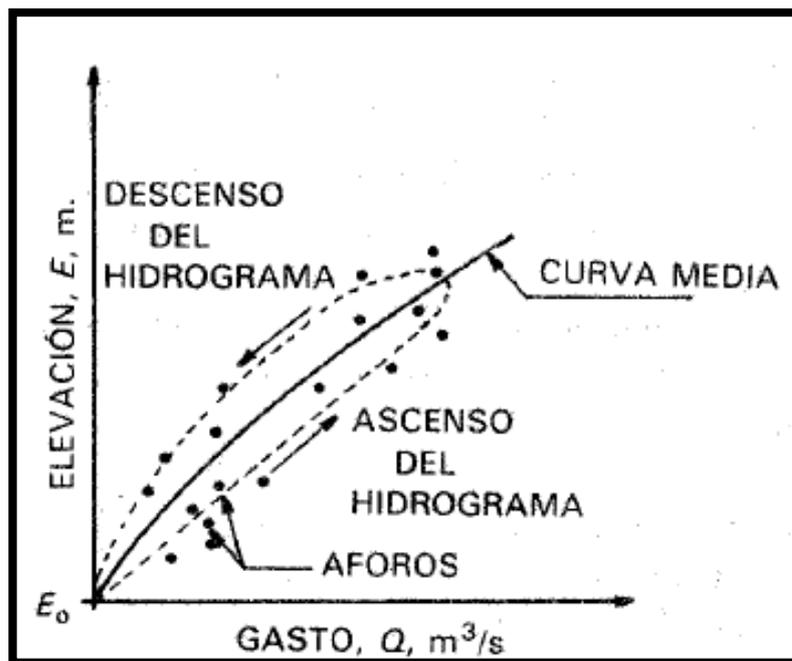


Figura 23. Curva, elevaciones, gastos.

2.2.6. EVAPORACION Y TRANSPIRACION

Desde el punto de vista de la ingeniería hidrológica es importante conocer, por un lado, la cantidad de agua que se pierde por evaporación en grandes depósitos, como presas, lagos o en sistemas de conducción, y, por otro, la cantidad de agua con que es necesario dotar a los distritos de riego, para determinar las fuentes y dimensiones de los sistemas de abastecimiento.

- *Evaporación* es el proceso por el cual el agua pasa del estado líquido en que se encuentra en los almacenamientos, conducciones y en el suelo, en las capas cercanas a su superficie, a estado gaseoso y se transfiere a la atmósfera.
- *Transpiración* es el agua que se despiden en forma de vapor de las hojas de las plantas. Esta agua es tomada por las plantas, naturalmente, del suelo.
- *Evapotranspiración* es la combinación de evaporación y transpiración.
- *Uso consuntivo* es la combinación de evapotranspiración y el agua que las plantas retienen para su nutrición.

Esta última cantidad es pequeña en comparación con la evapotranspiración (aproximadamente representa sólo el 1%), por lo que los términos evapotranspiración y uso consuntivo se usan como sinónimos.

2.2.6.1.EVAPORACIÓN

La evaporación se produce básicamente por el aumento de energía cinética que experimentan las moléculas de agua cercanas a la superficie de un suelo húmedo o una masa de agua, producido por la radiación solar, el viento y las diferenciales en p.

Este aumento de energía cinética provoca que algunas moléculas de agua "brinquen" de manera continua a la atmósfera. Al mismo tiempo, algunas de las moléculas que ya se encuentran en la atmósfera se condensan y regresan al cuerpo de agua. Naturalmente, lo que interesa en la ingeniería hidrológica es el flujo neto de partículas a la atmósfera, al cual se le denominará en lo sucesivo evaporación.

2.2.6.1.1. FORMULAS EMPIRICAS

La mayor parte de las fórmulas empíricas que se han propuesto se basan en el planteamiento aproximado de la ley de Dalton (ecuación 4.2). Existe una gran cantidad de fórmulas de este tipo, pero todas ellas son muy similares, por lo que en este apartado se mencionará solamente una.

Formula de Meyer

Propuesta en 1915, esta fórmula es:

$$E_m = C (e_s - e_a) \left[1 + \frac{V_w}{16.09} \right]$$

Donde

E_m = evaporación mensual en cm.

e_a = presión de vapor media mensual en pulgadas de mercurio.

e_s = presión de vapor de saturación media mensual en pulgadas de mercurio.

V_w = velocidad media mensual del viento, medida a 10 m de la superficie, en km/h.

C = coeficiente empírico, cuyo valor puede tomarse como de 38 para depósitos pequeños y evaporímetros y de 28 para grandes depósitos.

2.2.6.1.2. BALANCE DE ENERGIA

Penman, en 1948 (referencia 4.2), desarrolló una teoría basada en el balance de energía para el cálculo de la evaporación que no se presentará con detalle en este texto. La ecuación final es la siguiente:

$$E = \frac{\Delta \cdot R_n + \gamma E_a}{\Delta + \gamma}$$

2.2.6.1.3. MEDICIÓN DE LA EVAPORACIÓN

La evaporación puede medirse por medio de evaporímetros, que básicamente están formados por un recipiente en el que se coloca cierta cantidad de agua y se mide, diariamente o con la frecuencia que se estime conveniente, el cambio en el tirante. Existen varios tipos de evaporímetros; uno de los más comunes es el llamado clase A, fabricado de fierro galvanizado.

La altura de evaporación se mide mediante una regla graduada, colocada dentro de un pequeño tubo aquietador. Los valores medidos deben corregirse sumándoles la altura de precipitación registrada en el intervalo de tiempo en la estación pluviométrica más cercana, generalmente situada en el mismo lugar que el evaporímetro.

Por otra parte, dado que, para las mismas condiciones atmosféricas, la evaporación es mayor en depósitos pequeños que en los grandes, los datos registrados en un evaporímetro deben corregirse si se desean usar para estimar la evaporación en presas, lagos o cualquier otro tipo de gran almacenamiento.

Esta corrección se lleva a cabo multiplicando los valores registrados por un factor que varía entre 0.6 y 0.8. En general, 0.7 es un buen valor.

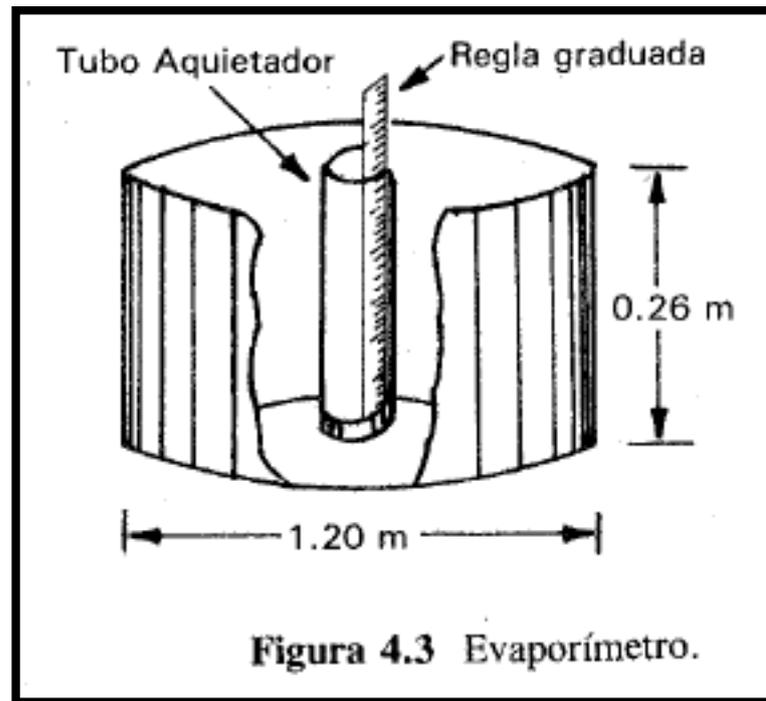


Figura 24. Evaporímetro.

2.2.6.2. EVAPOTRANSPIRACIÓN O USO CONSUNTIVO

El conocimiento de la evapotranspiración o liso consuntivo es un factor determinante en el diseño de sistemas de riego, incluyendo las obras de almacenamiento, conducción, distribución y drenaje. Especialmente, el volumen útil de una presa para abastecer a una zona de riego depende en gran medida del uso consuntivo.

En México se usan fundamentalmente dos métodos para el cálculo del uso consuntivo: el de Thorntwaite y el de Blaney-Criddle. El primero, por tomar en cuenta sólo la temperatura media mensual, arroja resultados estimativos que pueden usarse únicamente en estudios preliminares o de gran visión, mientras que el segundo es aplicable a casos más específicos.

2.2.6.2.1. MÉTODO DE THORNTWAITE

Este método, desarrollado en 1944 (referencia 4.5), calcula el uso consuntivo mensual como una función de las temperaturas medias mensuales mediante la fórmula:

$$U_j = 1.6 K_a \left(\frac{10T_j}{I} \right)^a$$

donde

U_j = uso consuntivo en el mes j , en cm.

T_j = temperatura media en el mes j , en °C.

a, I = constantes.

K_a = constante que depende de la latitud y el mes del año

Las constantes I (Índice de eficiencia de temperatura) y a se calculan de

la siguiente manera:

$$I = \sum_{j=1}^{12} i_j$$

donde

$$i_j = \left(\frac{T_j}{5} \right)^{1.514}$$

y j = número de mes.

Tabla 4. Valores de K_a

Latitud, grados	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
0	1.04	0.94	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04	1.04	1.01	1.04	1.01	1.01
10	1.00	0.91	1.03	1.03	1.08	1.06	1.08	1.07	1.02	1.02	0.98	0.99
20	0.95	0.90	1.03	1.05	1.13	1.11	1.14	1.11	1.02	1.00	0.93	0.91
30	0.90	0.87	1.03	1.08	1.18	1.17	1.20	1.14	1.03	0.98	0.89	0.88
35	0.87	0.85	1.03	1.09	1.21	1.21	1.23	1.16	1.03	0.97	0.86	0.85
40	0.84	0.83	1.03	1.11	1.24	1.25	1.27	1.18	1.04	0.96	0.83	0.81
45	0.80	0.81	1.02	1.13	1.28	1.29	1.31	1.21	1.04	0.94	0.79	0.75
50	0.74	0.78	1.02	1.15	1.33	1.36	1.37	1.25	1.06	0.92	0.76	0.70

2.2.6.2.2. MÉTODO DE BLANEY-CRIDDLE

En este método se toma en cuenta, además de la temperatura y las horas de sol diarias, el tipo de cultivo, la duración de su ciclo vegetativo, la temporada de siembra y la zona. El ciclo vegetativo de un cultivo es el tiempo que transcurre entre la siembra y la cosecha y, por supuesto, varía de cultivo a cultivo.

Si se desea estimar la evapotranspiración durante un ciclo vegetativo completo, se puede emplear la fórmula:

$$E_t = K_g F$$

donde

E_t = evapotranspiración durante el ciclo vegetativo, cm.

F = factor de temperatura y luminosidad.

K_g = coeficiente global de desarrollo.

Las pérdidas por evaporación e infiltración en las conducciones y los desperdicios lo aumentan.

2.2.6.3.PRECIPITACIÓN

Desde el punto de vista de la ingeniería hidrológica, la precipitación es la fuente primaria del agua de la superficie terrestre, y sus mediciones forman el punto de partida de la mayor parte de los estudios concernientes al uso y control del agua. En este capítulo se estudiarán dos aspectos fundamentales de la precipitación: por un lado, la manera en que se produce y algunos métodos con que se puede predecir dadas ciertas condiciones atmosféricas, para lo cual será necesario revisar algunos aspectos básicos de meteorología y, por otro, la manera en que se mide la precipitación y diversos criterios para el análisis, síntesis, corrección y tratamiento de los datos.

(Aparicio)

2.3.EL SUELO

“En el sentido general de la ingeniería, suelo se define como el agregado no cementado de granos minerales y materia orgánica descompuesta (partículas

sólidas) junto con el líquido y gas que ocupan los espacios vacíos entre las partículas sólidas.

El suelo se usa como material de construcción en diversos proyectos de ingeniería civil y sirve para soportar las cimentaciones estructurales. Por esto, se deben estudiar las propiedades del suelo, tales como origen, distribución, granulométrica, capacidad de drenar el agua, compresibilidad, resistencia cortante, capacidad de carga, y otras más.”

(Braja M. Das)

2.3.1. DEPÓSITO DE SUELO NATURAL

El suelo se produce por la fractura y rompimiento de varios tipos de rocas en piezas más pequeñas mediante procesos mecánicos y químicos. Los suelos pueden ser:

- **Residuales.** Suelos que permanecen donde se forman y cubren la superficie rocosa de la que se derivan.
- **Transportados.** Los que son transportados por algún medio físico de un lugar a otro.

Los suelos transportados se pueden subdividir en tres categorías:

- Aluviales o fluviales: depositados por agua en movimiento
- Glaciales: depositados por acción glacial
- Eólicos: depositados por acción del viento

2.3.2. TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS DEL SUELO

Los tamaños de las partículas que conforman el suelo varían en un amplio rango sin importar de donde sea el origen del suelo. Los suelos en general son llamados grava, arena, limo o arcilla dependiendo del tamaño predominante de la partícula. Para describir los suelos por el tamaño de sus partículas varias organizaciones desarrollaron límites de tamaño de suelo separado.

Estas organizaciones son: Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), la Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras Estatales y de Transporte (AASHTO), el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos y la Oficina de Restauración de Estados Unidos.

Tabla 5. Límites de tamaño de suelo separados.

Nombre de la organización	Tamaño del grano (mm)			
	Grava	Arena	Limo	Arcilla
Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT)	> 2	2 a 0.06	0.06 a 0.002	< 0.002
Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA)	> 2	2 a 0.05	0.05 a 0.002	< 0.002
Asociación Americana de Funcionarios del Transporte y Carreteras Estatales (AASHTO)	76.2 a 2	2 a 0.075	0.075 a 0.002	< 0.002
Sistema unificado de clasificación de suelos (U.S. Army Corps of Engineers; U.S. Bureau of Reclamation; American Society for Testing and Materials)	76.2 a 4.75	4.75 a 0.075	Finos (es decir, limos y arcillas) < 0.075	

Las gravas son fragmentos de rocas ocasionalmente con partículas de cuarzo, feldespato u otros minerales. Las partículas de arena están formadas principalmente por cuarzo y feldespatos, aunque también están presentes a veces otros granos minerales.

Los limos son fragmentos microscópicos de suelos que consisten en granos muy finos de cuarzo y algunas partículas en forma de escamas (hojuelas) que son fragmentos de minerales micáceos. Las arcillas son principalmente partículas submicroscópicas en forma de escamas de mica, minerales arcillosos y otros minerales.

Las arcillas se definen como partículas menores a 0.002 mm. En algunos casos, las partículas de tamaño entre 0.002 y 0.005 mm también se denominan arcillas. Las partículas se clasifican como arcilla con base en su tamaño y no contienen necesariamente minerales arcillosos. Las arcillas se definen como aquellas partículas

“que desarrollan plasticidad cuando se mezclan con las arcillas cuando contiene cierta cantidad de agua” (Grim, 1953). (La plasticidad es la propiedad tipo masilla de las arcillas cuando contienen cierta cantidad de agua).

(Braja M. Das)

2.3.3. DENSIDAD DE SOLIDOS

La densidad se la determina en un laboratorio. La mayoría de minerales tiene una densidad de solidos que cae dentro de un rango de 2.6 a 2.9. Este valor es usado en varios cálculos de la mecánica de suelo.

Tabla 6. Densidad de sólidos de minerales importantes.

Mineral	Densidad de solidos
	Gs
Cuarzo	2.65
Caolinita	2.6
Ilita	2.8
Monmorilonita	2.65-2.80
Haloisita	2.0-2.55
Feldespatos de potasio	2.57
Feldespatos de sodio y calcio	2.62-2.76
Clorita	2.6-2.9
Biotita	2.8-3.2
Moscovita	2.76-3.1
Hornablenda	3.0-3.47
Limonita	3.6-4.0
Olivina	3.27-3.37

2.3.4. ANALISIS MECANICO DEL SUELO

Es la determinacion de del rango del tamaño de partículas presentes en un suelo expresado como un porcentaje de peso (o masa) seco total. Para encontrar la distribucion del tamaño de las partículas del suelo se usan dos métodos: el análisis con cribado y el análisis hidrométrico.

El análisis con cribado, que consiste en sacudir la muestra de suelo a través de un conjunto de mallas que tienen aberturas progresivamente más pequeñas. El suelo se seca en el horno y luego los grumos se disgregan en partículas pequeñas antes e ser separados por las mallas.

Luego de pasar por las mallas el material disgregado seco se determina la masa del suelo retenido en cada malla. Los resultados del análisis por cribado se expresan comúnmente como porcentaje del peso total se suelo que ha pasado por las mallas usadas cuyo tamaño estándar se muestra a continuación.

Tabla 7. Tamaños de mallas estándar en Estados Unidos

Malla No.	Abertura (mm)
4	4.750
6	3.350
8	2.360
10	2.000
16	1.180
20	0.850
30	0.600
40	0.425
50	0.300
60	0.250
80	0.180
100	0.150
140	0.106
170	0.088
200	0.075
270	0.053

El análisis hidrométrico se basa en el principio de sedimentación de granos de suelos de agua. Cuando un espécimen de suelo se dispersa en agua, las partículas se asientan a diferentes velocidades, dependiendo de sus formas, tamaños y pesos. Por simplicidad, se supone que todas las partículas de su suelo son esferas y que la velocidad de partículas se expresa por la ley de Stokes.

2.3.5. CURVA DE DISTRIBUCION GRANULOMETRICA

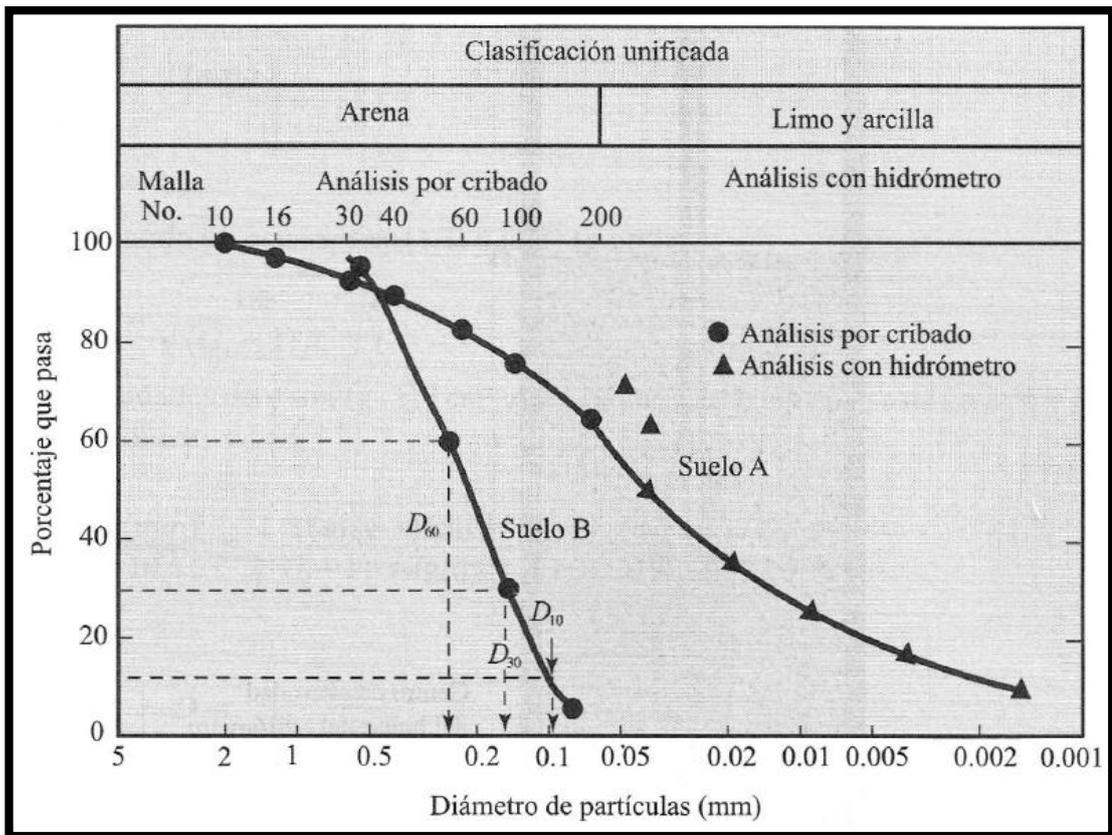


Figura 25 . Ejemplo de unas curvas de distribución del tamaño de partículas (curvas granulométricas).

Los resultados del análisis mecánico por cribado e hidrométrico son presentados generalmente en gráficas semilogarítmicas como curvas de distribución granulométrica o de tamaño de grano. Los diámetros de las partículas en la gráfica generalmente aparecen en escala logarítmica y el porcentaje correspondiente de finos en escala aritmética.

Las curvas granulométricas son usadas para comparar diferentes suelos y de estas curvas se determinan tres parámetros básicos que son usados para clasificar suelos granulares. Los tres parámetros son:

- Diámetro efectivo
- Coeficiente de uniformidad
- Coeficiente de curvatura

2.4.TALUDES

Un talud es una inclinación o declive del paramento de un terreno o superficie. Dicho en otras palabras es la línea recta que marca la pendiente final y que une el pie del corte a su mayor profundidad con la cabeza de inicio del desmonte justo en la intersección con el terreno natural.

2.4.1. TIPOS DE INESTABILIDAD DE TALUDES

Los problemas que presenta la estabilidad de taludes, tanto de origen natural como antrópico, han sido objeto de análisis en varios dominios de la actividad humana y con especial atención dentro de los incluidos en la ingeniería civil.

El término más comúnmente empleado para designar los movimientos producidos en los taludes es el de deslizamiento. Sin embargo, parece más adecuado utilizar el término movimientos de taludes, que engloba a todos los tipos de roturas que estos pueden sufrir.

La naturaleza intrínseca del material mantiene una estrecha relación con el tipo de inestabilidad que puede producirse, condicionando y pudiendo estimarse de antemano la susceptibilidad de cada material, a que se desarrolle un movimiento determinado.

El comportamiento de las masas de suelo se asemeja al de un medio continuo y homogéneo. Los suelos constituyen un agregado de partículas sólidas con diferente grado de consolidación originados a partir de los procesos de meteorización principalmente.

Todos los suelos resultantes de la acción de dicho proceso se pueden agrupar en dos tipos: suelos residuales y suelos transportados. Los suelos residuales son aquellos

formados en el mismo sitio donde se encuentran actualmente, es decir que prácticamente están localizados junto a la roca madre que los ha originado.

Los suelos transportados se producen cuando agentes físicos han trasladado sus partículas y depositado en el sitio donde actualmente se encuentran. Un caso especial lo constituyen los rellenos, que son depósitos de suelo hechos por el hombre.

La dinámica de estos materiales depende de las propiedades y características de sus agregados, considerando textura y graduación de las partículas, proporción del contenido en arenas o arcilla, contenido de agua del suelo y ubicación del nivel freático. Toda esta serie de características confieren a los suelos una resistencia intrínseca que constituye el factor dominante de su estabilidad.

La inestabilidad de taludes se traduce en una serie de movimientos, que pueden ser clasificados en base a distintos criterios. El Comité para investigaciones de deslizamiento de tierras, dependiente del Highway Research Board, estableció una división en tres grupos principales: desprendimientos, deslizamientos y flujos (coladas). Cuando los movimientos producidos son complejos o resultan de la combinación de varios tipos, pueden conjugarse los términos más sencillos para su completa definición. La fase de reconocimiento y clasificación del tipo de movimiento es de una gran importancia ya que puede condicionar el análisis, control y estabilización del deslizamiento.

2.4.1.1. DESPRENDIMIENTOS

Se define como desprendimiento, al movimiento de una masa separada de un talud mediante una superficie de corte normalmente pequeña y cuyo recorrido se realiza en gran parte, a través del aire.

Frecuentemente estas inestabilidades afectan a bloques aislados, aunque también a masas rocosas, originando en este caso movimientos de terreno que pueden producir resultados catastróficos. Estos fenómenos suelen producirse en zonas constituidas geológicamente por alternancias sedimentarias de capas resistentes y débiles.



Figura 26. Desprendimiento.

Los mecanismos que pueden conducir a este tipo de movimientos, generalmente sucesivos y complementarios son: meteorización o *extrusión* de capas blandas, concentración de presiones en el borde y rotura por *flexotracción*.

Las posibilidades de que se produzcan desprendimientos por *descalce* vienen condicionadas por una serie de factores como: fracturación, buzamientos de la serie estratigráfica, inclinación del terreno y disposición respecto al buzamiento, resistencia comparativa de los estratos más rígidos, potencia relativa de los estratos respecto a los estratos menos competentes.

2.4.1.2. DESLIZAMIENTOS

Son movimientos que se producen al superarse la resistencia al corte del material y tiene lugar a lo largo de una o varias superficies o a través de una franja relativamente estrecha del material. Generalmente las superficies de deslizamiento son visibles o pueden deducirse razonablemente. Taludes con inclinaciones que superen los 45° y suelo de tipo arcilloso, pueden constituir una superficie de deslizamiento evidente.

La velocidad con que se desarrollan estos movimientos es variable, dependiendo de la clase de material involucrado en los mismos. El movimiento puede ser progresivo, produciéndose inicialmente una rotura local, que puede no coincidir con las

superficies de rotura general, causada por una propagación de la primera. La masa desplazada puede alcanzar una distancia variable a partir de la superficie original de rotura, solapándose con el terreno natural y marcando en este una superficie de separación bien definida.

2.4.2. MORFOLOGIA Y PARTES DE UN DESLIZAMIENTO

Algunas de las clasificaciones existentes se basan en la interrelación de términos descriptivos relacionados con el tamaño, forma y morfología de los deslizamientos.

En un deslizamiento se suelen distinguir varias partes, aunque no todas se desarrollan de igual forma en los diferentes tipos, incluso existe ciertas peculiaridades morfológicas propias de cada tipología. Los términos empleados son:

1) *Escarpe principal*: superficie que se forma sobre el terreno no deslizado en la periferia del deslizamiento. Se desarrolla a causa del movimiento del material deslizado hacia abajo y adentro respecto del material intacto.

2) *Escarpe secundario*: superficie escarpada que se forma dentro del material desplazado debido a movimientos diferenciales del mismo.

3) *Cabeza*: parte superior del material deslizado.

4) *Coronación*: lugar geométrico de los puntos más altos del contacto entre materiales desplazados y el escarpe.

5) *Pie de la superficie de rotura*: intersección de la parte inferior de la superficie de rotura y la superficie original del terreno.

6) *Borde del material desplazado*: límite del material desplazado más alejado del escarpe principal.

7) *Punta*: extremo del borde más distante de la coronación.

8) *Pie*: porción de material desplazado, que se apoya sobre el terreno original a partir del pie de la superficie de rotura.

- 9) *Cuerpo principal*: porción del material desplazado apoyado sobre la superficie de rotura entre su pie y el escarpe principal.
- 10) *Flancos*: laterales del deslizamiento (derecho o izquierdo).
- 11) *Cabecera*: material prácticamente in situ, adyacente a la parte superior del escarpe principal.
- 12) *Superficie original del terreno*: talud existente antes de ocurrir el movimiento. Puede considerarse como tal la superficie de un antiguo deslizamiento estabilizado.
- 13) *Superficie de rotura*: superficie a través de la cual tiene lugar el movimiento.
- 14) *Superficie de separación*: superficie que limita el material desplazado del terreno original.
- 15) *Material desplazado*: masa de material movida hacia fuera del talud, desde su posición original en el mismo. Puede encontrarse en un estado deformado.
- 16) *Zona de deflación*: área dentro de la cual, el material desplazado se encuentra por debajo de la superficie original del terreno.
- 17) *Zona de acumulación*: área en la que el material desplazado se dispone por encima de la superficie original del terreno.
- 18) *P*: máxima profundidad del deslizamiento medida perpendicularmente al plano del talud.
- 19) *L*: máxima longitud del deslizamiento medida en el plano del talud.
- 20) *HD*: altura del deslizamiento medida entre la cabecera y el pie, en una misma sección.
- 21) *LD*: distancia horizontal desde el pie a la cabecera, medida en una sección longitudinal del deslizamiento.

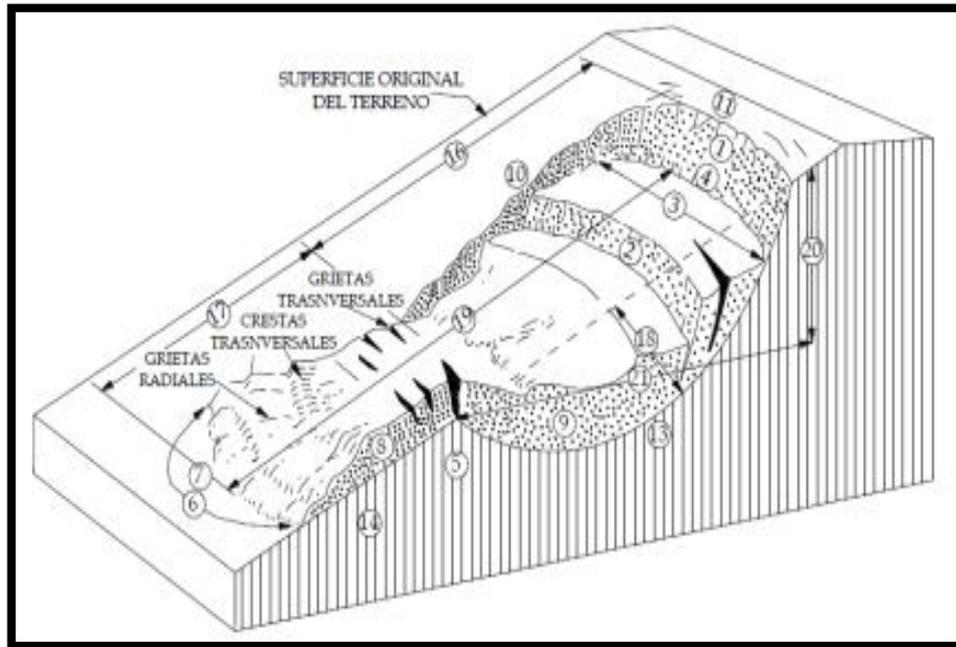


Figura 26. Tipología.

(2.3 se fundamenta en Leonardo Jiménez F. 2006)

2.5. CONCLUSIONES

Los muchos conceptos y definiciones han sido tomados y libros cuyos autores son de gran relevancia como Braja Das, Chow, Sotelo, Aparicio y de tesis de pregrado quienes citan a grandes autores como estos y muchos más. Es en ellos en quienes se basa nuestra fundamentación teórica. El presente capítulo no menciona mucho sobre geotecnia y muros de contención, esto se debe a que si bien el diseño final es la construcción de un Dique (muro de contención), también es cierto que el estudio está enfocado a la obtención de información hidrológica y mediante procesos matemáticos y el uso de aplicaciones informáticas obtener datos hidrológicos e hidráulicos que permitan diseñar el dique junto al margen derecho del río Bapao. Es decir, la presente investigación tiene una visión hidrológica. El Seminario de Pregrado brindado por el Centro de Grado de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil tomó el nombre de Gestión de Recursos Hídricos, de ahí nace nuestra vía de estudio. La aplicación de los fundamentos de este capítulo se desarrollará en el siguiente.

CAPITULO III

3. FORMULACION Y EVALUACION DE LA INVESTIGACION

3.1.DESCRIPCION GENERAL

Cuando el ingeniero civil tiene en frente un problema, por ende debe darle solución; su conocimiento, experiencia y astucia le permiten brindar una solución preliminar de buen criterio.

Sin embargo, si bien la solución es la requerida para el caso, no es conveniente dar paso a su ejecución sin antes verificarla mediante los estudios requeridos para cada caso y su diseño científicamente demostrado.

Por tal motivo el presente estudio no solo se basa en la experiencia práctica del investigador y de las obras hidráulicas realizadas alrededor del problema, sino que partiendo de lo ya mencionado se toma o se elige la solución y basados en la tomas de datos y manipulación se procede a evaluar y formular el producto final de la investigación.

3.2.ALCANCE DE LA INVESTIGACION

Además contará con la información e ilustración de todo lo necesario para su demostración y ejecución. Tales datos son:

- Datos topográficos (Altimetría, planimetría y planos)
- Recopilación de Información hidrológica e hidráulica actual y estadísticos.
- Datos, análisis y diseños hidrológicos e hidráulicos
- Ficha Ambiental
- Presupuesto
- Cronograma
- Conclusión y recomendaciones

Con el fin de obtener criterios valorados para presentar la propuesta justificada de el **“ESTUDIO DE UN DIQUE UBICADO JUNTO AL MARGEN DERECHO DEL RIO BAPAO CANTON DAULE”**.

3.3.METODOLOGIA

3.3.1. NIVEL DE INVESTIGACION

La presente investigación es de tipo exploratoria y descriptiva.

Exploratoria porque se efectúa sobre un tema u objeto poco conocido o estudiado y sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto de estudio; también descriptiva por cuanto consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno o grupo con el fin de establecer su estructura o comportamiento, para nuestro caso es el caudal del río Bapao y la sección del muro junto al margen derecho del río.

3.3.2. DISEÑO DE INVESTIGACION

La estrategia que adopta esta investigación para su diseño de investigación y responder al problema planteado es documental y de campo.

Documental por cuanto se basa en la obtención y análisis de datos provenientes de materiales impresos u otro tipo de documentos como tablas, ábacos, Cartas IGM digitales e impresas brindadas por el mismo Instituto Geográfico Militar además estudios realizados de temas similares ejecutados por la Prefectura del Guayas y documentación de tesis con temas relacionados a la presente investigación. También es de campo porque se ha de recolectar datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos como topografía y datos geotécnicos.

3.3.3. POBLACION

La población objeto del estudio estadístico para la muestra son los moradores cuyas vivienda y tierras (áreas para cultivo) se encuentran directamente beneficiadas con la investigación y ejecución del proyecto. Ellos son los comprendidos entre Bapao de Abajo y Zapanal como beneficiarios directos del proyecto. Esta población es de alrededor de 300 beneficiarios.

3.3.4. UNIVERSO MUESTREAL

Para obtener información directa de la población y conocer estadísticamente lo que realmente necesitan, hacemos uso de las encuestas. Pero no es común encuestar a cada uno de la población o beneficiarios directos para nuestro caso, se calcula un tamaño

muestral y trabajar con este muestreo, es decir, trabajar con una muestra representativa de la población.

Para todo estudio se debe determinar el tamaño de muestra necesario para la ejecución del mismo y guardar las proporciones de los parámetros que definen la población de origen que son homogeneidad y representatividad. Cada elemento de la población es un individuo y todos los elementos tienen al menos una característica común.

La muestra obtenida es el conjunto de los individuos realmente estudiados. Prácticamente en todos los casos, el número de sujetos necesarios para la realización del estudio es mucho menor que el de candidatos que forman la población de estudio, aparte de que una frecuente inaccesibilidad de las poblaciones impide que éstas puedan ser estudiadas directamente. Todo ello conlleva a que, por razones de eficiencia y disponibilidad de recursos, se trabaje con una muestra de la población objeto de estudio que para nuestro caso son los morados ubicados desde Zapanal hasta Bapao de Abajo.

La muestra escogida, la cual previamente ha sido obtenida mediante un proceso estadístico, debe ser lo más semejante posible a la población, por tanto, representativa de la misma. Los resultados obtenidos en la muestra, válidos en sí mismos tan sólo para la muestra, permitirán estimar conclusiones para la población, en el caso de la muestra sea en verdad representativa de la población. Cuanto más fielmente represente la muestra a la población, más fiables serán las conclusiones del estudio.

Si se desea estimar una proporción, debe conocerse:

(a) El nivel de confianza o seguridad $(1-\alpha)$. El nivel de confianza prefijado da lugar a un coeficiente z . Para un nivel de seguridad del 95 % $\alpha=1,96$

(b) el tamaño de la muestra n

(c) variabilidad positiva p

(d) variabilidad negativa q

$p \cdot q$ es igual a la desviación estándar s

(e) tamaño de la población N

(f) precisión del error E

La siguiente fórmula es la que usualmente se utiliza para estimar el tamaño de la muestra en los proyectos investigativos. Hay que tener en cuenta que la siguiente fórmula es aplicable cuando se conoce cuando se conoce la población.

$$n = \frac{p q * N}{(N - 1) \frac{E^2}{K^2} + p q}$$

3.3.5. CALCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Datos:

$$p = 0.5$$

$$q = 0.5$$

$$E = 0.05$$

$$N = 300$$

$$K = 0.5$$

$$n = \frac{p q * N}{(N - 1) \frac{E^2}{K^2} + p q}$$

$$n = \frac{0.50 * 0.50 * 700}{(700 - 1) \frac{0.50^2}{0.50^2} + 0.5 * 0.50}$$

$$n = 24$$

3.3.6. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Los primeros datos fueron obtenidos mediante la conversación y la entrevista. Al pasar por el lugar de estudio, los moradores comentaban sus necesidades y temores. Así nació la primera información para este estudio, a partir de allí se fue formando la idea de cuál debía el tipo de proyecto que a los moradores los beneficiaría. Estas opiniones muy respetuosas, venían de personas las cuales no solo escuchaban que sucedían sino que también lo sentían cada invierno.

Luego, en otra visita se pudo conversar con el señor Christian Ruiz presidente de la Junta Parroquial de Juan Bautista Aguirre perteneciente al cantón Daule. Se le

preguntó cuál es una necesidad inmediata que necesite un criterio ingenieril para su diseño y ejecución en el sector. El nos fue guiando al igual que cada uno de los moradores en lo que ellos necesitaba.

Después de estos datos preliminares se procedió a realizar un cuestionario de preguntas las cuales se les realizaría a los morados que estaban siendo afectados por lo ocurrido en este sector. Luego se seleccionó solo 5 preguntas las cuales son lo más objetivo y sencillo posible, con sus respectivas opciones de respuestas. De igual modo se realizó un cuestionario de preguntas las cuales debían ir dirigidas a ciertos profesionales con cierto grado de conocimiento y experiencia en temas relacionados a nuestro problema.

3.4.PRESENTACION Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

3.4.1. ESPIGONES

Son muros que se construyen en la orilla de un río o en la costa del mar de forma que avance en el agua y pueda proteger esa orilla o cambiar la dirección de la corriente.

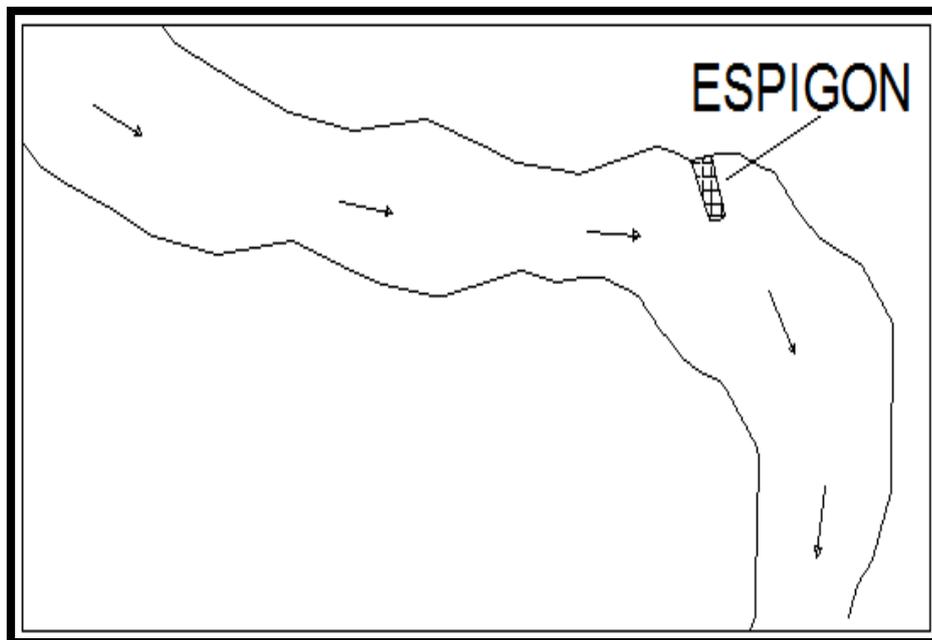


Figura 27. Espigón.

Los espigones o espolones son estructuras salientes realizadas en las márgenes de las costas (generalmente de rocas apiladas). Son estructuras de tipo sumergible, apoyadas o empotradas en la orilla, de dirección ortogonal al eje del cauce o, preferiblemente

orientados contracorriente. Su función es crear una perturbación local en el régimen hidráulico del río, de forma que no se modifique la distribución natural de velocidades y no se produzcan erosiones. Se construyen con fábricas resistentes, hormigón o mampostería hidráulica, siendo también frecuente el uso de mampostería gavionada en terrenos de escasa capacidad portante. Si el espigón debe estar permanentemente dentro del cauce principal, conviene que sea impermeable, para alejar la corriente lo más efectivamente posible de la orilla.

Si se utilizan espigones para reducir la velocidad de la corriente en una zona que se desea rellenar con el material arrastrado por el río, conviene que sean permeables para que el agua cargada de sedimentos pase entre ellos y, al reducir su velocidad, deposite dichos materiales. En todo caso los materiales empleados en su construcción deben ser suficientemente resistentes como para soportar el empuje de la corriente pero, además, el empuje de los troncos, árboles y cuerpos flotantes que pueda arrastrar el río.

<http://www.buenastareas.com/ensayos/Espigones/4767234.html>

3.4.2. DIQUES

Un dique es un terraplén para evitar el paso del agua, puede ser natural o artificial, por lo general de tierra y paralelo al curso de un río o al borde del mar.

Los diques pueden ser utilizados para:

- Prevenir la inundación de los campos aledaños a los ríos o mares; sin embargo también se utilizan para encajonar el flujo de los ríos a fin de darle un flujo más rápido. Son conocidos como diques de contención
- Proteger determinadas áreas contra el embate de las olas
- Forman caminos integrando un orden vial

Los diques de contención. Tradicionalmente son construidos, amontonando tierra a la vera del río. Amplio en la base y afilados en la cumbre, donde se suelen poner bolsas de arena. En el altiplano andino, particularmente en la región peruana, antiguamente se construían con "champas", trozos cuadrados de tierra vegetal, de unos 30 x 30 cm, con un espesor variable de unos 15 cm.

Estas champas, sin eliminar la vegetación se colocaban invertidas, con la intención de que la vegetación al crecer, sobre todo en los bordes libres, consolidarían la estructura. Lamentablemente se ha verificado que el procedimiento no se ha demostrado muy eficiente, y se están lentamente sustituyendo estas estructuras de tierra por estructuras construidas técnicamente.

Modernamente los diques de defensas ribereñas son construidos siguiendo los criterios técnicos modernos para estructuras de tierra, y en muchos casos su estructura es compleja, comprendiendo una parte de soporte, un núcleo impermeable y drenes de pie para minimizar el riesgo de rupturas.

La sección transversal que se aprecia al lado es la sección de un dique de contención en tierra, con núcleo impermeable. Sus partes son:

1. Coronamiento
2. Borde libre
3. Nivel de agua de proyecto
4. Talud de aguas arriba (en este caso, considerando que el agua tiende a infiltrar a través del dique, el talud de aguas arriba es aquel que se encuentra al interior del cauce del río.
5. Nivel del terreno aguas arriba
6. Corona
7. Cuerpo de apoyo, aguas arriba. El material utilizado en esta parte del dique puede ser granular y poco permeable.
8. Núcleo impermeable
9. Cuerpo de apoyo, aguas abajo. El material debe ser permeable.

Diques rompeolas. Son estructuras artificiales creadas mediante superposición de capas de elementos de diferentes granulometrías y materiales encaminada a reducir la cantidad de energía proveniente del oleaje que entra en un lugar que se quiere abrigar, por ejemplo un puerto. Contrariamente a los diques de contención, no tienen una función de impedir la filtración del agua.

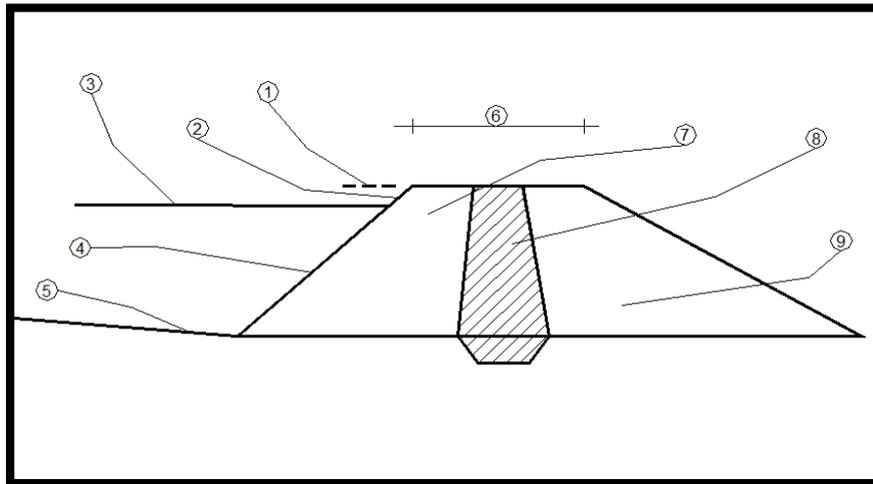


Figura 28. Tipología de un Dique.

Existen diferentes tipologías de diques, también llamados espigones:

- En talud
- Vertical
- Flotante

Los diques en talud tradicionalmente se han construido mediante un núcleo de todo uno, encima del cual se superponen capas de elementos de tamaño creciente separados por capas de filtro.

Actualmente, los elementos mayores (que conforman los mantos exteriores) son piezas de hormigón en masa de diferentes formas (cubos, dolos, tetrápodos, etc), que sustituyen a la escollera. Los diques en talud resisten el oleaje provocando la rotura del mismo.

Los diques verticales están formados por cajones de hormigón armado que se trasladan flotando al lugar de fondeo y se hunden, para después rellenarlos con áridos, de forma que constituyan una estructura rígida.

Las ventajas de este tipo de diques son que para una misma profundidad, requieren mucho menos material que los diques rompeolas, y que se pueden prefabricar. Sin embargo, presentan algunas desventajas como son que concentran su peso en una superficie menor, y por lo tanto requieren un suelo más resistente para su colocación; y que reflejan gran parte del oleaje que incide sobre ellos, aumentando los esfuerzos

sobre la estructura y dificultando la navegación en las inmediaciones del dique vertical. Además, no presentan una rotura gradual como sus homólogos diques en talud cosa que provoca que se hayan de dimensionar para olas de más altura.

3.4.3. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA

Tomando los aspectos sociales, los aspectos de diseño y su trabajo a corto y largo plazo de las propuestas antes mencionadas se opta por la segunda opción que es un Dique.

3.5.PLANIMETRIA, ALTIMETRIA, INCLUIDO SECCIONES TRANSVERSALES

3.5.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

Cantón: Daule
Parroquia: Juan Bautista Aguirre
Recintos: Zapanal a Bapao de Abajo
Río: Bapao
Longitud del proyecto: 2000 m

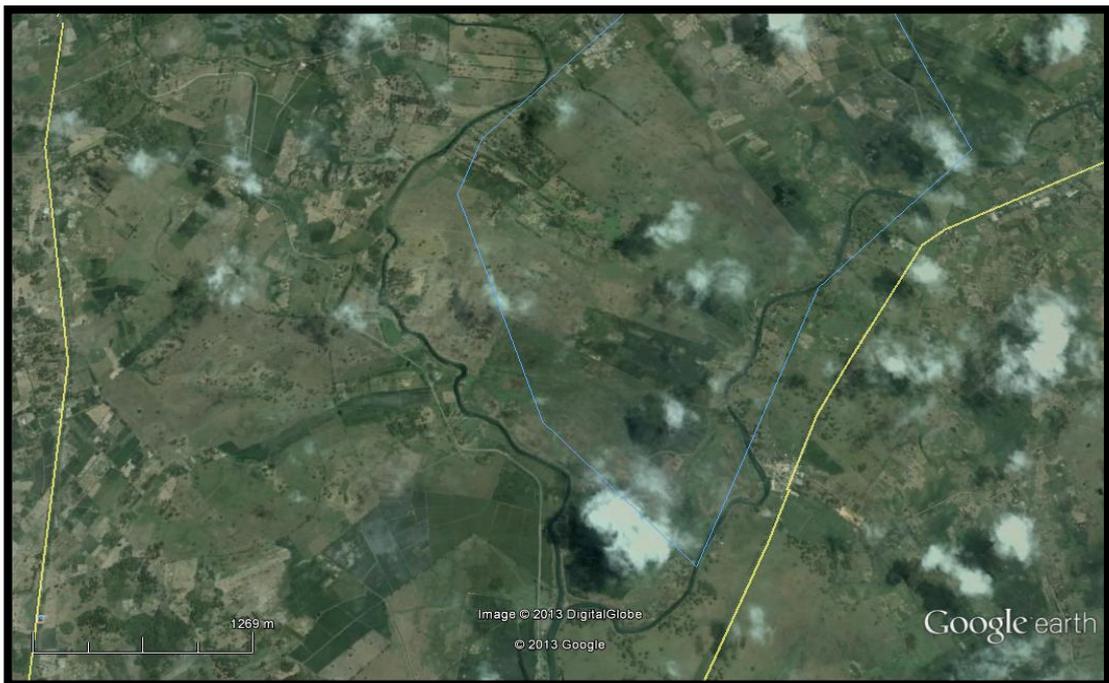


Figura 29. Fotografía de la ubicación del proyecto.

Las coordenadas se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 8. Coordenadas de la ubicación del proyecto.

COORDENADAS		
	ESTE	NORTE
INICIO	626728.45	9795167.88
FIN	625568.50	9796498.90
C 1	621713.46	9801704.67
C 2	632236.04	9802387.93

El río Bapao se forma de la unión de los ríos Jigual y Candilejo. A continuación se muestra un gráfico de la cuenca de aportación de proyecto.

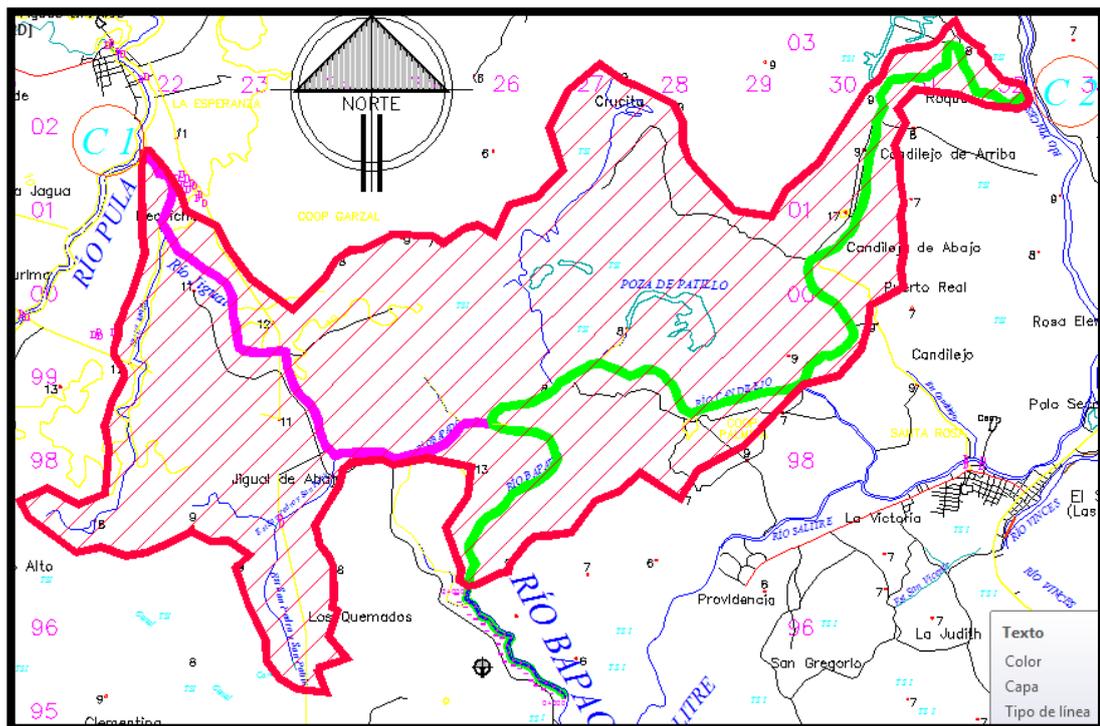


Figura 30. Cuenca de aportación del proyecto.

3.5.2. NIVELACION

LIBRETA DE NIVELACION INICIAL							
RIO BAPAO							
ABSCISA	DISTANCIA	VISTA			H + I	COTA	OBSERV.
		ATRÁS	INTERMEDI	ADELANTE			
BM		1.245			11.245	10	
0+000	0		4.295			6.95	
	1		2.564			8.681	
	3.7		2.557			8.688	
	8.1		4.514			6.731	
	10		5.759			5.486	
	17.2		6.561			4.684	
	28.7		5.408			5.837	
	30.2		2.98			8.265	
	30.7		2.83			8.415	
0+100	0		4.294			6.951	
	1		2.563			8.682	
	3.7		2.556			8.689	
	8.1		3.867			7.378	
	11		5.096			6.149	
	17.2		6.56			4.685	
	28.7		5.407			5.838	
	30.2		4.72			6.525	
	30.7		2.829			8.416	
0+200	0		4.293			6.952	
	1		2.562			8.683	
	3.7		2.555			8.69	
	8.1		3.866			7.379	
	11		5.095			6.15	
	17.2		6.559			4.686	
	28.7		5.406			5.839	
	30.2		4.72			6.525	
	30.7		2.828			8.417	
0+300	0		4.292			6.953	
	1		2.561			8.684	
	3.7		2.554			8.691	
	8.1		3.865			7.38	
	11		5.094			6.151	
	17.2		6.558			4.687	
	28.7		5.405			5.84	
	30.2		4.72			6.525	
	30.55		2.827			8.418	

LIBRETA DE NIVELACION INICIAL							
RIO BAPAO							
ABSCISA	DISTANCIA	VISTA			H + I	COTA	OBSERV.
		ATRÁS	INTERMEDIO	ADELANTE			
0+400	0		4.291			6.954	
	1		2.56			8.685	
	3.7		2.553			8.692	
	8.1		3.864			7.381	
	11		5.093			6.152	
	17.2		6.557			4.688	
	28.7		5.404			5.841	
	30.2		4.72			6.525	
	30.65		2.826			8.419	
0+500	0		4.29			6.955	
	1		2.559			8.686	
	3.7		2.552			8.693	
	8.1		3.863			7.382	
	11		5.092			6.153	
	17.2		6.556			4.689	
	28.7		5.403			5.842	
	30.2		4.72			6.525	
	30.65		2.825			8.42	
0+600	0		4.289			6.956	
	1		2.558			8.687	
	3.7		2.551			8.694	
	8.1		3.862			7.383	
	11		5.091			6.154	
	17.2		6.555			4.69	
	28.7		5.402			5.843	
	30.2		4.72			6.525	
	33.7		2.824			8.421	
0+700	0		4.288			6.957	
	1		2.557			8.688	
	3.7		2.55			8.695	
	8.1		3.861			7.384	
	11		5.09			6.155	
	17.2		6.554			4.691	
	28.7		5.401			5.844	
	30.2		4.72			6.525	
	33.7		2.823			8.422	

LIBRETA DE NIVELACION INICIAL							
RIO BAPAO							
ABSCISA	DISTANCIA	VISTA			H + I	COTA	OBSERV.
		ATRÁS	INTERMEDIO	ADELANTE			
0+800	0		4.287			6.958	
	1		2.556			8.689	
	3.7		2.549			8.696	
	8.1		3.86			7.385	
	11		5.089			6.156	
	17.2		6.553			4.692	
	28.7		5.4			5.845	
	30.2		4.72			6.525	
	30.7		2.822			8.423	
0+900	0		4.286			6.959	
	1		2.555			8.69	
	3.7		2.548			8.697	
	8.1		3.859			7.386	
	11		5.088			6.157	
	17.2		6.552			4.693	
	28.7		5.399			5.846	
	30.2		4.72			6.525	
	32.7		2.821			8.424	
1+000	0		4.285			6.96	
	1		2.554			8.691	
	3.7		2.547			8.698	
	8.1		3.858			7.387	
	11		5.087			6.158	
	17.2		6.551			4.694	
	28.7		5.398			5.847	
	30.2		4.72			6.525	
	32.7		2.82			8.425	
1+100	0		4.284			6.961	
	1		2.553			8.692	
	3.7		2.546			8.699	
	8.1		3.857			7.388	
	11		5.086			6.159	
	17.2		6.55			4.695	
	28.7		5.397			5.848	
	30.2		4.72			6.525	
	32.85		2.819			8.426	

LIBRETA DE NIVELACION INICIAL							
RIO BAPAO							
ABSCISA	DISTANCIA	VISTA			H + I	COTA	OBSERV.
		ATRÁS	INTERMEDIO	ADELANTE			
1+200	0		4.283			6.962	
	1		2.552			8.693	
	3.7		2.545			8.7	
	8.1		3.856			7.389	
	11		5.085			6.16	
	17.2		6.549			4.696	
	28.7		5.396			5.849	
	30.2		4.72			6.525	
	32.85		2.818			8.427	
1+300	0		4.282			6.963	
	1		2.551			8.694	
	3.7		2.544			8.701	
	8.1		3.855			7.39	
	11		5.084			6.161	
	17.2		6.548			4.697	
	28.7		5.395			5.85	
	30.2		4.72			6.525	
	32.85		2.817			8.428	
			0.589		2.817	9.017	8.428
1+400	0		2.053			6.964	
	1		0.322			8.695	
	3.7		0.315			8.702	
	8.1		1.626			7.391	
	11		2.855			6.162	
	17.2		4.319			4.698	
	28.7		3.166			5.851	
	30.2		2.492			6.525	
	32.95		0.588			8.429	
1+500	0		2.052			6.965	
	1		0.321			8.696	
	3.7		0.314			8.703	
	8.1		1.625			7.392	
	11		2.854			6.163	
	17.2		4.318			4.699	
	28.7		3.165			5.852	
	30.2		2.492			6.525	
	32.95		0.587			8.43	

LIBRETA DE NIVELACION INICIAL							
RIO BAPAO							
ABSCISA	DISTANCIA	VISTA			H + I	COTA	OBSERV.
		ATRÁS	INTERMEDIO	ADELANTE			
1+600	0		2.051			6.966	
	1		0.32			8.697	
	3.7		0.313			8.704	
	8.1		1.624			7.393	
	11		2.853			6.164	
	17.2		4.317			4.7	
	28.7		3.164			5.853	
	30.2		2.492			6.525	
	33.7		0.586			8.431	
1+700	0		2.05			6.967	
	1		0.319			8.698	
	3.7		0.312			8.705	
	8.1		1.623			7.394	
	11		2.852			6.165	
	17.2		4.316			4.701	
	28.7		3.163			5.854	
	30.2		2.492			6.525	
	33.7		0.585			8.432	
1+800	0		2.049			6.968	
	1		0.318			8.699	
	3.7		0.311			8.706	
	8.1		1.622			7.395	
	11		2.851			6.166	
	17.2		4.315			4.702	
	28.7		3.162			5.855	
	30.2		2.492			6.525	
	31.7		0.584			8.433	
1+900	0		2.048			6.969	
	1		0.317			8.7	
	3.7		0.31			8.707	
	8.1		1.621			7.396	
	11		2.85			6.167	
	17.2		4.314			4.703	
	28.7		3.161			5.856	
	30.2		2.492			6.525	
	31.7		0.583			8.434	

LIBRETA DE NIVELACION INICIAL							
RIO BAPAO							
ABSCISA	DISTANCIA	VISTA			H + I	COTA	OBSERV.
		ATRÁS	INTERMEDIO	ADELANTE			
2+000	0		2.047			6.97	
	1		0.316			8.701	
	3.7		0.309			8.708	
	8.1		1.62			7.397	
	11		2.849			6.168	
	17.2		4.313			4.704	
	28.7		3.16			5.857	
	30.2		2.492			6.525	
	31.7		0.582			8.435	

3.5.3. DATOS PLANIMETRICOS DEL PROYECTO

PLANIMETRIA		
PROYECTO DEL RIO BAPAO		
n	ESTE	NORTE
1	625568.501	9796498.898
2	625568.480	9796496.050
3	625569.090	9796470.000
4	625568.480	9796458.150
5	625542.520	9796356.970

6	625544.600	9796341.010
7	625551.540	9796332.180
8	625610.390	9796298.490
9	625616.590	9796294.940
10	625792.790	9796111.120
11	625814.010	9796099.830
12	625831.690	9796083.530
13	625880.330	9796007.880
14	625914.390	9795966.760
15	625983.920	9795932.410
16	626064.720	9795907.170
17	626082.400	9795892.180
18	626085.590	9795881.550
19	626041.640	9795823.540

20	626036.670	9795776.580
21	626044.950	9795731.180
22	626067.170	9795665.550
23	626092.020	9795621.730
24	626122.080	9795600.480
25	626226.390	9795570.030
26	626313.800	9795524.480
27	626329.590	9795509.480
28	626416.220	9795376.980
29	626432.450	9795364.590
30	626580.010	9795297.380
31	626696.610	9795223.940
32	626715.500	9795206.130
33	626728.450	9795167.880

3.5.4. SECCIONES TRANSVERSALES

SECCIONES TRANSVERSALES DEL RIO BAPAO			
CANTON DAULE			
ABSCISA	TERRENO NATURAL		SECCION TRANSVERSAL
	DISTANCI	ALTURA	
0+000	0	6.95	
	1	8.681	
	3.7	8.688	
	8.1	6.731	
	10	5.486	
	17.2	4.684	
	28.7	5.837	
	30.2	8.265	
	30.7	8.415	
0+100	0	6.951	
	1	8.682	
	3.7	8.689	
	8.1	7.378	
	11	6.149	
	17.2	4.685	
	28.7	5.838	
	30.2	6.525	
	30.7	8.416	
0+200	0	6.952	
	1	8.683	
	3.7	8.69	
	8.1	7.379	
	11	6.15	
	17.2	4.686	
	28.7	5.839	
	30.2	6.525	
	30.7	8.417	
0+300	0	6.953	
	1	8.684	
	3.7	8.691	
	8.1	7.38	
	11	6.151	
	17.2	4.687	
	28.7	5.84	
	30.2	6.525	
	30.55	8.418	



SECCIONES TRANSVERSALES DEL RIO BAPAO

CANTON DAULE

ABSCISA	TERRENO NATURAL		SECCION TRANSVERSAL
	DISTANCI	ALTURA	
0+400	0	6.954	
	1	8.685	
	3.7	8.692	
	8.1	7.381	
	11	6.152	
	17.2	4.688	
	28.7	5.841	
	30.2	6.525	
	30.65	8.419	
0+500	0	6.955	
	1	8.686	
	3.7	8.693	
	8.1	7.382	
	11	6.153	
	17.2	4.689	
	28.7	5.842	
	30.2	6.525	
	30.65	8.42	
0+600	0	6.956	
	1	8.687	
	3.7	8.694	
	8.1	7.383	
	11	6.154	
	17.2	4.69	
	28.7	5.843	
	30.2	6.525	
	33.7	8.421	
0+700	0	6.957	
	1	8.688	
	3.7	8.695	
	8.1	7.384	
	11	6.155	
	17.2	4.691	
	28.7	5.844	
	30.2	6.525	
	33.7	8.422	



SECCIONES TRANSVERSALES DEL RIO BAPAO

CANTON DAULE

ABSCISA	TERRENO NATURAL		SECCION TRANSVERSAL
	DISTANCI	ALTURA	
0+800	0	6.958	
	1	8.689	
	3.7	8.696	
	8.1	7.385	
	11	6.156	
	17.2	4.692	
	28.7	5.845	
	30.2	6.525	
	30.7	8.423	
0+900	0	6.959	
	1	8.69	
	3.7	8.697	
	8.1	7.386	
	11	6.157	
	17.2	4.693	
	28.7	5.846	
	30.2	6.525	
	32.7	8.424	
1+000	0	6.96	
	1	8.691	
	3.7	8.698	
	8.1	7.387	
	11	6.158	
	17.2	4.694	
	28.7	5.847	
	30.2	6.525	
	32.7	8.425	
1+100	0	6.961	
	1	8.692	
	3.7	8.699	
	8.1	7.388	
	11	6.159	
	17.2	4.695	
	28.7	5.848	
	30.2	6.525	
	32.85	8.426	



SECCIONES TRANSVERSALES DEL RIO BAPAO

CANTON DAULE

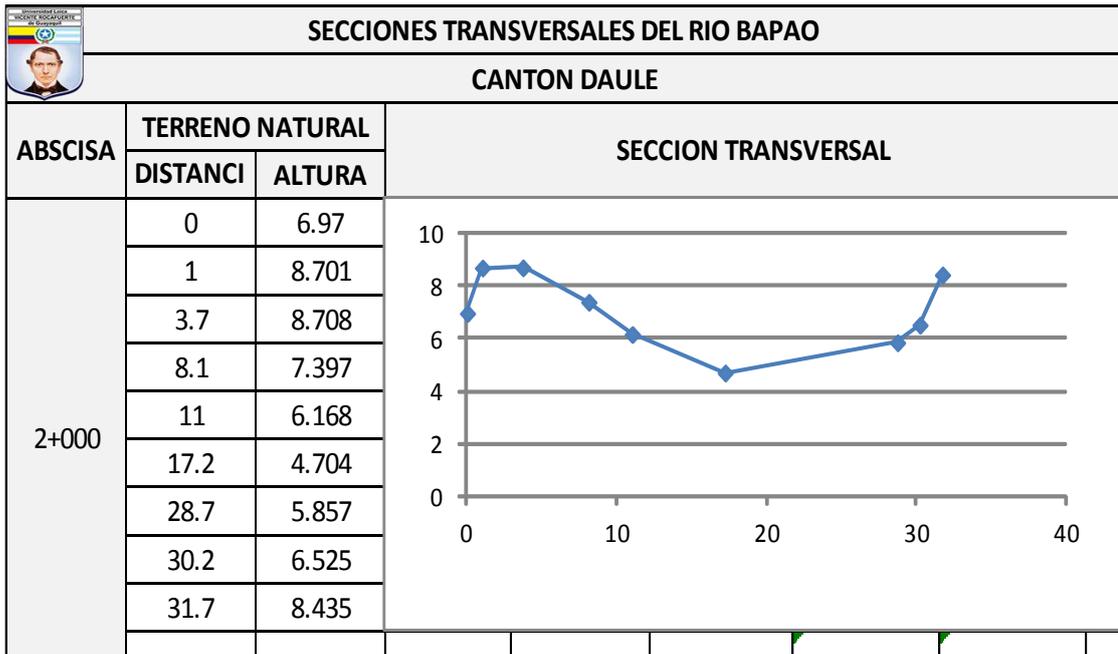
ABSCISA	TERRENO NATURAL		SECCION TRANSVERSAL
	DISTANCI	ALTURA	
1+200	0	6.962	
	1	8.693	
	3.7	8.7	
	8.1	7.389	
	11	6.16	
	17.2	4.696	
	28.7	5.849	
	30.2	6.525	
	32.85	8.427	
1+300	0	6.963	
	1	8.694	
	3.7	8.701	
	8.1	7.39	
	11	6.161	
	17.2	4.697	
	28.7	5.85	
	30.2	6.525	
	32.85	8.428	
1+400	0	6.964	
	1	8.695	
	3.7	8.702	
	8.1	7.391	
	11	6.162	
	17.2	4.698	
	28.7	5.851	
	30.2	6.525	
	32.95	8.429	
1+500	0	6.965	
	1	8.696	
	3.7	8.703	
	8.1	7.392	
	11	6.163	
	17.2	4.699	
	28.7	5.852	
	30.2	6.525	
	32.95	8.43	



SECCIONES TRANSVERSALES DEL RIO BAPAO

CANTON DAULE

ABSCISA	TERRENO NATURAL		SECCION TRANSVERSAL
	DISTANCI	ALTURA	
1+600	0	6.966	
	1	8.697	
	3.7	8.704	
	8.1	7.393	
	11	6.164	
	17.2	4.7	
	28.7	5.853	
	30.2	6.525	
	33.7	8.431	
1+700	0	6.967	
	1	8.698	
	3.7	8.705	
	8.1	7.394	
	11	6.165	
	17.2	4.701	
	28.7	5.854	
	30.2	6.525	
	33.7	8.432	
1+800	0	6.968	
	1	8.699	
	3.7	8.706	
	8.1	7.395	
	11	6.166	
	17.2	4.702	
	28.7	5.855	
	30.2	6.525	
	31.7	8.433	
1+900	0	6.969	
	1	8.7	
	3.7	8.707	
	8.1	7.396	
	11	6.167	
	17.2	4.703	
	28.7	5.856	
	30.2	6.525	
	31.7	8.434	



3.6.DISEÑO HIDROLOGICO E HIDRAULICO

Para iniciar este método nos hacemos ayuda del método de Zonificación, el INHAMI lo ha realizado basado en el estudio de precipitaciones y cuencas de todo el Ecuador por la cual se han obtenidos las curvas IDF para varias zonas en diferentes periodos de retorno.

Entonces, para obtener la precipitación en el punto donde se realiza el presente diseño se escoge dentro del siguiente mapa la zona a la cual pertenece.

La zona a la cual pertenece nuestro proyecto es la zona 9.

Una vez obtenido la zona, vamos a la tabla de fórmulas de Intensidades y seleccionamos las que corresponde a nuestra zona.

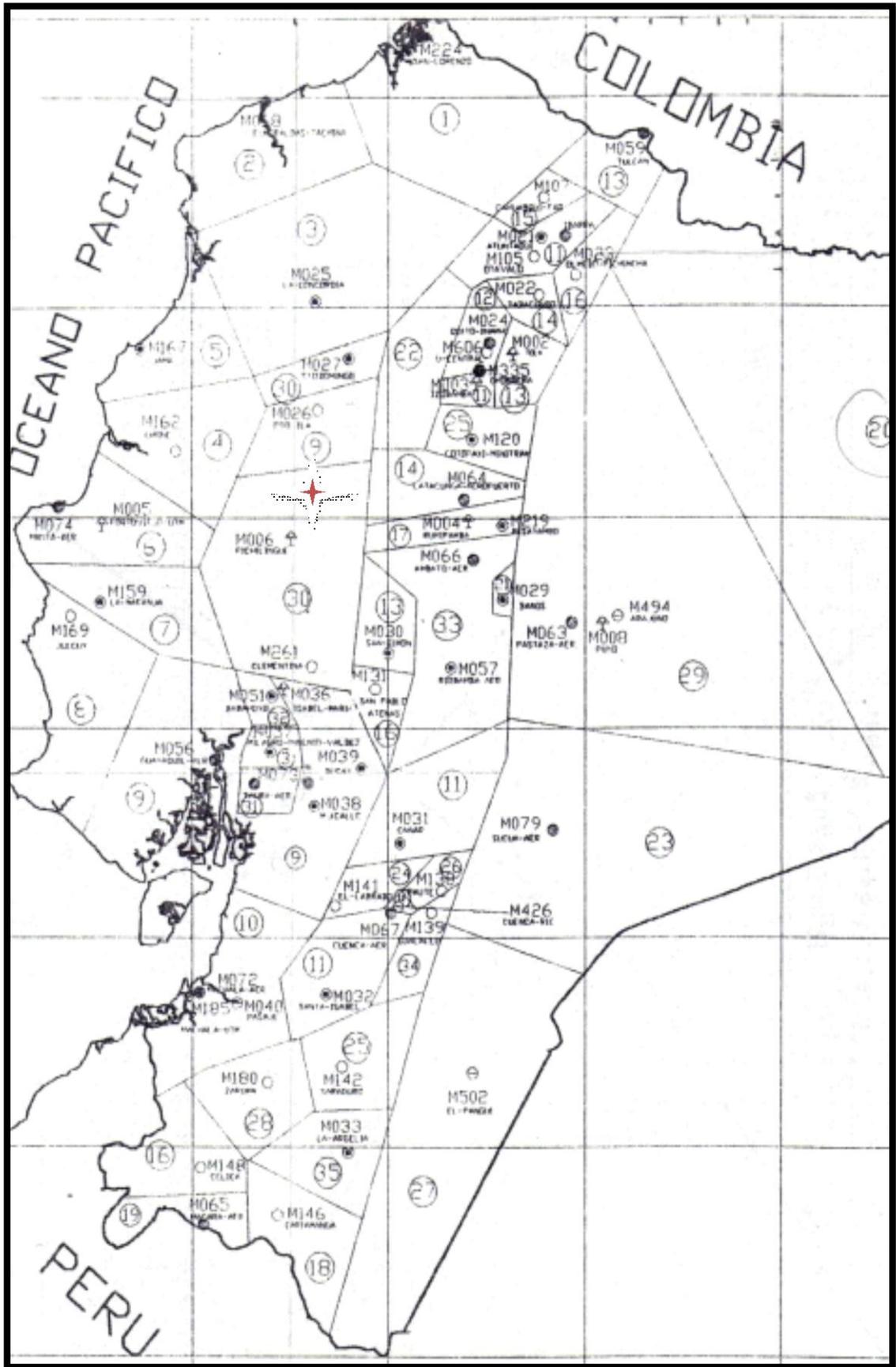


Figura 31. Mapa de Zonificación del Ecuador

Tabla 9. Fórmulas de la Zonificación de Intensidades (IDF)

ZONIFICACION DE INTENSIDADES		
ECUACIONES REPRESENTATIVAS DE LAS ZONAS		
ZONA	DURACION	ECUACION
1	5 min < 130 min	$I_{TR} = 47.926 t^{-0.3387} Id_{TR}$
	130 min < 1440 min	$I_{TR} = 787.57 t^{-0.9154} Id_{TR}$
2	5 min < 30 min	$I_{TR} = 19.305 t^{-0.1332} Id_{TR}$
	30 min < 1440 min	$I_{TR} = 115.4 t^{-0.6546} Id_{TR}$
3	5 min < 90 min	$I_{TR} = 53.369 t^{-0.3278} Id_{TR}$
	90 min < 1440 min	$I_{TR} = 639.52 t^{-0.8838} Id_{TR}$
4	5 min < 20 min	$I_{TR} = 56.507 t^{-0.2694} Id_{TR}$
	20 min < 1440 min	$I_{TR} = 247.71 t^{-0.7621} Id_{TR}$
5	5 min < 40 min	$I_{TR} = 54.719 t^{-0.3875} Id_{TR}$
	40 min < 1440 min	$I_{TR} = 197.81 t^{-0.7378} Id_{TR}$
6	5 min < 120 min	$I_{TR} = 57.598 t^{-0.4267} Id_{TR}$
	120 min < 1440 min	$I_{TR} = 344.08 t^{-0.7982} Id_{TR}$
7	5 min < 60 min	$I_{TR} = 97.055 t^{-0.403} Id_{TR}$
	60 min < 1440 min	$I_{TR} = 869.87 t^{-0.9346} Id_{TR}$
8	5 min < 30 min	$I_{TR} = 80.068 t^{-0.3683} Id_{TR}$
	30 min < 1440 min	$I_{TR} = 351.73 t^{-0.7977} Id_{TR}$
9	5 min < 116 min	$I_{TR} = 40.035 t^{-0.341} Id_{TR}$
	116 min < 1440 min	$I_{TR} = 355.49 t^{-0.8043} Id_{TR}$
10	5 min < 88 min	$I_{TR} = 40.414 t^{-0.3124} Id_{TR}$
	88 min < 1440 min	$I_{TR} = 356.17 t^{-0.8009} Id_{TR}$
11	5 min < 60 min	$I_{TR} = 137.27 t^{-0.5153} Id_{TR}$
	60 min < 1440 min	$I_{TR} = 578.56 t^{-0.8736} Id_{TR}$
12	5 min < 50 min	$I_{TR} = 138.01 t^{-0.4882} Id_{TR}$
	50 min < 1440 min	$I_{TR} = 674.13 t^{-0.8935} Id_{TR}$
13	5 min < 36 min	$I_{TR} = 76.96 t^{-0.2953} Id_{TR}$
	36 min < 1440 min	$I_{TR} = 642.11 t^{-0.8898} Id_{TR}$
14	5 min < 40 min	$I_{TR} = 133.83 t^{-0.4283} Id_{TR}$
	40 min < 1440 min	$I_{TR} = 800.89 t^{-0.9189} Id_{TR}$
15	5 min < 230 min	$I_{TR} = 110.85 t^{-0.4943} Id_{TR}$
	230 min < 1440 min	$I_{TR} = 3197.1 t^{-1.1077} Id_{TR}$
16	5 min < 25 min	$I_{TR} = 76.946 t^{-0.4583} Id_{TR}$
	25 min < 1440 min	$I_{TR} = 174.47 t^{-0.7143} Id_{TR}$
17	5 min < 40 min	$I_{TR} = 201.28 t^{-0.4573} Id_{TR}$
	40 min < 1440 min	$I_{TR} = 1415.8 t^{-0.9947} Id_{TR}$
18	5 min < 50 min	$I_{TR} = 69.036 t^{-0.335} Id_{TR}$
	50 min < 1440 min	$I_{TR} = 510.71 t^{-0.849} Id_{TR}$

DE LO ANTERIOR NOTAMOS QUE LAS ECUACIONES QUE CORRESPONDEN A NUESTRO PROYECTO SON:

ZONA	DURACION	ECUACION
9	5 MIN < 79 MIN	$I_{TR} = 40.035 t^{-0.341} I_{dTr}$
	79 MIN < 1440 MIN	$I_{TR} = 355.49 t^{-0.8043} I_{dTr}$

Ahora que tenemos las ecuaciones correspondientes a nuestro proyecto procedemos a ver el mapa de isolíneas para el periodo o los periodos de diseño a usar o comparar.

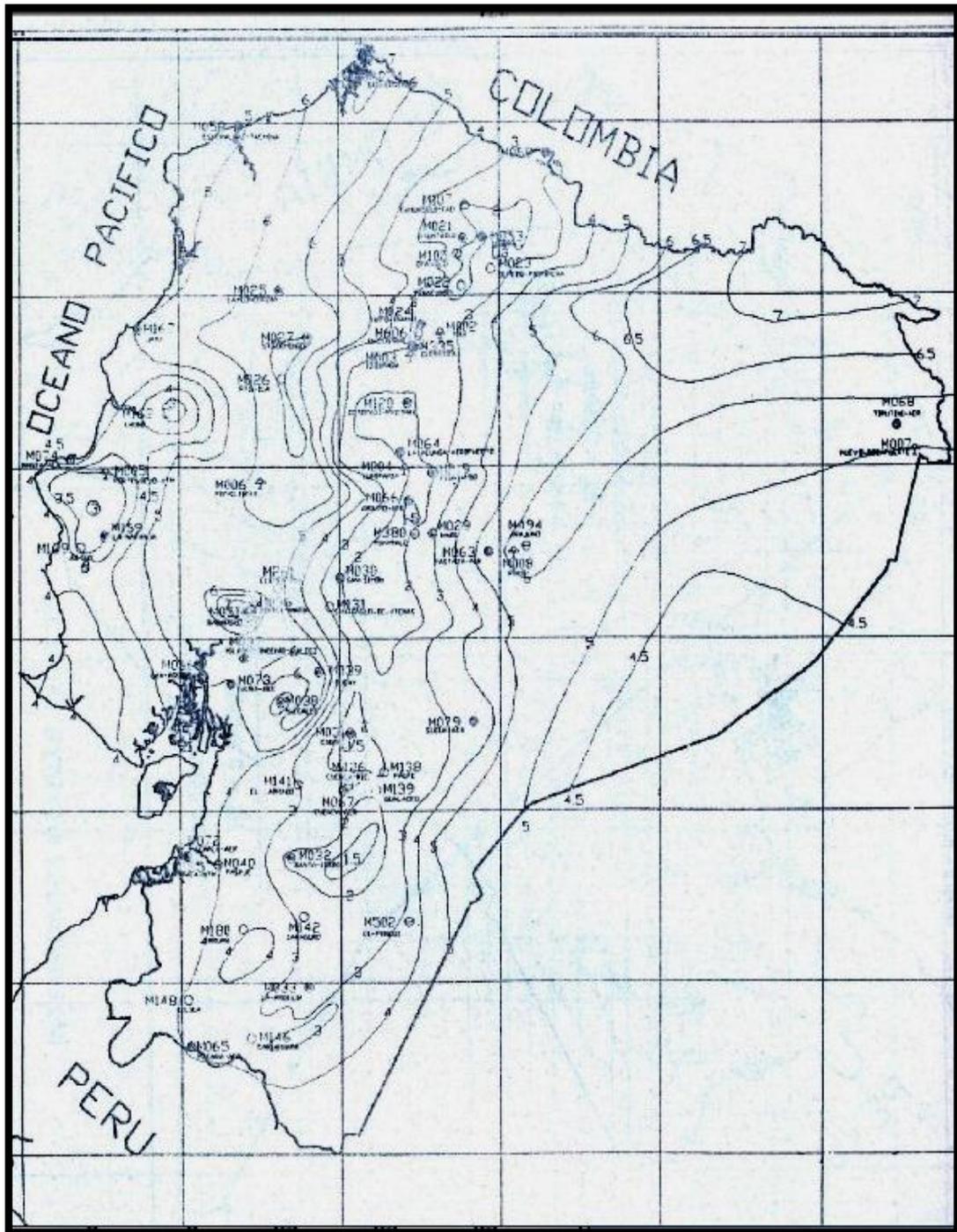


Figura 32. Mapa de isolíneas para un $Tr = 10$ Años.

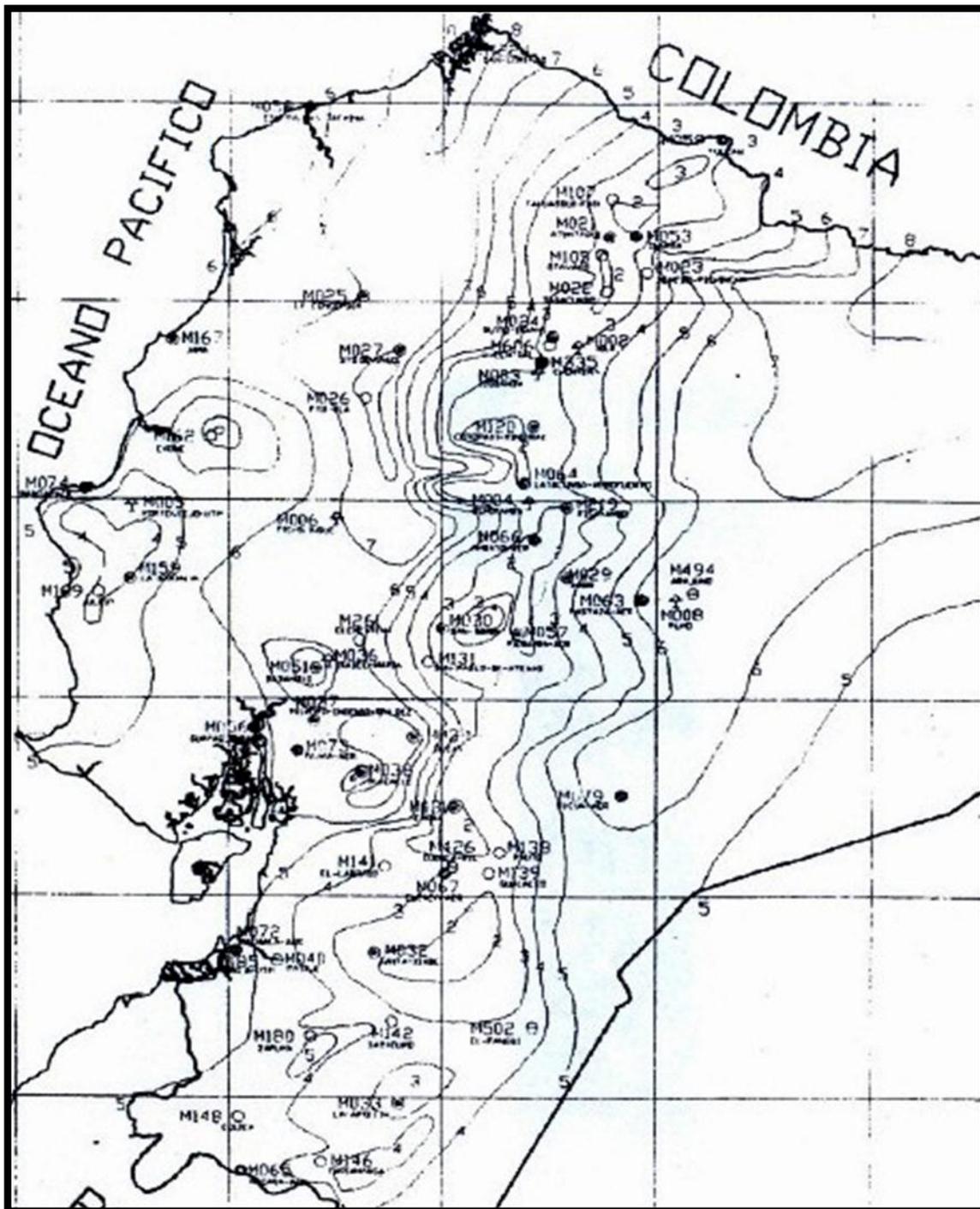


FIGURA 33. Mapa de isolíneas para un $Tr = 25$ años.

CONFORME AL GRAFICO OBTENEMOS EL SIGUIENTE Id_{Tr} :

Id_{Tr}	
10	25
5.80	6.90

Luego de conocer Idt para los periodos de retorno escogidos de 10 y 25 años se procede a obtener el área de la cuenca. En nuestro caso lo hicimos mediante las cartas IGM digitalizadas.

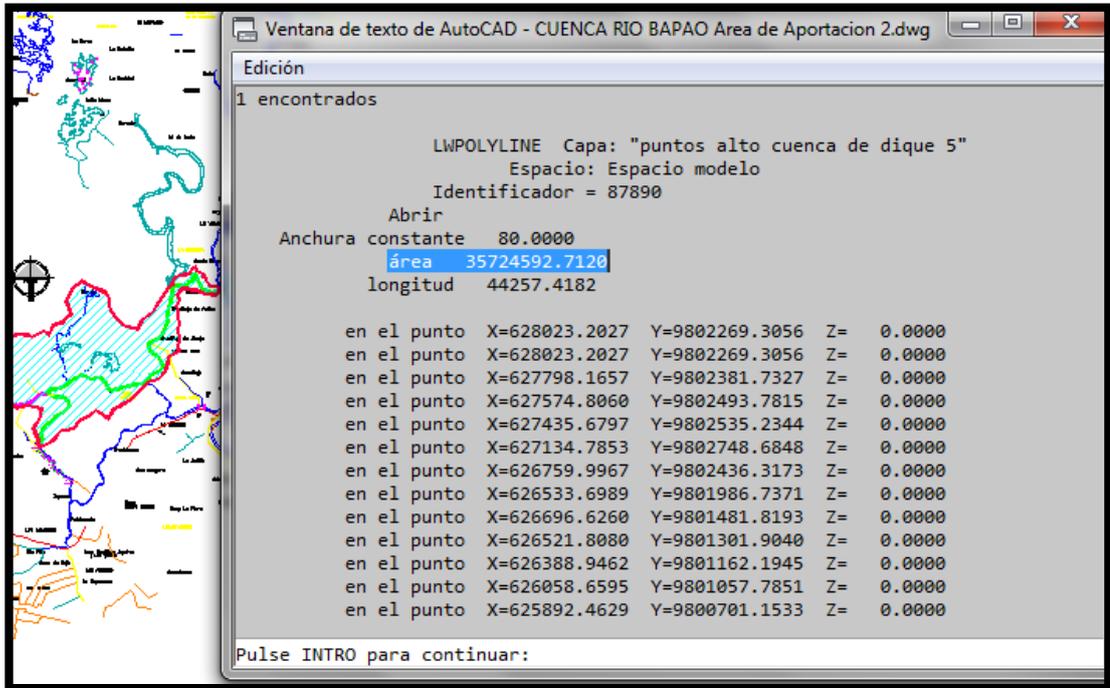


Figura 34. . Muestra de la obtención del área de la cuenca de aportación del proyecto.

AREA DE LA CUENCA

A= 35724592.71 [m2]

A= 35.72 [km2]

Para nuestros fines necesitamos obtener también el número de curva que para nuestro caso el número se lo muestra a continuación.

NUMERO DE CURVA
CN

CN= 71

Tabla 10. Tabla de CN en función del uso del uso del suelo y del grupo hidrológico del suelo.

CN en función del uso del suelo y del grupo hidrológico del suelo.					
Uso del Suelo		Grupo Hidrológico del Suelo			
		A	B	C	D
Tierras cultivadas	con tratamiento de conservación	72	81	88	91
	sin tratamiento de conservación	62	71	78	81
Pastizales	Condición pobre	68	79	86	89
	Condición buena	39	61	74	80
Praderas		30	58	71	78
Bosques	Cubierta pobre	45	66	77	83
	Cubierta buena	25	55	70	77
Espacios abiertos: con césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.	Buena condición: cubierta de pastos sobre más del 75% del área	39	61	74	80
	Condición aceptable: cubierta de pastos sobre el 50 a 75% del área	49	69	79	84
Áreas comerciales y de tiendas (85% impermeable)		89	92	94	95
Zonas industriales (75% impermeable)		81	88	91	93
Zonas Residenciales	Tamaño medio de la parcela (m ²)	Promedio de % impermeable			
	500	65	77	85	90
	1000	38	61	75	83
	1350	30	57	72	81
	2000	25	54	70	80
Tejados, parkings, superficies impermeables en general		98	98	98	98
	Pavimentadas, con bordillos y bocas de tormenta	98	98	98	98
Calles y carreteras	De grava	76	85	89	91
	De tierra	72	82	87	89

La pendiente que se muestra a continuación es la del cauce principal.

PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL

LONGITUD=	9947.356	m
LONGITUD=	9.95	km
COTA INICIAL=	8.85	m
COTA FINAL=	4.70	m
DIFERENCIA DE ALTURA=	4.15	m

PENDIENTE	=	0.000417196 [m/m]
------------------	----------	--------------------------

El tiempo de concentración escogido ha sido el de Kirpich, el cual nos ha dado un resultado no solo más desfavorable o más pronto que los demás, sino que también nos ha parecido el da que da el resultado más lógico en comparación con las interminables horas que dan las otras fórmulas para un tramo tan pequeño como el de nuestra cuenca.

TIEMPO DE CONCENTRACION

L =	9.95	km	Longitud del Canal
S =	0.00042	m/m	Pendiente de la cuenca

Kirpich (1940)
$t_c = 0.0078 * (L^{0.77}) / (S^{0.385})$

$t_c = 0.915162959$ [HORAS]

$t_c = 54.90977754$ [MIN]

Antes de aplicar los datos que hemos obtenidos mediante tablas y pequeños cálculos en el Método de Bloques Alternos de Ven T Chow procedemos hacer un resumen de lo que hasta el momento tenemos.

Tabla 11. Resumen de valores obtenidos.

DATOS	Área (A) =	35.72	km ²
	CN =	71	
	Longitud (L) =	9.95	km
	Pendiente (Sc) =	0.000417196	%
	D(Duración) =	0.915162959	h
		54.90977754	min

Tabla 12. Ecuaciones correspondientes a nuestro proyecto, basados en el mapa de zonificación y mapa de isolíneas.

DURACION	ECUACION
5 MIN < 79 MIN	$I_{TR} = 40.035 t^{-0.341} I_{dTR}$
79 MIN < 1440 MIN	$I_{TR} = 355.49 t^{-0.8043} I_{dTR}$

Tabla 13. Cálculo del Hietograma para un periodo de retorno de 10 años.

 METODO DE BLOQUES ALTERNOS DE VEN TE CHOW						
T= 10 AÑOS						
IdTr= 5.80 [mm/h]						
d (min)	i (mm/h)	hp (mm)	dhp (mm)	Hietograma (mm)	Hietograma Acumulado (mm)	Hietograma Adimensional
30	72.806	36.403	36.403	0.586	0.586	0.00
60	57.480	57.480	21.077	0.607	1.194	0.01
90	55.266	82.899	25.419	0.629	1.823	0.01
120	43.850	87.700	4.801	0.654	2.477	0.02
150	36.646	91.615	3.915	0.680	3.157	0.02
180	31.648	94.943	3.328	0.709	3.866	0.03
210	27.957	97.850	2.908	0.741	4.607	0.03
240	25.110	100.441	2.591	0.777	5.384	0.04
270	22.841	102.783	2.342	0.816	6.200	0.04
300	20.985	104.924	2.141	0.860	7.060	0.05
330	19.436	106.900	1.975	0.910	7.970	0.06
360	18.123	108.736	1.836	0.967	8.938	0.06
390	16.993	110.452	1.717	1.033	9.971	0.07
420	16.009	112.066	1.614	1.110	11.080	0.08
450	15.145	113.589	1.523	1.200	12.280	0.09
480	14.379	115.033	1.444	1.309	13.590	0.10
510	13.695	116.406	1.373	1.444	15.033	0.11
540	13.079	117.715	1.309	1.614	16.647	0.12
570	12.523	118.968	1.252	1.836	18.483	0.13
600	12.017	120.168	1.200	2.141	20.624	0.14
630	11.554	121.321	1.153	2.591	23.215	0.16
660	11.130	122.430	1.110	3.328	26.543	0.19
690	10.739	123.500	1.070	4.801	31.344	0.22
720	10.378	124.533	1.033	21.077	52.421	0.37
750	10.043	125.532	0.999	36.403	88.824	0.62
780	9.731	126.499	0.967	25.419	114.243	0.80
810	9.440	127.437	0.938	3.915	118.158	0.83
840	9.168	128.347	0.910	2.908	121.065	0.85
870	8.913	129.231	0.884	2.342	123.407	0.87
900	8.673	130.092	0.860	1.975	125.383	0.88
930	8.447	130.929	0.837	1.717	127.099	0.89
960	8.234	131.745	0.816	1.523	128.623	0.90
990	8.033	132.541	0.796	1.373	129.996	0.91
1020	7.842	133.318	0.777	1.252	131.248	0.92
1050	7.661	134.076	0.758	1.153	132.401	0.93
1080	7.490	134.817	0.741	1.070	133.471	0.94
1110	7.327	135.542	0.725	0.999	134.469	0.94
1140	7.171	136.251	0.709	0.938	135.407	0.95
1170	7.023	136.946	0.694	0.884	136.292	0.96
1200	6.881	137.626	0.680	0.837	137.129	0.96
1230	6.746	138.292	0.667	0.796	137.925	0.97
1260	6.616	138.946	0.654	0.758	138.683	0.97
1290	6.492	139.588	0.641	0.725	139.408	0.98
1320	6.373	140.217	0.629	0.694	140.102	0.98
1350	6.259	140.835	0.618	0.667	140.769	0.99
1380	6.150	141.442	0.607	0.641	141.410	0.99
1410	6.044	142.039	0.597	0.618	142.028	1.00
1440	5.943	142.625	0.586	0.597	142.625	1.00

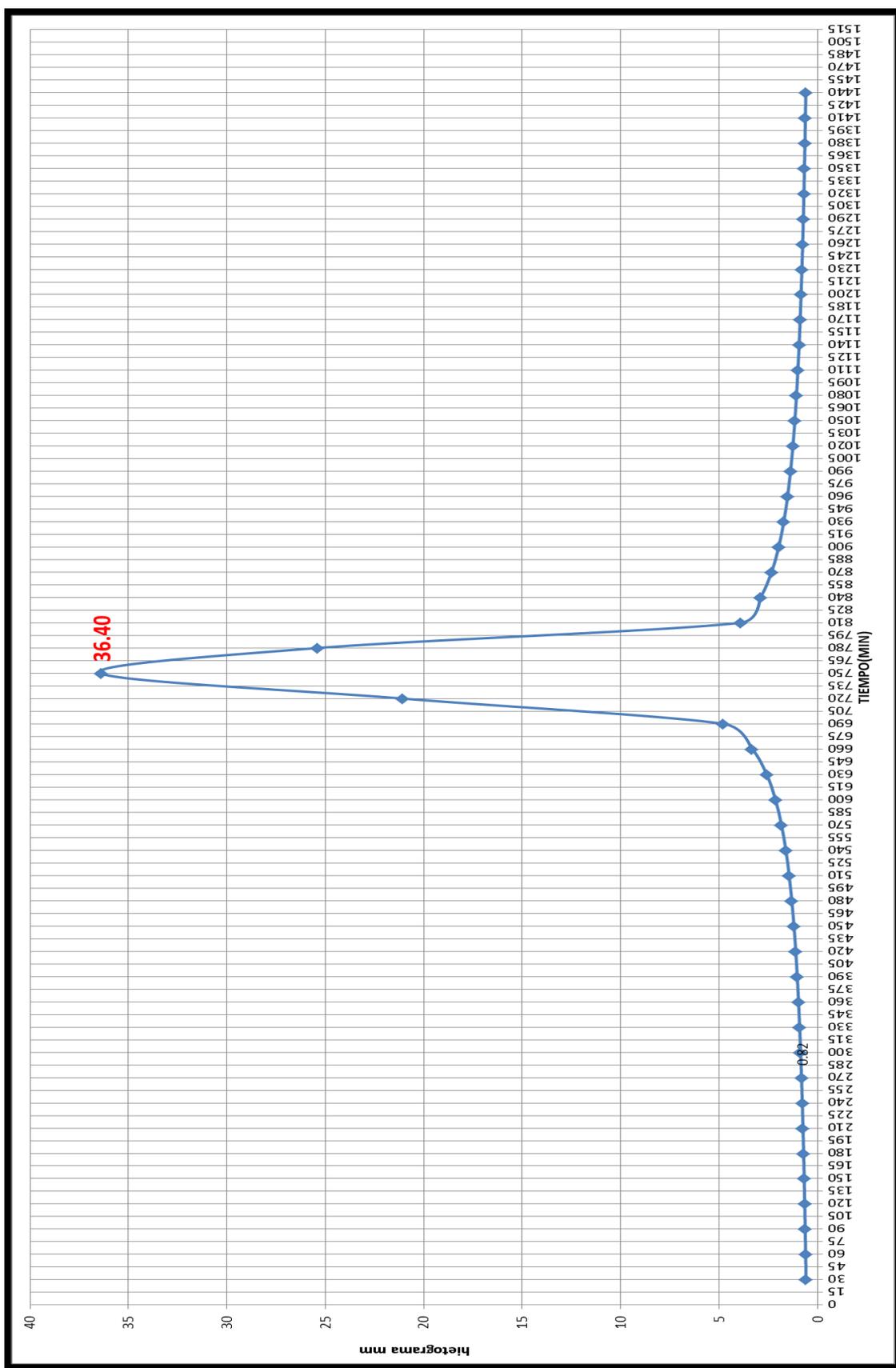


Figura 35. Hietograma $Tr= 10$ años

Tabla 14. Cálculo del Hietograma para un periodo de retorno de 25 años.

 METODO DE BLOQUES ALTERNOS DE VEN TE CHOW						
T= 25 AÑOS						
IdTr= 6.90 [mm/h]						
d (min)	i (mm/h)	hp (mm)	dhp (mm)	Hietograma (mm)	Hietograma Acumulado (mm)	Hietograma Adimensional
30	106.407	53.204	53.204	0.609	0.609	0.00
60	86.718	86.718	33.514	0.631	1.239	0.01
90	71.138	106.707	19.990	0.655	1.894	0.01
120	56.021	112.043	5.335	0.681	2.575	0.02
150	46.546	116.364	4.322	0.709	3.285	0.02
180	40.006	120.019	3.654	0.741	4.025	0.02
210	35.199	123.198	3.179	0.775	4.801	0.03
240	31.505	126.020	2.822	0.813	5.614	0.03
270	28.569	128.562	2.543	0.856	6.470	0.04
300	26.176	130.880	2.318	0.904	7.374	0.04
330	24.184	133.013	2.133	0.958	8.332	0.05
360	22.498	134.990	1.977	1.020	9.353	0.05
390	21.052	136.836	1.845	1.092	10.445	0.06
420	19.795	138.566	1.731	1.176	11.621	0.07
450	18.693	140.197	1.631	1.275	12.896	0.08
480	17.718	141.740	1.543	1.395	14.291	0.08
510	16.848	143.205	1.465	1.543	15.834	0.09
540	16.067	144.600	1.395	1.731	17.564	0.10
570	15.361	145.932	1.332	1.977	19.542	0.11
600	14.721	147.207	1.275	2.318	21.860	0.13
630	14.136	148.430	1.223	2.822	24.682	0.14
660	13.601	149.606	1.176	3.654	28.336	0.17
690	13.108	150.738	1.132	5.335	33.671	0.20
720	12.653	151.830	1.092	33.514	67.185	0.39
750	12.231	152.885	1.055	53.204	120.389	0.70
780	11.839	153.905	1.020	19.990	140.379	0.82
810	11.474	154.894	0.988	4.322	144.700	0.85
840	11.132	155.852	0.958	3.179	147.879	0.87
870	10.813	156.782	0.930	2.543	150.422	0.88
900	10.512	157.686	0.904	2.133	152.555	0.89
930	10.230	158.566	0.879	1.845	154.400	0.90
960	9.964	159.422	0.856	1.631	156.031	0.91
990	9.712	160.256	0.834	1.465	157.496	0.92
1020	9.475	161.069	0.813	1.332	158.828	0.93
1050	9.249	161.863	0.794	1.223	160.051	0.94
1080	9.035	162.638	0.775	1.132	161.183	0.94
1110	8.832	163.396	0.758	1.055	162.238	0.95
1140	8.639	164.137	0.741	0.988	163.226	0.96
1170	8.454	164.861	0.725	0.930	164.156	0.96
1200	8.279	165.571	0.709	0.879	165.036	0.97
1230	8.111	166.266	0.695	0.834	165.870	0.97
1260	7.950	166.946	0.681	0.794	166.664	0.98
1290	7.796	167.614	0.668	0.758	167.421	0.98
1320	7.649	168.269	0.655	0.725	168.146	0.98
1350	7.507	168.911	0.643	0.695	168.841	0.99
1380	7.371	169.542	0.631	0.668	169.508	0.99
1410	7.241	170.162	0.620	0.643	170.151	1.00
1440	7.115	170.770	0.609	0.620	170.770	1.00

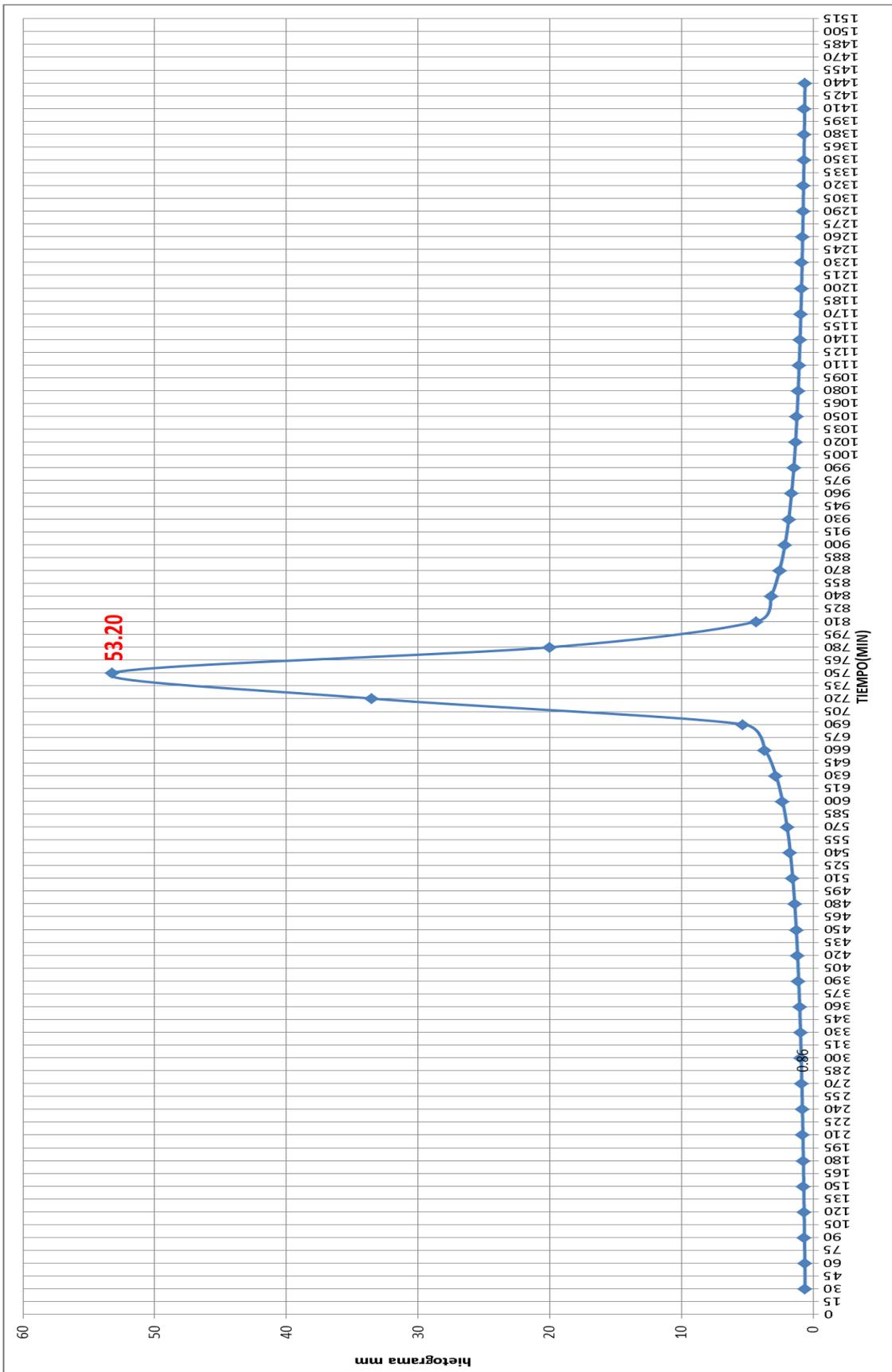


Figura 36. Hietograma Tr= 25 años.

Estos valores obtenidos (los hietogramas) más los datos antes calculados se los usará para introducirlos en el programa HEC-HMS 3.5 para obtener por los métodos más convenientes el caudal de diseño para tal periodo de retorno.

Se crea el inicio de la cuenca y su final que sería el inicio del proyecto.

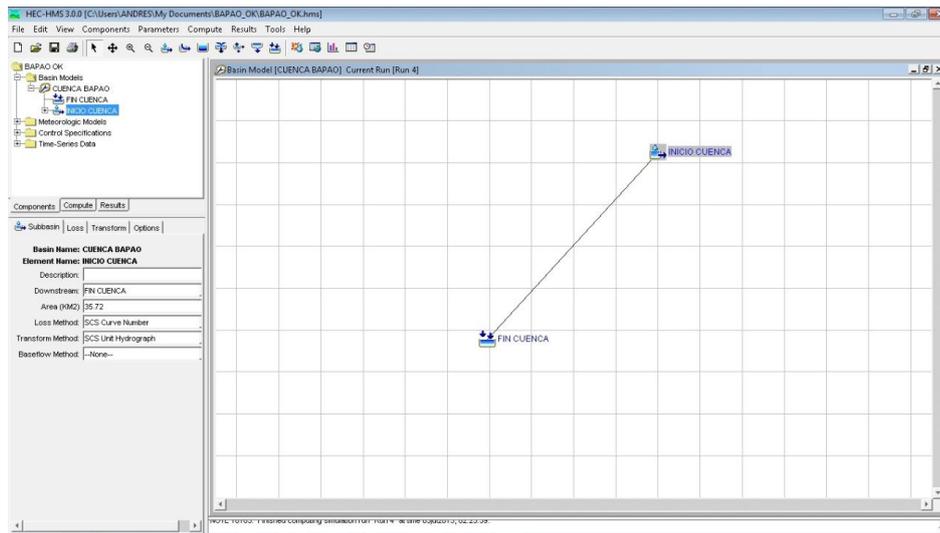


Figura 37. Creación del inicio de la cuenca de aportación del proyecto e ingreso de los valores respectivos para que el HEC-HMS 3.5 nos dé el caudal de diseño.

Luego de ingresar los datos calculados anteriormente en un orden presentado por el mismo programa se obtiene el caudal de diseño de la cuenca:

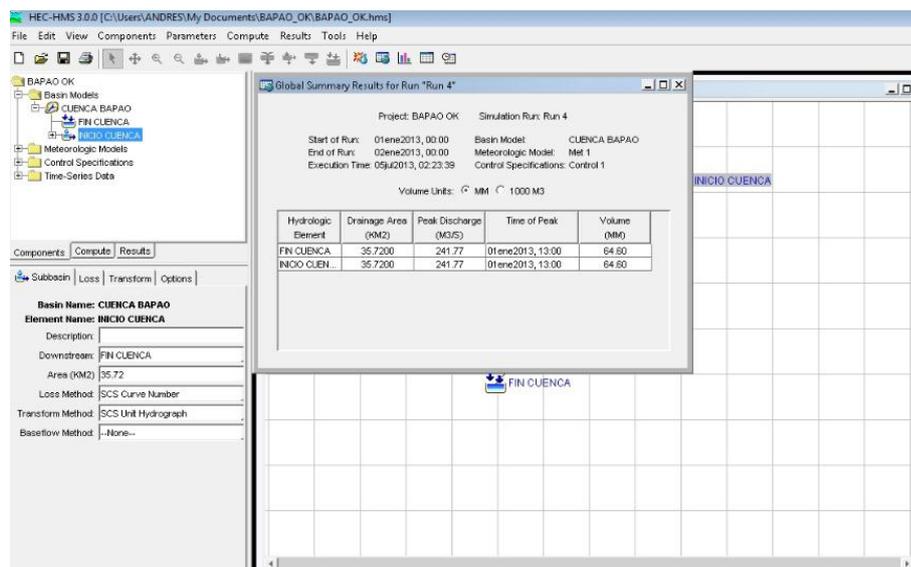


Figura 38. Caudal de la cuenca sin los caudales de ingreso de las secciones de control C1 y C2.

Hietograma de diseño e hidrograma.

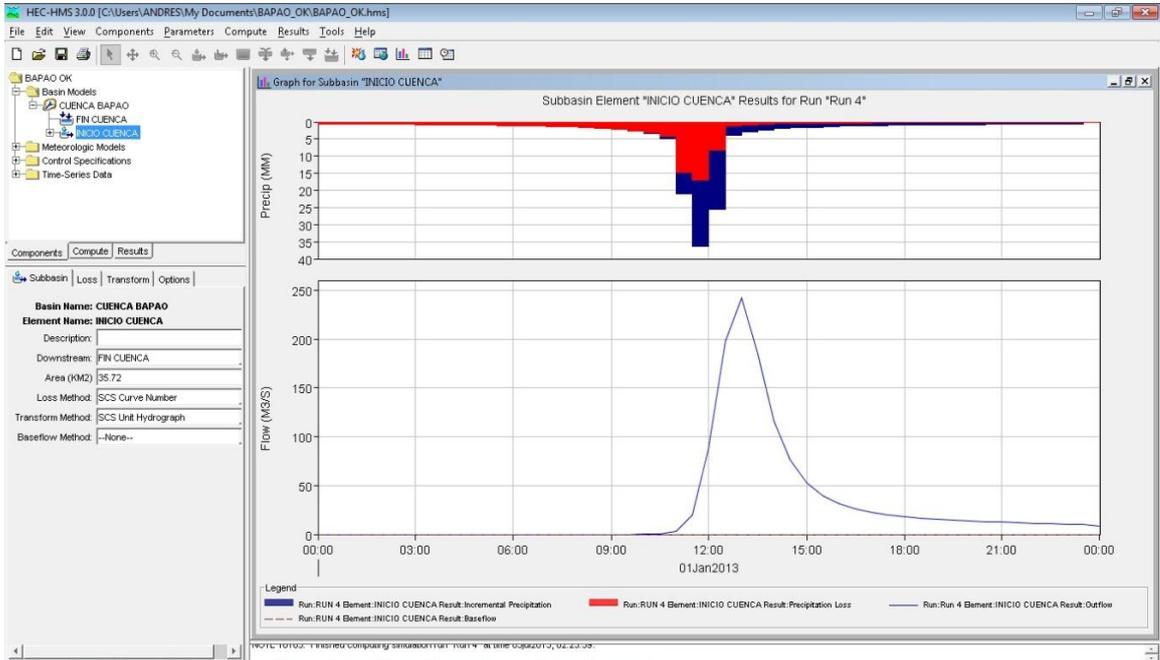


Figura 39. Separación del caudal base.

Valores de precipitaciones a 24 horas cada 30 minutos.

The screenshot shows the 'Time-Series Results for Subbasin "INICIO CUENCA"' window. It displays a table with columns for Date, Time, Precip (MM), Loss (MM), Excess (MM), Direc... (M3/S), Base... (M3/S), and Total... (M3/S). The data is recorded every 30 minutes from 00:00 to 14:30 on 01Jan2013. The precipitation values increase significantly starting at 11:00, peaking at 21.077 mm at 11:30. The flow values also increase correspondingly, peaking at 218.645 M3/S at 11:30. The table is as follows:

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direc... (M3/S)	Base... (M3/S)	Total... (M3/S)
01ene2013	00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
01ene2013	00:30	0.607	0.607	0.000	0.000	0.000	0.000
01ene2013	01:00	0.629	0.629	0.000	0.000	0.000	0.000
01ene2013	01:30	0.654	0.654	0.000	0.000	0.000	0.000
01ene2013	02:00	0.680	0.680	0.000	0.000	0.000	0.000
01ene2013	02:30	0.709	0.709	0.000	0.000	0.000	0.000
01ene2013	03:00	0.741	0.741	0.000	0.000	0.000	0.000
01ene2013	03:30	0.777	0.777	0.000	0.000	0.000	0.000
01ene2013	04:00	0.816	0.816	0.000	0.000	0.000	0.000
01ene2013	04:30	0.860	0.860	0.000	0.000	0.000	0.000
01ene2013	05:00	0.910	0.910	0.000	0.000	0.000	0.000
01ene2013	05:30	0.967	0.967	0.000	0.000	0.000	0.000
01ene2013	06:00	1.033	1.033	0.000	0.000	0.000	0.000
01ene2013	06:30	1.110	1.110	0.000	0.000	0.000	0.000
01ene2013	07:00	1.200	1.200	0.000	0.000	0.000	0.000
01ene2013	07:30	1.309	1.309	0.000	0.000	0.000	0.000
01ene2013	08:00	1.444	1.444	0.000	0.000	0.000	0.000
01ene2013	08:30	1.614	1.614	0.000	0.000	0.000	0.000
01ene2013	09:00	1.836	1.836	0.000	0.000	0.000	0.000
01ene2013	09:30	2.141	2.141	0.000	0.000	0.000	0.000
01ene2013	10:00	2.591	2.558	0.033	0.077	0.000	0.077
01ene2013	10:30	3.328	3.113	0.215	0.702	0.000	0.702
01ene2013	11:00	4.801	4.169	0.632	2.973	0.000	2.973
01ene2013	11:30	21.077	14.791	6.286	19.645	0.000	19.645
01ene2013	12:00	36.403	16.971	19.432	87.615	0.000	87.615
01ene2013	12:30	25.419	8.125	17.294	197.631	0.000	197.631
01ene2013	13:00	3.915	1.068	2.847	241.765	0.000	241.765
01ene2013	13:30	2.908	0.767	2.141	185.050	0.000	185.050
01ene2013	14:00	2.342	0.602	1.740	116.260	0.000	116.260
01ene2013	14:30	1.975	0.497	1.478	75.977	0.000	75.977

Figura 40. Datos de lluvia a 24 horas.

El caudal de diseño la cuenca obtenida mediante el HEC-HMS 3.5 es de 241.77 m³/s. A este caudal, hay que añadirle el caudal de la sección de control C1 y C2 correspondientes al río Pula y Vincés respectivamente.

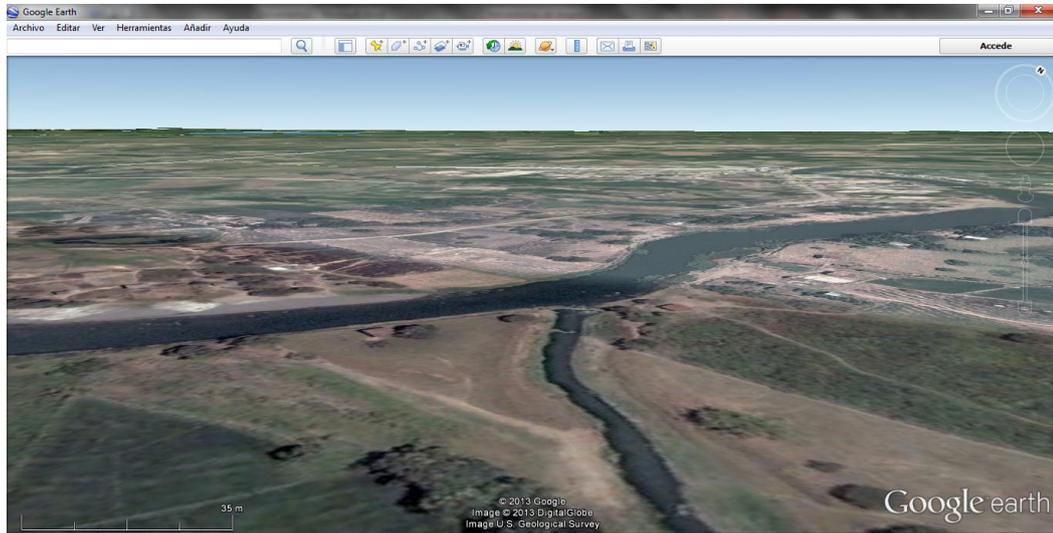


Figura 41. Fotografía aérea de la sección de control C1. Este caudal que ingresa es del río Pula hacia el río Jigual.

Son caudales añadidos por que no forman parte de la cuenca sino que son caudales que ingresan de otras cuencas con caudales muy superiores al que atraviesa por el cauce principal de nuestra cuenca.

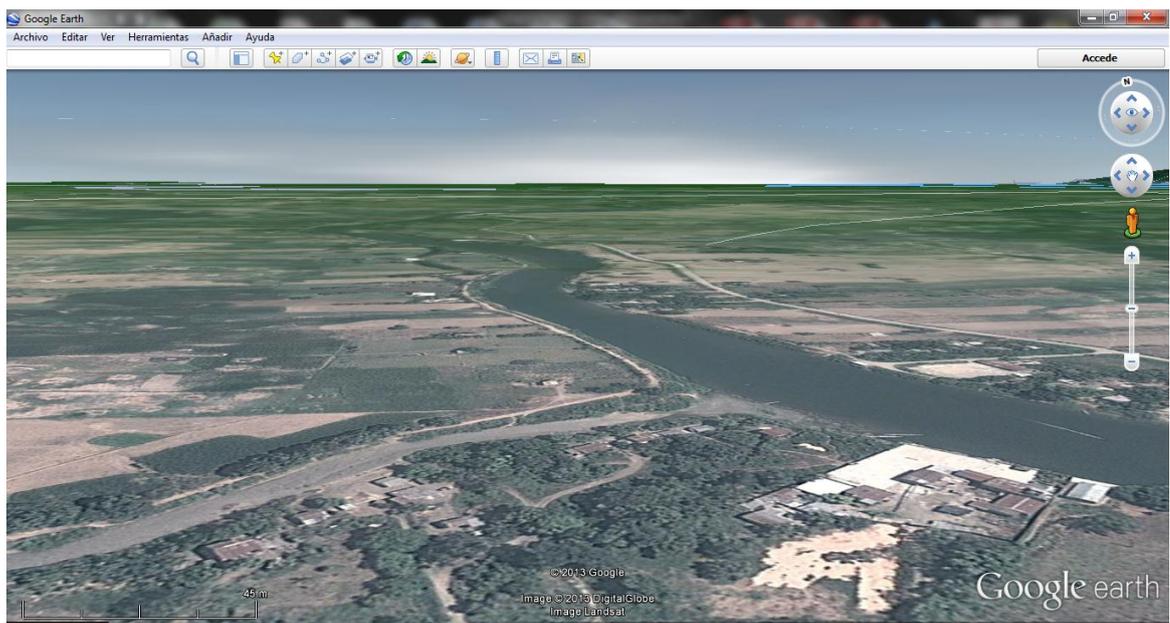


Figura 42. Fotografía aérea de la sección de control C2. Este caudal que ingresa es del río Vincés al río Candilejo.

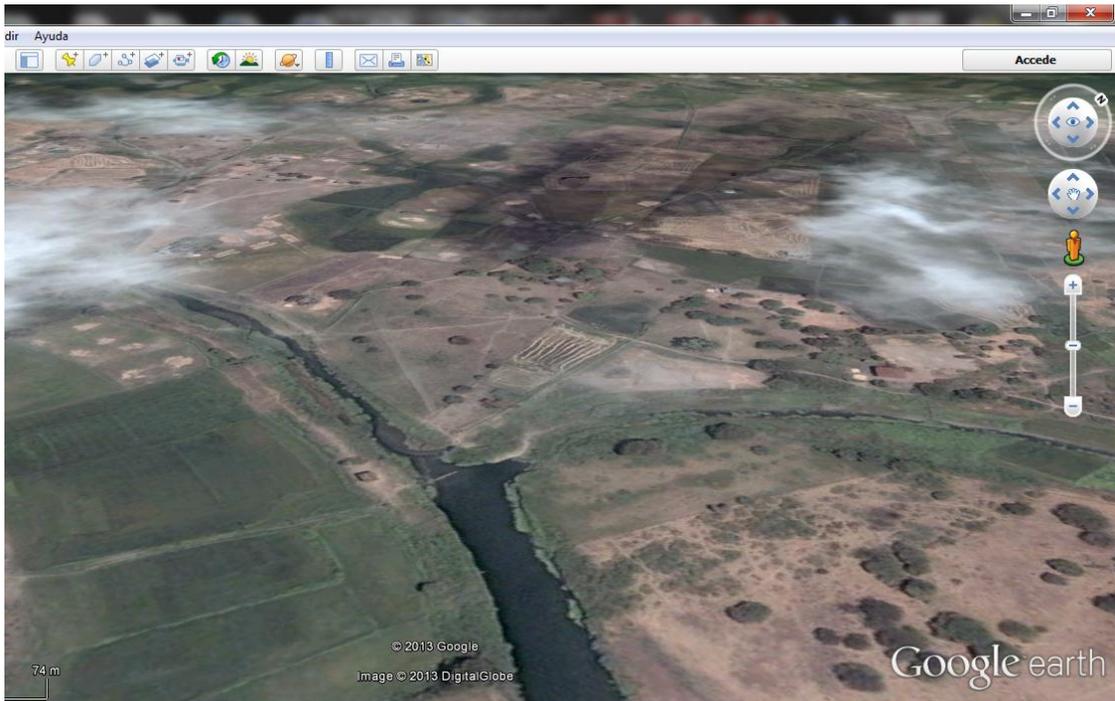


Figura 43. Fotografía aérea del lugar donde el río Jigual y Candilejo Forman el río Bapao.

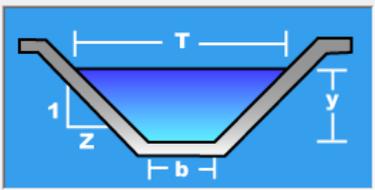
Por tanto solo ingresa un caudal relativo a la sección típica promedio de entrada o control. Estos valores son, $C1 = 34.08 \text{ m}^3/\text{s}$.

Cálculo del caudal, sección trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: **CANTON DAULE** Proyecto: **DIQUE**
 Tramo: **C1 - RIO PULA** Revestimiento: **ARCILLA**

Datos:

Tirante (y):	<input type="text" value="1.2"/>	m
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="10"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="1"/>	
Coefficiente de rugosidad (n):	<input type="text" value="0.025"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.004"/>	m/m



Resultados:

Caudal (Q):	<input type="text" value="34.0784"/>	m ³ /s	Velocidad (v):	<input type="text" value="2.5356"/>	m/s
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="13.4400"/>	m ²	Perímetro (p):	<input type="text" value="13.3941"/>	m
Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="1.0034"/>	m	Espejo de agua (T):	<input type="text" value="12.4000"/>	m
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.7776"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="1.5277"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Cuidado velocidad erosiva

Calculador Limpia Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

Activa la calculadora 7:05 05/07/2013

Figura 44. Datos hidráulicos de la sección de control C1.

El caudal de entrada de C2 es de $14.68 \text{ m}^3/\text{s}$.

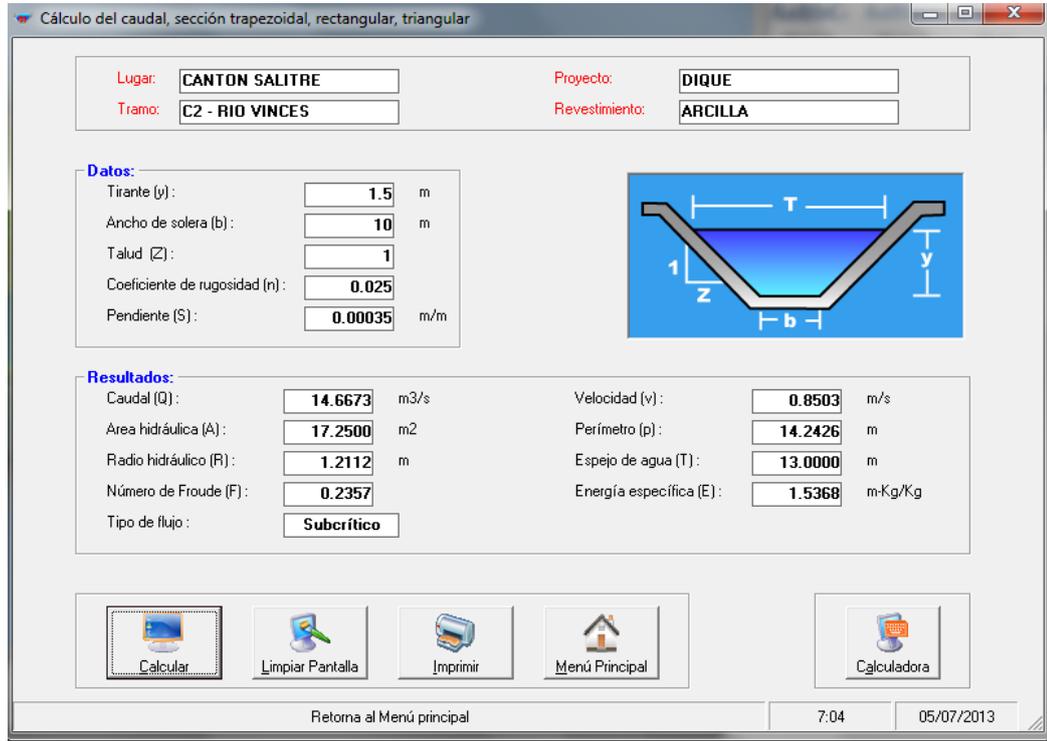


Figura 45. Datos hidráulicos de la sección de control C2.

El caudal que soporta la sección promedio del río Bapao es $159.07 \text{ m}^3/\text{s}$.



Figura 46. Datos hidráulicos de sección típica (promedio) del río Bapao en la actualidad.

Sección típica (promedio) capaz de soportar tormentas para un $Tr= 10$ años.

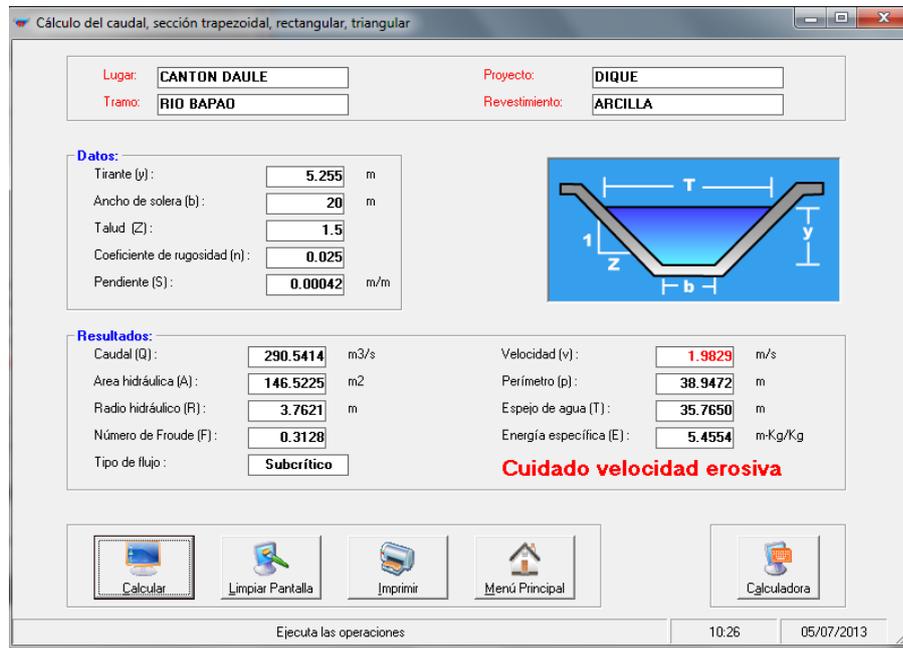


Figura 47. Datos hidráulicos de sección típica de diseño del río Bapao al trabajar con su caudal máximo en un periodo de retorno de 10 años.

Al añadirle un bordo libre al dique, la sección promedio podría soportar un caudal de 305.56 m³/s.



Figura 48. Datos hidráulicos de sección típica de diseño del río Bapao al trabajar con su caudal máximo en un periodo de retorno de 10 años y un bordo libre de 0.15 m.

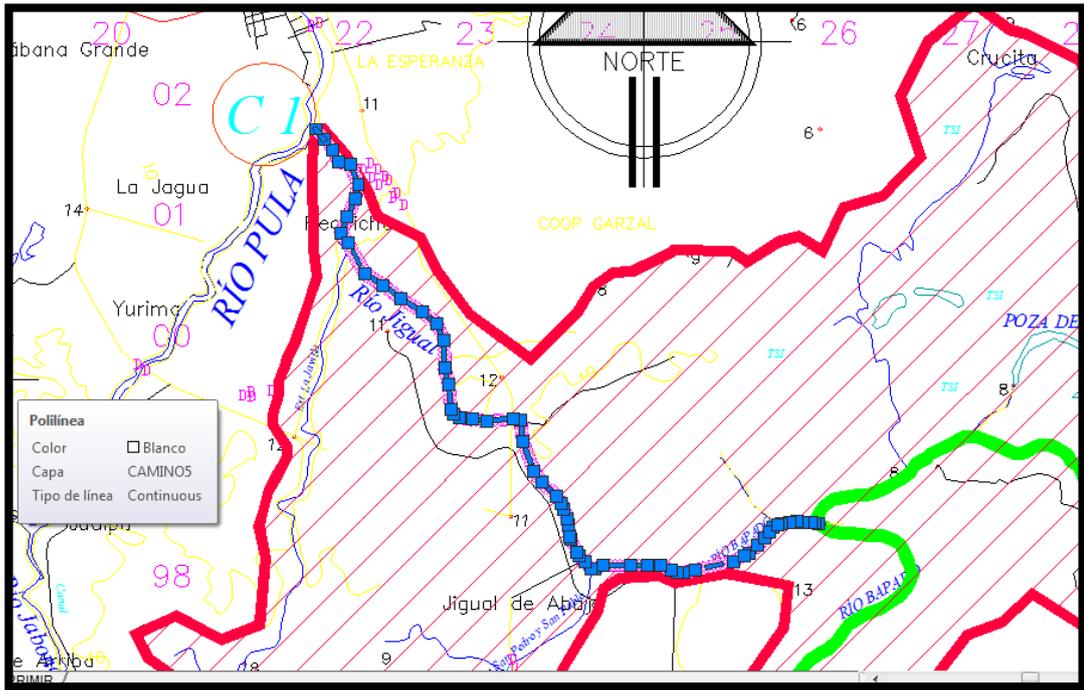


Figura 49. Vista en planta del cauce principal de la cuenca de aportación.

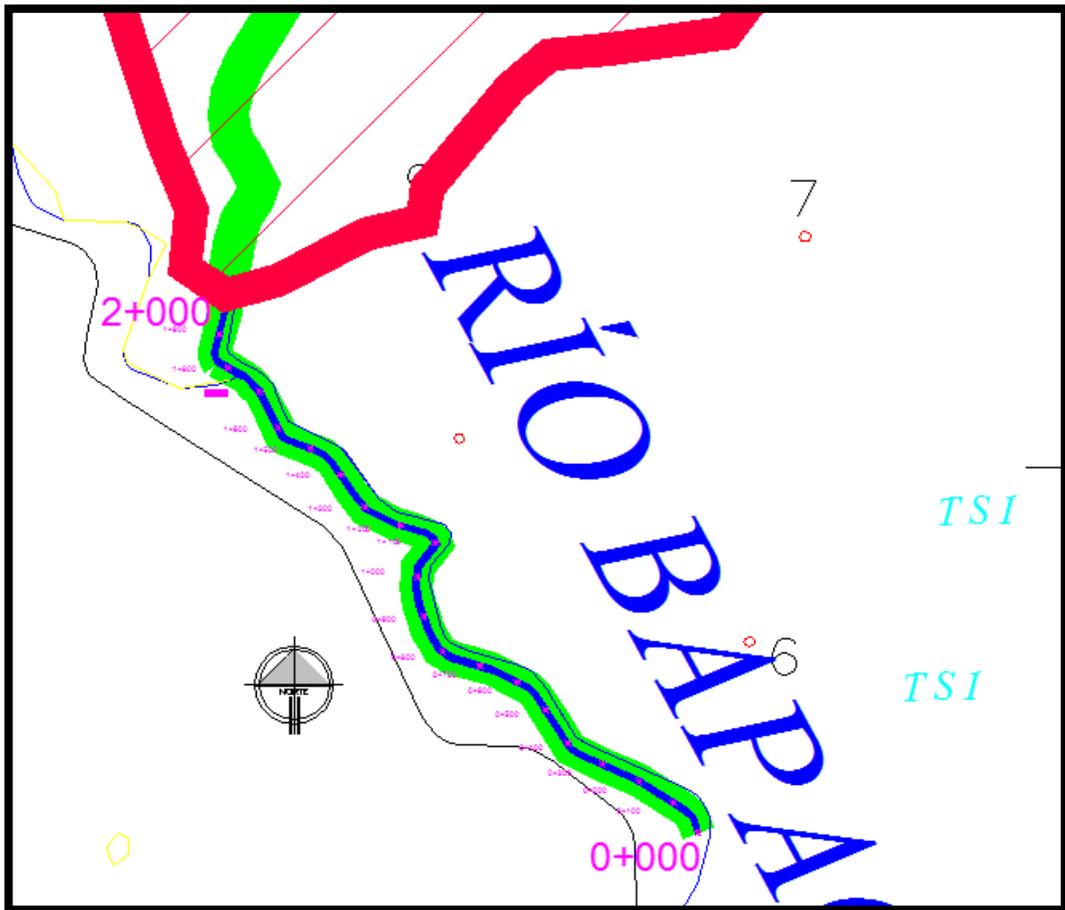


Figura 50. Vista en planta del río Bapao.

Para el cálculo del caudal de diseño se tomó la sección típica de C1 y C2 y se calculó el caudal que atraviesa por ellas. Estos dos caudales son sumados al de la cuenca de aportación dado por el HEC-HMS 3.5 y dan un caudal de diseño neto de 290.53 m³/s.

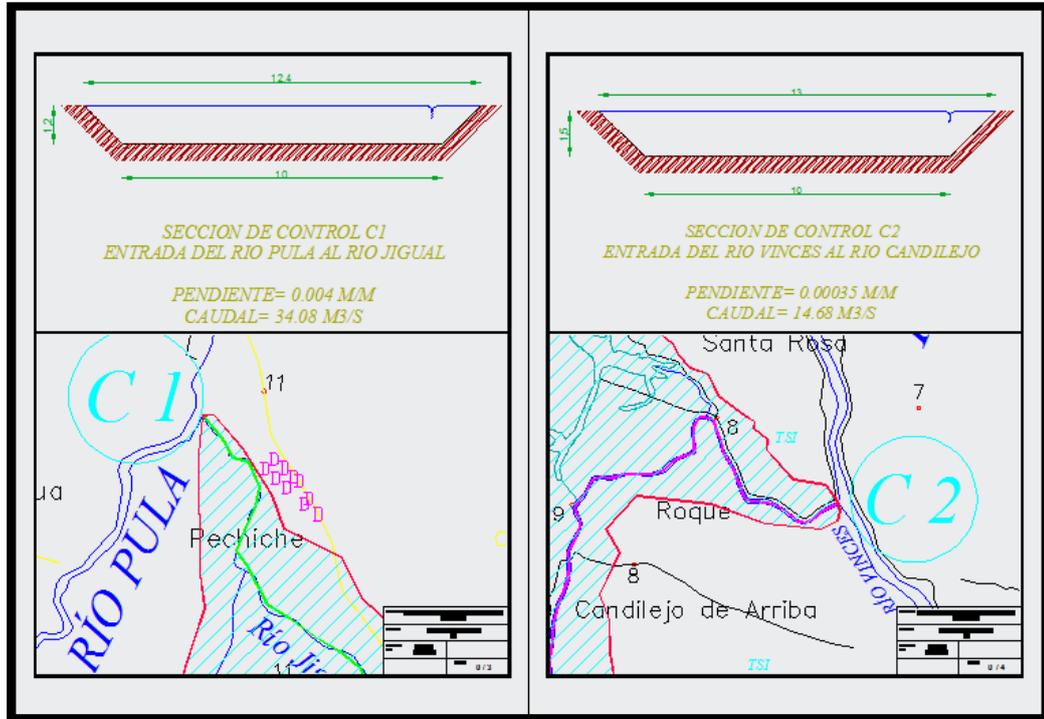


Figura 51. Planta y corte promedio de la sección de control de entrada C1 y C2.

La siguiente imagen, muestra como es en la actualidad el muro y el canal. Cabe recalcar que esta es una sección promedio de todo el tramo. Para efectos de diseño de allanó la solera pues por motivos de los sedimentos no es 100% llana.

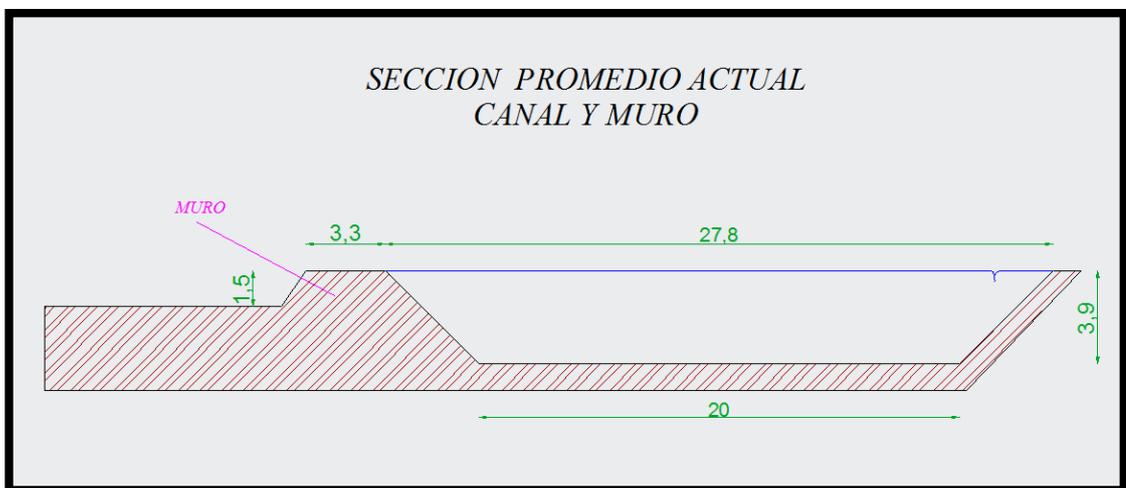


Figura 52. Corte de la sección promedio del río Bapao y el muro derecho.

A continuación se muestra como quedará conformado sobre el muro anterior el dique de diseño.

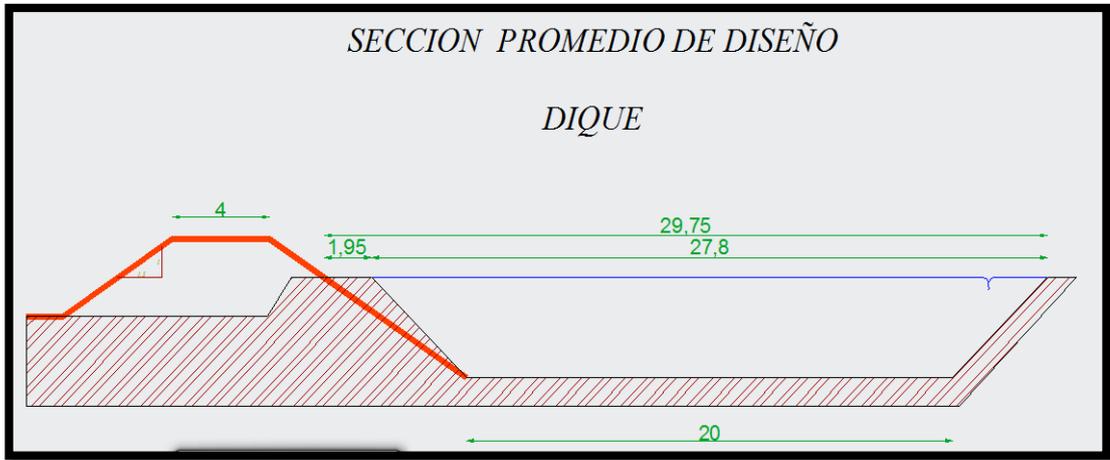


Figura 53. Sección de diseño del Dique (promedio).

Las cotas que se muestran a continuación no son las del diseño, son cotas usadas para referenciar la ilustrar al lector la diferencia de altura desde la solera hasta la corona del dique. Las secciones de este dique se mostraron anteriormente.

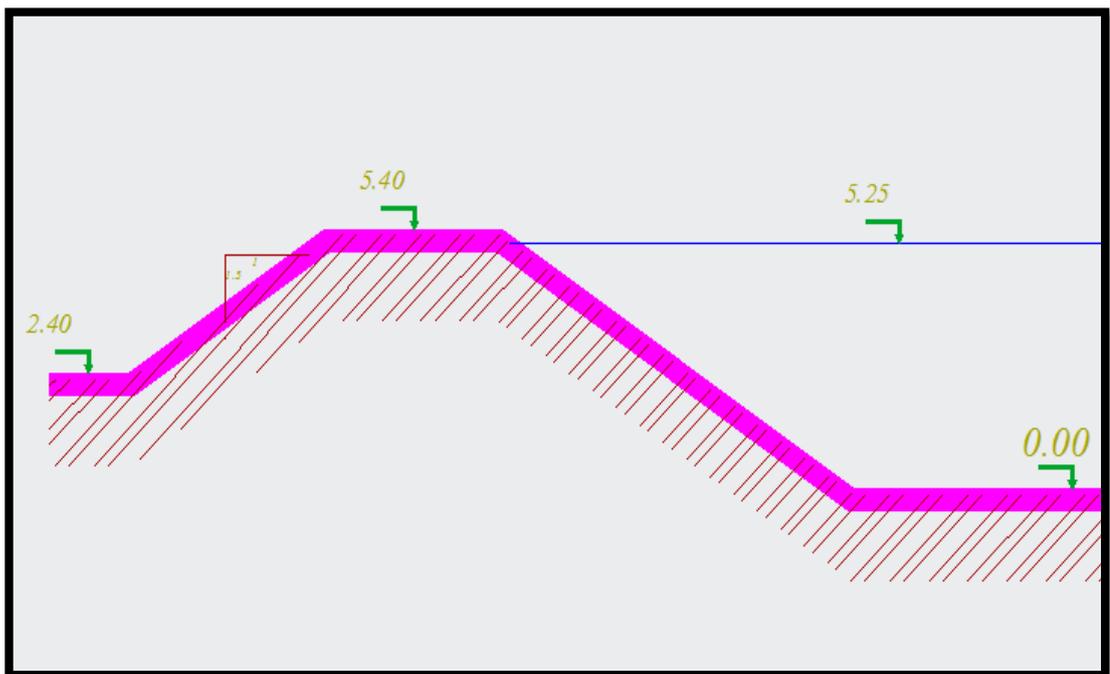


Figura 54. Corte que muestra la diferencia de altura del diseño.

Aquí se muestra la lo que hay que rellenar y cortar. Datos que son necesarios para el presupuesto.

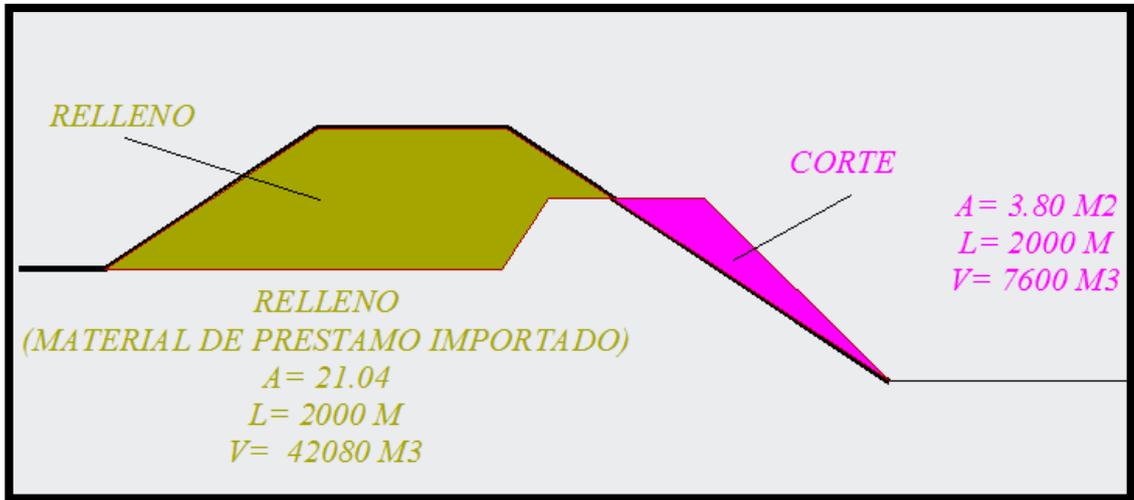


Figura 55. Volúmenes de corte y relleno.

Secciones finales de diseño.

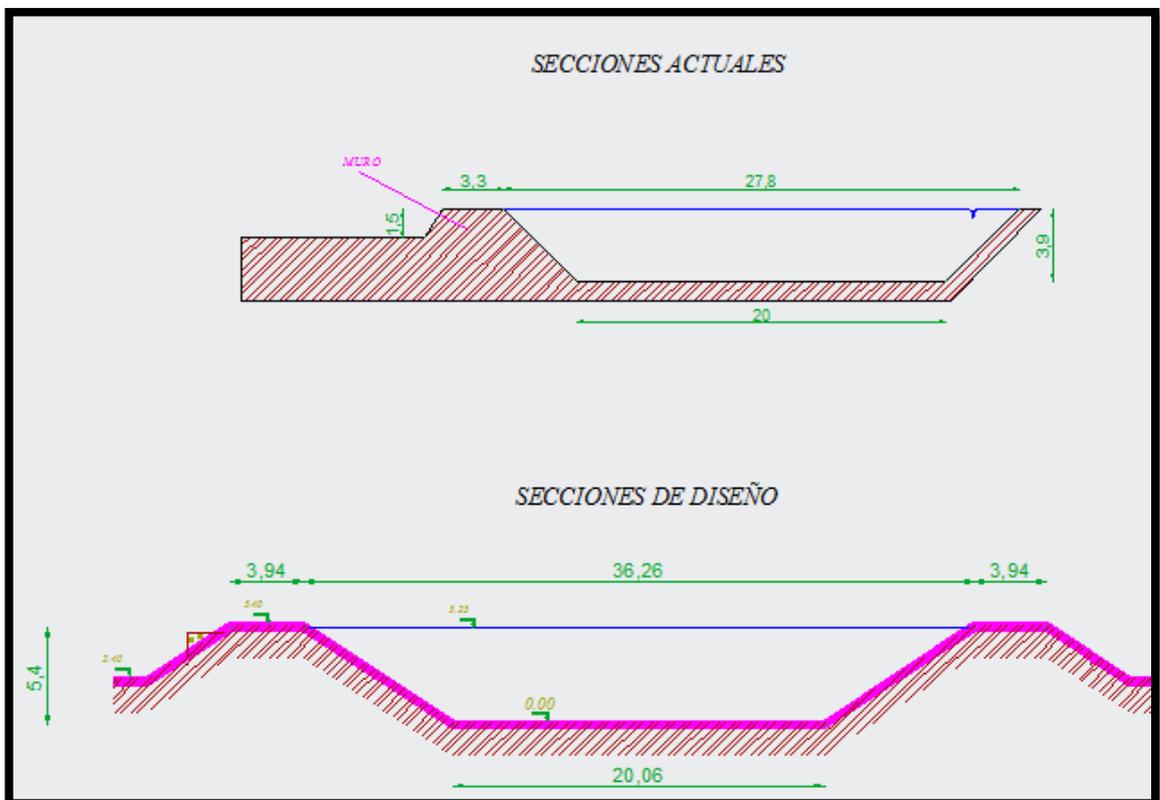


Figura 56. Comparación entre la sección actual y la sección de diseño con un periodo de retorno de 10 años.

3.7.FICHA AMBIENTAL

Identificación del Proyecto	
	
Nombre del Proyecto:	
Fecha:	Marzo 2013
Localización del Proyecto:	Provincia: Guayas Cantón: Daule Parroquia: Juan Bautista Aguirre Recintos: Bapao de Abajo y Zapanal
Auspiciado por:	Ministerio de: Gobierno Provincial: Gobierno Municipal: Org. de inversión/desarrollo: Otro: Tesis de Pre-Grado de la ULVR
Tipo del Proyecto:	Abastecimiento de agua Agricultura y ganadería Amparo y bienestar social Protección áreas naturales Educación Electrificación Hidrocarburos Industria y comercio Minería



Pesca

Salud

Saneamiento ambiental

Turismo

Vialidad y transporte

Otros: Protección de ríos y canales

Descripción resumida del proyecto:

El proyecto consiste en la conformación de un Dique que proteja de futuras inundaciones a los recintos Bapao de Abajo y Zapanal.

Nivel de los estudios técnicos del proyecto:

Idea o prefactibilidad

Factibilidad

Definitivo

Categoría del Proyecto:

Construcción

Rehabilitación

Ampliación o mejoramiento

Mantenimiento

Equipamiento

Capacitación

Apoyo

Otro (especificar):

Datos del Promotor/Auspiciante

Nombre o Razón Social:

Facultad de Ingeniería Civil ULVR

Representante legal:

Dirección:

Avenida de Las Américas

Ciudad:

Guayaquil

Teléfono:

2287-200



CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Caracterización del Medio Físico

Localización

Región geográfica:

Costa

Sierra

Oriente

Insular

Coordenadas:

Zona 17, elipsoide WGS 84

Inicio:

Fin:

Altitud:

A nivel del mar

Entre 0 y 500 msnm

Entre 501 y 2.300 msnm

Entre 2.301 y 3.000 msnm

Entre 3.001 y 4.000 msnm

Más de 4000 msnm

Clima

Temperatura:

Cálido-seco

Cálido-seco (0-500 msnm)

Cálido-húmedo

Cálido-húmedo (0-500 msnm)



Subtropical	Subtropical (500-2.300 msnm)
Templado	Templado (2.300-3.000 msnm)
Frío	Frío (3.000-4.500 msnm)
Glacial	Menor a 0 °C en altitud (>4.500 msnm)

Geología, geomorfología y suelos

Ocupación actual del Área de influencia:

- Asentamientos humanos
- Áreas agrícolas o ganaderas
- Áreas ecológicas protegidas
- Bosques naturales o plantaciones forestales
- Fuentes hidrológicas y cauces naturales
- Manglares
- Zonas arqueológicas
- Zonas con riqueza hidrocarburíferas
- Zonas con riquezas minerales
- Zonas de potencial turístico
- Zonas de valor histórico, cultural o religioso
- Zonas escénicas únicas
- Zonas inestables con riesgo sísmico
- Zonas reservadas por seguridad nacional
- Otra: (especificar)

Pendiente del suelo:

- Llano

El terreno es plano. Las pendientes son menores que el 30%.



Ondulado

Montañoso

El terreno es ondulado. Las pendientes son suaves (entre 30% y 100 %). El terreno es quebrado. Las pendientes son mayores al 100 %.

Tipo de suelo:

x

Arcilloso

Arenoso

Semi-duro

Rocoso

Saturado

Calidad del suelo:

x

Fértil

Semi-fértil

Erosionado

Otro (especifique)

Saturado

Permeabilidad del suelo

Altas

x

Media

Baja

Condiciones de drenaje

Muy buenas

x

Buenas

El agua se infiltra fácilmente en el suelo. Los charcos de lluvia desaparecen rápidamente.

El agua tiene ciertos problemas para infiltrarse en el suelo. Los charcos permanecen algunas horas después de que ha llovido.

El agua queda detenida en charcos por espacio de días. Aparecen aguas estancadas.

No existen estancamientos de agua, aún en época de lluvias

Existen estancamientos de agua que se forman durante las lluvias, pero que desaparecen a las pocas horas de cesar las precipitaciones



Malas

Las condiciones son malas. Existen estancamientos de agua, aún en épocas cuando no llueve

Hidrología

Fuentes

Agua superficial

Agua subterránea

Agua de mar

Ninguna

Nivel freático

Alto

Profundo

Precipitaciones

Altas

Medias

Bajas

Lluvias fuertes y constantes

Lluvias en época invernal o esporádicas

Casi no llueve en la zona

Aire

Calidad del aire:

Pura

Buena

Mala

Recirculación de aire:

Muy Buena

Buena

No existen fuentes contaminantes que lo alteren

El aire es respirable, presenta malos olores en forma esporádica o en alguna época del año. Se presentan irritaciones leves en ojos y garganta.

El aire ha sido poluído. Se presentan constantes enfermedades bronquio-respiratorias. Se verifica irritación en ojos, mucosas y garganta.

Brisas ligeras y constantes Existen frecuentes vientos que renuevan la capa de aire

Los vientos se presentan sólo en ciertas épocas y por lo general son escasos.



Ruido:

x

Mala

Bajo

Tolerable

Ruidoso

No existen molestias y la zona transmite calma. Ruidos admisibles o esporádicos. No hay mayores molestias para la población y fauna existente. Ruidos constantes y altos. Molestia en los habitantes debido a intensidad o por su frecuencia. Aparecen síntomas de sordera o de irritabilidad.

Caracterización del Medio Biótico

Ecosistema

Páramo

Bosque pluvial

Bosque nublado

x

Bosque seco tropical

Ecosistemas marinos

Ecosistemas lacustres

Vegetación y Flora

Tipo de cobertura

Vegetal:

Bosques

Arbustos

Pastos

x

Cultivos

Matorrales

Sin vegetación

Importancia de la Cobertura vegetal:

x

Común del sector



Rara o endémica

En peligro de extinción

Protegida

Intervenida

Usos de la vegetación:

Alimenticio

Comercial

Medicinal

Ornamental

Construcción

Fuente de semilla

Mitológico

Otro (especifique):

Fauna silvestre

Tipología

Microfauna

Insectos

Anfibios

Peces

Reptiles

Aves

Mamíferos

Importancia

Común

Rara o única especie

Frágil

En peligro de extinción

Caracterización del Medio Socio-Cultural



Demografía

Nivel de consolidación Del área de influencia:		Urbana
		Periférica
	x	Rural
Tamaño de la población:	x	Entre 0 y 1.000 habitantes
		Entre 1.001 y 10.000 habitantes
		Entre 10.001 y 100.000 habitantes
		Más de 100.00 habitantes
Características étnicas de la Población:	x	Mestizos
		Indígena
		Negros
		Otro (especificar):

Infraestructura social

Abastecimiento de agua:		Agua potable	
		Conexión domiciliaria	
		Agua de lluvia	
		Grifo público	
		Servicio permanente	
		Racionado	
		Banquero	
	x	Acarreo manual	Pozo
		Ninguno	
Evacuación de aguas Servidas:		Alcantarillado sanitario	
		Alcantarillado pluvial	
	x	Fosas sépticas	



	<input checked="" type="checkbox"/>	Letrinas	
		Ninguno	
Evacuación de aguas Lluvias:		Alcantarillado pluvial	
		Drenaje superficial	
	<input checked="" type="checkbox"/>	Ninguno	
Desechos sólidos		Barrido y recolección	
		Botadero a cielo abierto	
		Relleno sanitario	
	<input checked="" type="checkbox"/>	Otro (especificar):	Quema
Electrificación	<input checked="" type="checkbox"/>	Red energía eléctrica	
		Plantas eléctricas	
		Ninguno	
Transporte público		Servicio Urbano	
		Servicio intercantonal	
		Rancheras	
	<input checked="" type="checkbox"/>	Canoa	
	<input checked="" type="checkbox"/>	Otro (especifique):	Motos, camionetas
Vialidad y accesos		Vías principales	
		Vías secundarias	
	<input checked="" type="checkbox"/>	Caminos vecinales	
		Vías urbanas	
		Otro (especifique):	
Telefonía		Red domiciliaria	
		Cabina pública	
	<input checked="" type="checkbox"/>	Ninguno	Celular
Actividades socio-económicas			



Aprovechamiento y uso de la tierra:

- Residencial
- Comercial
- Recreacional

- Productivo
- Baldío
- Otro (especificar):

Tenencia de la tierra:

- Terrenos privados
- Terrenos comunales
- Terrenos municipales
- Terrenos estatales

Organización social

- Primer grado Comunal, barrial
- Segundo grado Pre-cooperativas, cooperativas
- Tercer grado Asociaciones, federaciones, unión de organizaciones
- Otra

Aspectos culturales

Lengua

- Español
- Nativa
- Otro (especificar):

Religión

- Católicos
- Evangélicos
- Otra (especificar):

Tradiciones

- Ancestrales
- Religiosas



Populares

Otras (especifique):

Medio Perceptual

Paisaje y turismo

Zonas con valor paisajístico

Atractivo turístico

Recreacional

Otro (especificar):

Riesgos Naturales e inducidos

Peligro de Deslizamientos

Inminente

La zona es muy inestable y se desliza con relativa frecuencia

Latente

La zona podría deslizarse cuando se produzcan precipitaciones extraordinarias.

Nulo

La zona es estable y prácticamente no tiene peligro de deslizamientos.

Peligro de Inundaciones

Inminente

La zona se inunda con frecuencia

Latente

La zona podría inundarse cuando se produzcan precipitaciones extraordinarias.

Nulo

La zona, prácticamente, no tiene peligro de inundaciones.

Peligro de Terremotos

Inminente

La tierra tiembla frecuentemente

Latente

La tierra tiembla ocasionalmente (está cerca de o se ubica en fallas geológicas).

Nulo

La tierra, prácticamente, no tiembla.

3.8.PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA

3.8.1. ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: ESTUDIO DEL DESAZOLVE Y MURO DE PROTECCION DEL ESTERO CAÑAS JUNTO AL RECINTO CIEN FAMILIAS,
TRAMO: SEGUN COORDENADAS
CANTON: BALAO

RUBRO: 1.1 (horas/unid.)
DETALLE: Material de prestamo importado **UNIDAD:** m³ **RENDIMIENTO:** 0.0220

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
TRACTOR DE ORUGAS 175 HP	C/H	1.00	65.58	65.58	0.0220	1.44	32.29%
MOTONIVELADORA MG330 135 HP	C/H	1.00	44.91	44.91	0.0220	0.99	22.20%
RODILLO P.C. VIBRATORIO	C/H	1.00	29.00	29.00	0.0220	0.64	14.35%
CAMION TANQUERO AGUA CON BOMBA	C/H	1.00	25.59	25.59	0.0220	0.56	12.56%
SUBTOTAL M						3.630	81.40%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL/hr	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
TRACTOR CARRILES O RUEDAS (BULLDOZER)	OPE G I	1.00	2.71	2.71	0.0220	0.06	1.35%
MOTONIVELADORA	OPE G I	1.00	2.71	2.71	0.0220	0.06	1.35%
RODILLO AUTOPROPULSADO	OPE G II	1.00	2.66	2.66	0.0220	0.06	1.35%
AYUDANTE DE OPERADOR DE EQUIPO	E2	1.00	2.56	2.56	0.0220	0.06	1.35%
CHOFER PROFESIONAL LICENCIA TIPO D (ES)	C1	1.00	3.91	3.91	0.0220	0.09	2.02%
SUBTOTAL N						0.330	7.40%

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%
		A	B	C=A*B	
DERECHO DE MINA	M3	1.00	0.50	0.50	11.00%
SUBTOTAL O					0.500 11.00%

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					0.000 0.00%

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	4.460	100.00%
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%	0.892	
OTROS INDIRECTOS 0%	0.000	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	5.350	

Marzo del 2013

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: ESTUDIO DEL DESAZOLVE Y MURO DE PROTECCION DEL ESTERO CAÑAS JUNTO AL RECINTO CIEN FAMILIAS,
TRAMO: SEGUN COORDENADAS
CANTON: BALAO

RUBRO: 1.2 (horas/unid.)
DETALLE: Transporte de material de prestamo importado **UNIDAD:** m³.km **RENDIMIENTO:** 0.0080

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
VOLQUETA 9 M3	C/H	1.00	24.50	24.50	0.0080	0.20	86.96%
SUBTOTAL M						0.200	87.00%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL/hr	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
CHOFER PROFESIONAL LICENCIA TIPO D (ES)	C1	1.00	3.91	3.91	0.0080	0.03	13.04%
SUBTOTAL N						0.030	13.00%

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%	
		A	B	C=A*B		
SUBTOTAL O					0.000	0.00%

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%	
		A	B	C=A*B		
SUBTOTAL P					0.000	0.00%

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0.230	100.00%
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%	0.046	
OTROS INDIRECTOS 0%	0.000	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0.280	

Marzo del 2013

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: ESTUDIO DEL DESAZOLVE Y MURO DE PROTECCION DEL ESTERO CAÑAS JUNTO AL RECINTO CIEN FAMILIAS,
TRAMO: SEGUN COORDENADAS
CANTON: BALAO

RUBRO: 2.1 (horas/unid.)
DETALLE: Letrero de identificación de obra 1,20*0,60 - Estructura de madera **UNIDAD:** u **RENDIMIENTO:** 1.500

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
HERRAMIENTAS MENORES	GLOBAL	A 1.00	B 1.50	C=A*B 1.50	R 0.460	D=C*R 0.69	0.70%
SUBTOTAL M						0.690	0.70%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL/hr	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
PEON	E2	A 2.00	B 2.56	C=A*B 5.12	R 1.500	D=C*R 7.68	7.80%
CARPINTERO	D2	1.00	2.58	2.58	1.500	3.87	3.93%
MAESTRO DE OBRA	C2	1.00	2.56	2.56	1.500	3.84	3.90%
SUBTOTAL N						15.390	15.60%

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%
CUARTONES 2"x3"x4m	U	A 2.00	B 3.00	C=A*B 6.00	6.00%
TIRAS 1"x3"x3,8m	U	2.00	1.50	3.00	3.00%
CLAVOS 2 1/2"	KG	0.25	1.52	0.38	0.00%
PLANCHA DE PLYWOOD DE 1,22X2,44M DE 12MM	U	0.50	38.00	19.00	19.00%
LEYENDA EN PANAFLEX	U	1.00	50.00	50.00	51.00%
SUBTOTAL O				78.380	79.00%

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%
TRANSPORTE	GLOBAL	A 1	B 4.00	C=A*B 4.00	4.00%
SUBTOTAL P				4.000	4.00%

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	98.460	100.00%
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%	19.692	
OTROS INDIRECTOS 0%	0.000	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	118.150	

Marzo del 2013

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: ESTUDIO DEL DESAZOLVE Y MURO DE PROTECCION DEL ESTERO CAÑAS JUNTO AL RECINTO CIEN FAMILIAS,
TRAMO: SEGUN COORDENADAS
CANTON: BALAO

RUBRO: 3.1 (horas/unid.)
DETALLE: Señal hombres trabajando **UNIDAD:** u **RENDIMIENTO:** 5.260

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
HERRAMIENTAS MENORES	GLOBAL	A 1.00	B 1.50	C=A*B 1.50	R 0.807	D=C*R 1.21	1.98%
SUBTOTAL M						1.210	2.00%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL/hr	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
PEON	E2	A 1.00	B 2.56	C=A*B 2.56	R 5.260	D=C*R 13.47	22.03%
MAESTRO DE OBRA	C2	1.00	2.56	2.56	5.260	13.47	22.03%
SUBTOTAL N						26.940	44.10%

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%
SEÑAL HOMBRES TRABAJANDO	U	A 1.00	B 30.00	C=A*B 30.00	49.00%
SUBTOTAL O				30.000	49.00%

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%
TRANSPORTE	GLOBAL	A 1	B 3.00	C=A*B 3.00	5.00%
SUBTOTAL P				3.000	5.00%

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		61.150	100.00%
INDIRECTOS Y UTILIDAD	20%	12.230	
OTROS INDIRECTOS	0%	0.000	
COSTO TOTAL DEL RUBRO		73.380	

Marzo del 2013

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: ESTUDIO DEL DESAZOLVE Y MURO DE PROTECCION DEL ESTERO CAÑAS JUNTO AL RECINTO CIEN FAMILIAS,
TRAMO: SEGUN COORDENADAS
CANTON: BALAO

RUBRO: 3.3 (horas/unid.)
DETALLE: Rótulos ambientales (1,20*2,40)m **UNIDAD:** u **RENDIMIENTO:** 2.000

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
HERRAMIENTAS MENORES	GLOBAL	1.00	1.50	1.50	0.613	0.92	0.39%
SUBTOTAL M						0.920	0.40%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL/hr	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
PEON	E2	2.00	2.56	5.12	2.000	10.24	4.37%
CARPINTERO	D2	1.00	2.58	2.58	2.000	5.16	2.20%
MAESTRO DE OBRA	C2	1.00	2.56	2.56	2.000	5.12	2.19%
SUBTOTAL N						20.520	8.80%

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%
		A	B	C=A*B	
CUARTONES 2"x3"x4m	U	4.00	3.00	12.00	5.00%
TIRAS 1"x3"x3,8m	U	4.00	1.50	6.00	3.00%
CLAVOS 2 1/2"	KG	0.50	1.52	0.76	0.00%
PLANCHA DE PLYWOOD DE 1,22X2,44M DE 12MM	U	1.00	38.00	38.00	16.00%
LEYENDA EN PANAFLEX	U	3.00	50.00	150.00	64.00%
SUBTOTAL O				206.760	88.00%

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%
		A	B	C=A*B	
TRANSPORTE	GLOBAL	1	6.00	6.00	3.00%
SUBTOTAL P				6.000	3.00%

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	234.200	100.00%
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%	46.840	
OTROS INDIRECTOS 0%	0.000	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	281.040	

Marzo del 2013

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: ESTUDIO DEL DESAZOLVE Y MURO DE PROTECCION DEL ESTERO CAÑAS JUNTO AL RECINTO CIEN FAMILIAS,
TRAMO: SEGUN COORDENADAS
CANTON: BALAO

RUBRO: 3.4 (horas/unid.)
DETALLE: Trampa para grasas y aceites **UNIDAD:** u **RENDIMIENTO:** 3.9246

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
HERRAMIENTAS MENORES	GLOBAL	A 1.00	B 1.50	C=A*B 1.50	R 2.720	D=C*R 4.08	1.34%

SUBTOTAL M 4.080 1.30%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL/hr	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
MAESTRO DE OBRA	C2	A 1.00	B 2.56	C=A*B 2.56	R 3.9246	D=C*R 10.05	3.30%
CARPINTERO	D2	1.00	2.58	2.58	3.9246	10.13	3.33%
FIERRERO	D2	1.00	2.58	2.58	3.9246	10.13	3.33%
AYUDANTE DE ALBAÑIL	E2	2.00	2.56	5.12	3.9246	20.09	6.60%
PEON	E2	4.00	2.56	10.24	3.9246	40.19	13.21%

SUBTOTAL N 90.590 29.80%

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%
HORMIGON f _c =140kg/cm ² (INCL. ENCOFRADO)	M3	A 0.56	B 92.00	C=A*B 51.52	17.00%
ACERO ESTRUCTURAL	KG	16.96	1.54	26.12	9.00%
TUBO PVC 4"	ML	2.00	2.91	5.82	2.00%
CODO PVC 4"	U	2.00	2.09	4.18	1.00%
BLOQUE LIVIANO DE 14X19X39 CM	U	250.00	0.39	97.50	32.00%
CEMENTO	SACO	2.00	6.25	12.50	4.00%
ARENA	M3	0.11	8.78	0.97	0.00%
AGUA	M3	0.02	1.08	0.02	0.00%

SUBTOTAL O 198.630 65.00%

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%
TRANSPORTE	GLOBAL	A 1	B 11.00	C=A*B 11.00	4.00%

SUBTOTAL P 11.000 4.00%

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	304.300	100.00%
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%	60.860	
OTROS INDIRECTOS 0%	0.000	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	365.160	

Marzo del 2013

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: ESTUDIO DEL DESAZOLVE Y MURO DE PROTECCION DEL ESTERO CAÑAS JUNTO AL RECINTO CIEN FAMILIAS,
TRAMO: SEGUN COORDENADAS
CANTON: BALAO

RUBRO: 3.5 (horas/unid.)
DETALLE: Fosas de desechos biodegradables **UNIDAD:** u **RENDIMIENTO:** 6.0606

EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
HERRAMIENTAS MENORES	GLOBAL	1.00	1.50	1.50	3.267	4.90	3.04%
SUBTOTAL M						4.900	3.00%

MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL/hr	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
MAESTRO DE OBRA	C2	1.00	2.56	2.56	6.0606	15.52	9.64%
CARPINTERO	D2	1.00	2.58	2.58	6.0606	15.64	9.72%
FIERRERO	D2	1.00	2.58	2.58	6.0606	15.64	9.72%
AYUDANTE DE ALBAÑIL	E2	1.00	2.56	2.56	6.0606	15.52	9.64%
PEON	E2	3.00	2.56	7.68	6.0606	46.55	28.93%
SUBTOTAL N						108.870	67.70%

MATERIALES							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO			
		A	B	C=A*B			
HORMIGON f _c =140kg/cm ² (INCL. ENCOFRADO)	M3	0.25	92.00	23.00		14.00%	
ACERO ESTRUCTURAL	KG	5.20	1.54	8.01		5.00%	
TUBO PVC 4"	ML	4.00	2.91	11.64		7.00%	
SUBTOTAL O						42.650	26.00%

TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO			
		A	B	C=A*B			
TRANSPORTE	GLOBAL	1	4.50	4.50		3.00%	
SUBTOTAL P						4.500	3.00%

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				160.920	100.00%
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%				32.184	
OTROS INDIRECTOS 0%				0.000	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				193.100	

Marzo del 2013

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: ESTUDIO DEL DESAZOLVE Y MURO DE PROTECCION DEL ESTERO CAÑAS JUNTO AL RECINTO CIEN FAMILIAS,
 TRAMO: SEGUN COORDENADAS
 CANTON: BALAO

RUBRO: 3.6 (horas/unid.)
 DETALLE: Recipiente para desechos sólidos UNIDAD: u RENDIMIENTO: 0.7500

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
SUBTOTAL M						0.000	0.00%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL/hr	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
MAESTRO DE OBRA	C2	1.00	2.56	2.56	0.7500	1.92	8.05%
PEON	E2	1.00	2.56	2.56	0.7500	1.92	8.05%
SUBTOTAL N						3.840	16.10%

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%
		A	B	C=A*B	
RECIPIENTE PARA DESECHOS	U	1.00	18.00	18.00	76.00%
SUBTOTAL O				18.000	76.00%

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%
		A	B	C=A*B	
TRANSPORTE	GLOBAL	1	2.00	2.00	8.00%
SUBTOTAL P				2.000	8.00%

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	23.840	100.00%
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%	4.768	
OTROS INDIRECTOS 0%	0.000	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	28.610	

Marzo del 2013

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: ESTUDIO DEL DESAZOLVE Y MURO DE PROTECCION DEL ESTERO CAÑAS JUNTO AL RECINTO CIEN FAMILIAS,
 TRAMO: SEGUN COORDENADAS
 CANTON: BALAO

RUBRO: 3.7 (horas/unid.)
 DETALLE: Cabina sanitaria portátil UNIDAD: mes RENDIMIENTO: 1.0000

EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
SUBTOTAL M						0.000	0.00%

MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL/hr	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
MAESTRO DE OBRA	C2	A 1.00	B 2.56	C=A*B 2.56	R 1.0000	D=C*R 2.56	1.02%
SUBTOTAL N						2.560	1.00%

MATERIALES							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%		
CABINA SANITARIA PORTÁTIL	MES	A 1.00	B 249.50	C=A*B 249.50	99.00%		
SUBTOTAL O						249.500	99.00%

TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%		
		A	B	C=A*B			
SUBTOTAL P						0.000	0.00%
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	252.060	100.00%	
				INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%	50.412		
				OTROS INDIRECTOS 0%	0.000		
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	302.470		

Marzo del 2013
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: ESTUDIO DEL DESAZOLVE Y MURO DE PROTECCION DEL ESTERO CAÑAS JUNTO AL RECINTO CIEN FAMILIAS,
TRAMO: SEGUN COORDENADAS
CANTON: BALAO

RUBRO: 3.8 (horas/unid.)
DETALLE: Agua para control de polvo del sitio **UNIDAD:** m³ **RENDIMIENTO:** 0.00278

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
CAMION TANQUERO AGUA CON BOMBA	C/H	1.00	25.59	25.59	0.00278	0.07	4.69%

SUBTOTAL M 0.070 4.70%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL/hr	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
CHOFER PROFESIONAL LICENCIA TIPO D (ESPEON)	C1	1.00	3.91	3.91	0.00278	0.01	0.67%
	E2	1.00	2.56	2.56	0.00278	0.01	0.67%

SUBTOTAL N 0.020 1.30%

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%
		A	B	C=A*B	
AGUA	M3	1.3	1.08	1.40	

SUBTOTAL O 1.404 0.00%

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%
		A	B	C=A*B	

SUBTOTAL P 0.000 0.00%

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1.494	0.00%
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%	0.299	
OTROS INDIRECTOS 0%	0.000	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.790	

Marzo del 2013

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: ESTUDIO DEL DESAZOLVE Y MURO DE PROTECCION DEL ESTERO CAÑAS JUNTO AL RECINTO CIEN FAMILIAS,
TRAMO: SEGUN COORDENADAS
CANTON: BALAO

RUBRO: 3.9 (horas/unid.)
DETALLE: Requerimientos operativos por gestion social y ambiental de proyectos **UNIDAD:** día **RENDIMIENTO:** 15.00000

EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
SUBTOTAL M						0.000	0.00%

MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL/hr	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
		A	B	C=A*B	R	D=C*R	
SOCIOLOGO	B1	1.00	2.81	2.81	15.00000	42.15	6.74%
ING. AMBIENTAL	B1	1.00	2.81	2.81	15.00000	42.15	6.74%
SUBTOTAL N						84.300	13.50%

MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%	
		A	B	C=A*B		
MATERIAL GRAFICO PARA TALLER	GLOBAL	1.00	40.80	40.80		7.00%
LEVANTAMIENTO DE INFORMACION PARA CERTIFICADO DE PARTICIPACION COMUNITARIA	GLOBAL	1.00	400.00	400.00		64.00%
SUBTOTAL O				440.800	71.00%	

TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%	
		A	B	C=A*B		
TRANSPORTE PERSONAL	GLOBAL	1	100.00	100.00		16.00%
SUBTOTAL P				100.000	16.00%	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				625.100	100.00%	
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%				125.020		
OTROS INDIRECTOS 0%				0.000		
COSTO TOTAL DEL RUBRO				750.120		

Marzo del 2013

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

3.8.2. PRESUPUESTO

 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL PRESUPUESTO REFERENCIAL					
OBRA:	ESTUDIO DE UN DIQUE UBICADO JUNTO AL MARGEN DERECHO DEL RÍO BAPAO CANTÓN DAULE				
TRAMO:	SEGUN COORDENADAS				
CANTON:	DAULE				
				LONGITUD:	2000 mt
RUBRO	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	OBRA CIVIL				
1.1	Material de prestamo importado	m ³	42080.00	5.35	225,128.00
1.2	Transporte de material de prestamo importado	m ³ -km	1052000.00	0.28	294,560.00
SUB-TOTAL					519,688.00
2	SEÑALIZACION				
2.1	Letrero de identificación de obra 1,20*0,60 - Estructura de madera	u	1.00	118.15	118.15
SUB-TOTAL					118.15
3	PLAN AMBIENTAL Y SOCIAL				
3.1	Señal hombres trabajando	u	4.00	73.38	293.52
3.2	Rótulos ambientales (0,60*1,20)m	u	2.00	118.15	236.30
3.3	Rótulos ambientales (1,20*2,40)m	u	2.00	281.04	562.08
3.4	Trampa para grasas y aceites	u	1.00	365.16	365.16
3.5	Fosas de desechos biodegradables	u	1.00	193.10	193.10
3.6	Recipiente para desechos sólidos	u	2.00	28.61	57.22
3.7	Cabina sanitaria portátil	mes	2.00	302.47	604.94
3.8	Agua para control de polvo del sitio	m ³	300.00	1.79	537.00
3.9	Requerimientos operativos por gestion social y ambiental de proyectos	día	1.00	750.12	750.12
SUB-TOTAL					3,599.44
TOTAL					523,405.59
Distancia de acarreo: 25 km Cantera Aurora					

3.8.3. CRONOGRAMA

		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL					
REPROGRAMACION							
OBRA:	ESTUDIO DE UN DIQUE UBICADO JUNTO AL MARGEN DERECHO DEL RÍO BAPAO CANTÓN DAULE						
TRAMO:	SEGUN COORDENADAS						
CANTON:	DAULE						
PLAZO:	45 DIAS			LONGITUD:	2000 mt		
RUBRO	DETALLE	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	PROGRAMACION		
1	OBRA CIVIL				30 DIAS	15 DIAS	
1.1	Material de prestamo importado	m ³	5.35	225,128.00	157,589.60	67,538.40	
1.2	Transporte de material de prestamo importado	m ³ -km	0.28	294,560.00	206,192.00	88,368.00	
SUB-TOTAL				519,688.00			
2	SEÑALIZACION						
2.1	Letrero de identificación de obra 1,20*0,60 - Estructura de madera	u	118.15	118.15	118.15		
SUB-TOTAL				118.15			
3	PLAN AMBIENTAL Y SOCIAL						
3.1	Señal hombres trabajando	u	73.38	293.52	146.76	146.76	
3.2	Rótulos ambientales (0,60*1,20)m	u	118.15	236.30	118.15	118.15	
3.3	Rótulos ambientales (1,20*2,40)m	u	281.04	562.08	281.04	281.04	
3.4	Trampa para grasas y aceites	u	365.16	365.16	182.58	182.58	
3.5	Fosas de desechos biodegradables	u	193.10	193.10	96.55	96.55	
3.6	Recipiente para desechos sólidos	u	28.61	57.22	28.61	28.61	
3.7	Cabina sanitaria portátil	mes	302.47	604.94	302.47	302.47	
3.8	Agua para control de polvo del sitio	m ³	1.79	537.00	268.50	268.50	
3.9	Requerimientos operativos por gestion social y ambiental de proyectos	día	750.12	750.12	375.06	375.06	
SUB-TOTAL				3,599.44			
TOTAL				523,405.59			
	INVERSION				365,699.47	157,706.12	
	AVANCE EN %				69.87	30.13	
	INVERSION ACUMULADA				365,699.47	523,405.59	
	AVANCE ACUMULADO EN %				69.87	100.00	

3.9.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.9.1. CONCLUSIONES

- El cálculo del caudal de diseño de la cuenca se obtuvo mediante el uso del programa HEC=HMS 3.5 y el de las secciones hidráulicas fueron obtenidas por el programa H-canales, ambos de uso libre.
- El método de obtención de datos de caudales para ingresar en el programa fueron: El Mapa de Zonificación del INAMHI con sus respectivas fórmulas de intensidad para un periodo de retorno de 10 años, tablas de coeficiente de Manning, de CN, Método de los Bloques Alternos de Ven Te Chow para la obtención del hietograma.
- La figura 52 muestra la sección típica promedio del muro en la actualidad y según se ha demostrado es netamente insuficiente para para contener el caudal que lo atraviesa en cada invierno.
- Para el diseño se escogió un periodo de retorno de 10 años porque un periodo mayor como el de 25 años duplicaría la sección de diseño presentada con 10 años.
- La altura de diseño presentada supera en 1.40 metros a la que se encuentra en la actualidad.
- Las condiciones físicas del muro de contención actual junto al margen del río Bapao es insuficiente para prevenir inundaciones máximas durante la temporada invernal y debido a esto los morados del sector se mantienen con incertidumbre y temor.
- La construcción de este Dique junto al margen del río mejorará la calidad de vida de los moradores ubicados desde Bapao de Abajo hasta Zapanal.
- El diseño de un muro de contención no depende solo de las características de la estructura y del relleno a soportar sino de del fiel análisis hidrológico e hidráulico.
- Para la selección adecuada de un tipo de muro debe tener en cuenta función que deba cumplir, así como también de las condiciones imperantes del suelo, materiales de construcción disponibles, tipos de carga a soportar, facilidad constructiva, economía, y demás.

3.9.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda para la obtención de caudales y valores de diseños hidrológicos e hidráulicos el uso de programas informáticos brindados por instituciones científicas de reconocimiento mundial.
- Se recomienda no cortar la parte de la corona del anterior muro que sobresale junto al talud del dique, porque si bien resta sección hidráulica al río, también es cierto que disminuye la velocidad de flujo. Por este motivo el presupuesto propuesto no contempla tal corte.
- Además este tramo de corona del muro anterior sirve como berma de seguridad a los morados que usan el río a diario.
- No se protegió el talud con enrocado o algún otro sistema como un geotextil debido a que estos impiden el uso normal del río a los usuarios. Incluso añadir otra protección dificulta el acceso de los animales al mismo.
- La protección del muro es el factor de seguridad que es 1.5 en la horizontal respecto a la vertical y su material de préstamo importado que debe incluir arcilla plástica y además.
- Para su proceso constructivo se recomienda utilizar las Normas Ecuatorianas de Construcción.

BIBLIOGRAFIA

Aparicio, Francisco (1992). *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. México: Limusa S.A.

Chereque M., Wendor. *Hidrología para estudiantes de Ingeniería Civil*. Lima: CONCYTEC.

Das, Braja (2001). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. México: Thomson Learning.

Jiménez F. Leonardo (Tesis de Ingeniería). Los Geosintéticos Como Solución A La Estabilidad De Taludes. ESPE 2006

<http://www.eruditos.net/newsite/>, 20/01/2013

<http://es.wikipedia.org/wiki/Agua>, 5/01/2013

<http://es.wikipedia.org/wiki/Hidrolog%C3%ADa> 18/01/2013

ANEXOS

ANEXO 1. Validación

ANEXO 2. Encuestas

ANEXO 3. Comentario de un profesional

ANEXO 4. Muestras de suelo

ANEXO 5. Planos

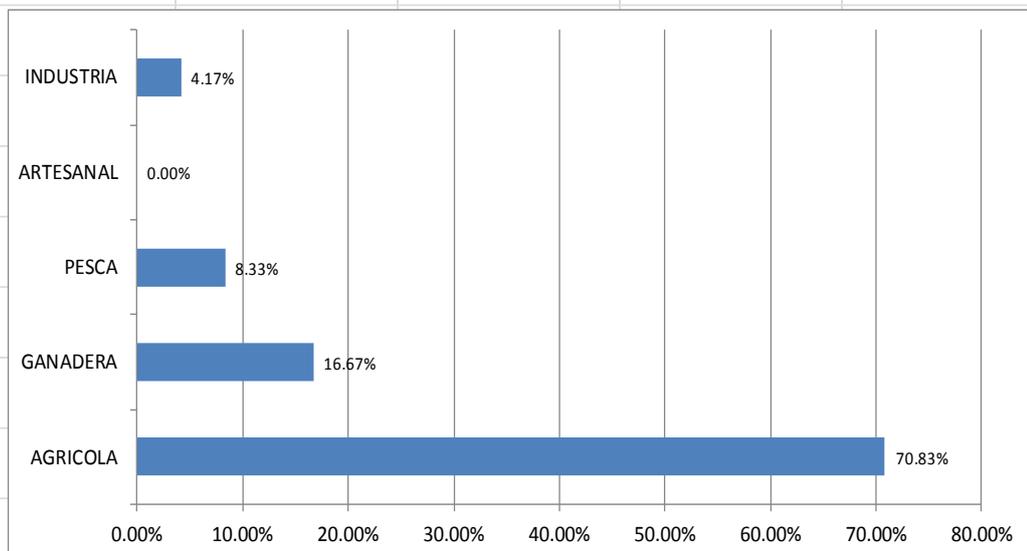
ANEXO 1
Validación

ANEXO 2
Encuestas

RESULTADO DE LA ENCUESTA DE CAMPO

A QUE ACTIVIDAD SE DEDICA EN SU PROPIEDAD ?

A QUE ACTIVIDAD SE DEDICA EN SU PROPIEDAD ?		%
AGRICOLA	17	70.83%
GANADERA	4	16.67%
PESCA	2	8.33%
ARTESANAL	0	0.00%
INDUSTRIA	1	4.17%
Total	24	100.00%

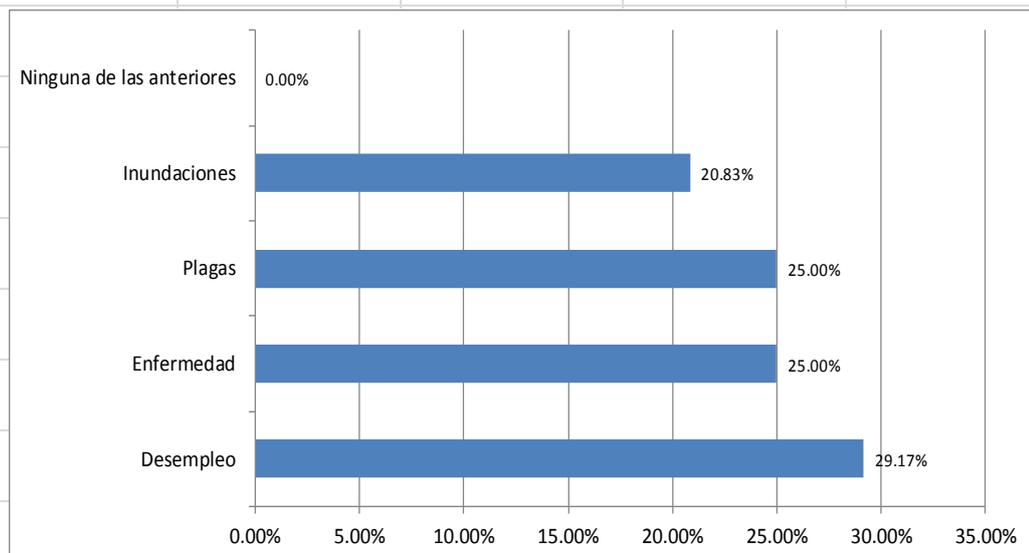


Según el estudio realizado vemos que en la población de x el 70.83 % de los habitantes dijeron Agrícola

RESULTADO DE LA ENCUESTA DE CAMPO

QUE TIPO DE EVENTO LE PREOCUPA?

QUE TIPO DE EVENTO LE PREOCUPA?		%
Desempleo	7	29.17%
Enfermedad	6	25.00%
Plagas	6	25.00%
Inundaciones	5	20.83%
Ninguna de las anteriores	0	0.00%
Total	24	100.00%

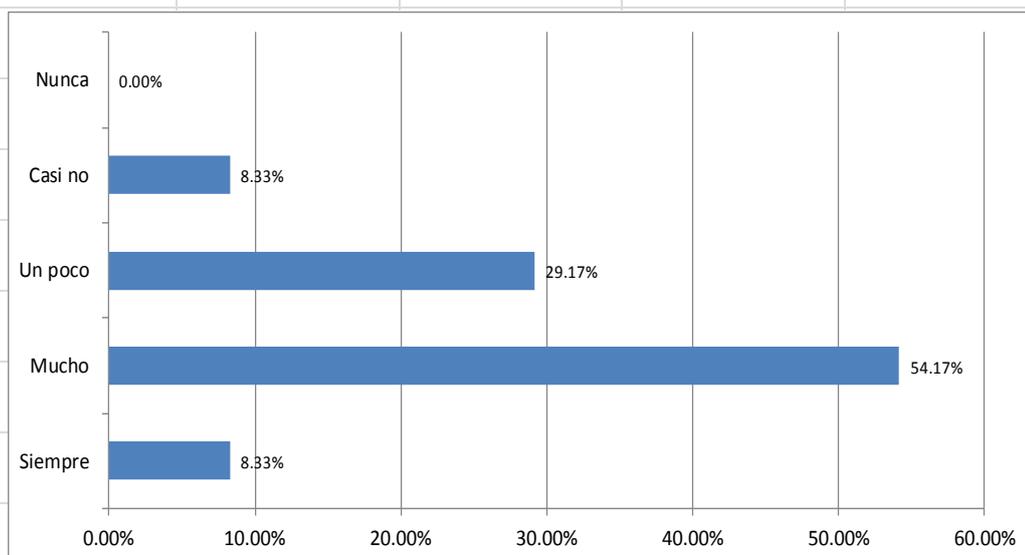


Segun el estudio realizado vemos que en la poblacion de x el 29.17 % de los habitantes dijeron Desempleo

RESULTADO DE LA ENCUESTA DE CAMPO

SUFRE DE INUNDACIONES EN CADA ESTACION INVERNAL?

SUFRE DE INUNDACIONES EN CADA ESTACION INVERNAL?		%
Siempre	2	8.33%
Mucho	13	54.17%
Un poco	7	29.17%
Casi no	2	8.33%
Nunca	0	0.00%
Total	24	100.00%

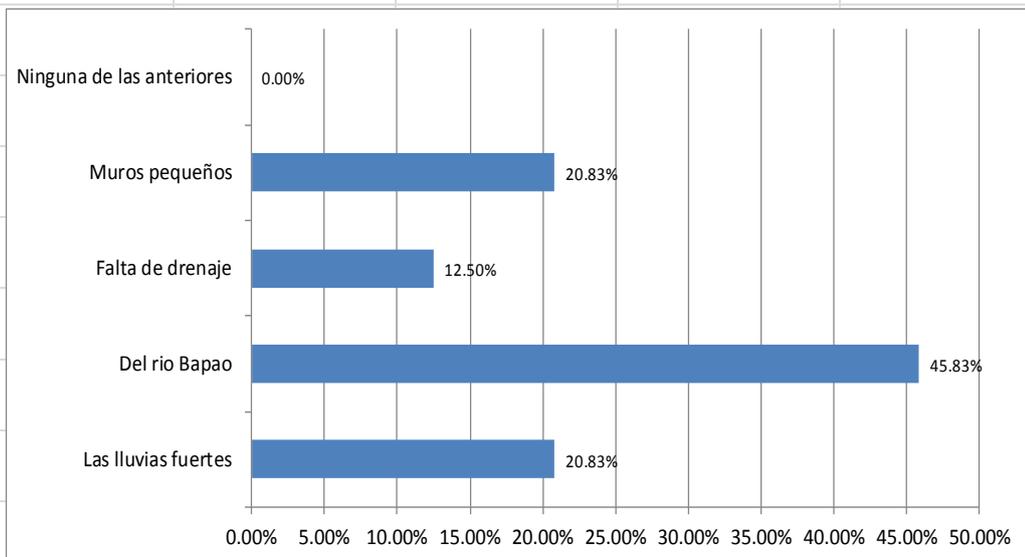


Segun el estudio realizado vemos que en la poblacion de x el 54.17 % de los habitantes dijeron Mucho

RESULTADO DE LA ENCUESTA DE CAMPO

PORQUE SE PRODUCEN LAS INUNDACIONES?

PORQUE SE PRODUCEN LAS INUNDACIONES?		%
Las lluvias fuertes	5	20.83%
Del rio Bapao	11	45.83%
Falta de drenaje	3	12.50%
Muros pequeños	5	20.83%
Ninguna de las anteriores	0	0.00%
Total	24	100.00%

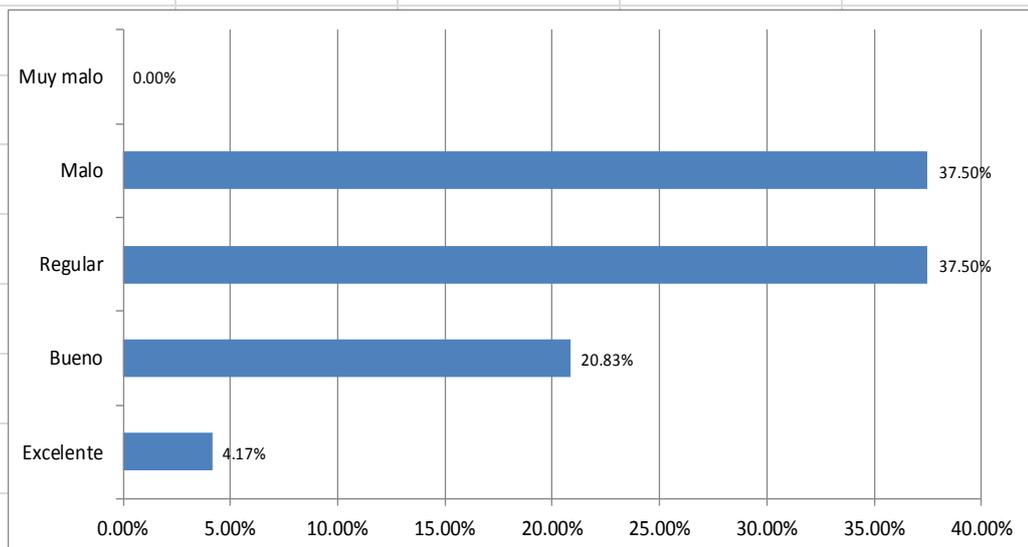


Segun el estudio realizado vemos que en la poblacion de x el 45.83 % de los habitantes dijeron Del rio Bapao

RESULTADO DE LA ENCUESTA DE CAMPO

COMO CALIFICA EL ACTADO ACTUAL DEL MURO DE CONTENION DEL RIO?

COMO CALIFICA EL ACTADO ACTUAL DEL MURO DE CONTENION DEL RIO?		%
Excelente	1	4.17%
Bueno	5	20.83%
Regular	9	37.50%
Malo	9	37.50%
Muy malo	0	0.00%
Total	24	100.00%

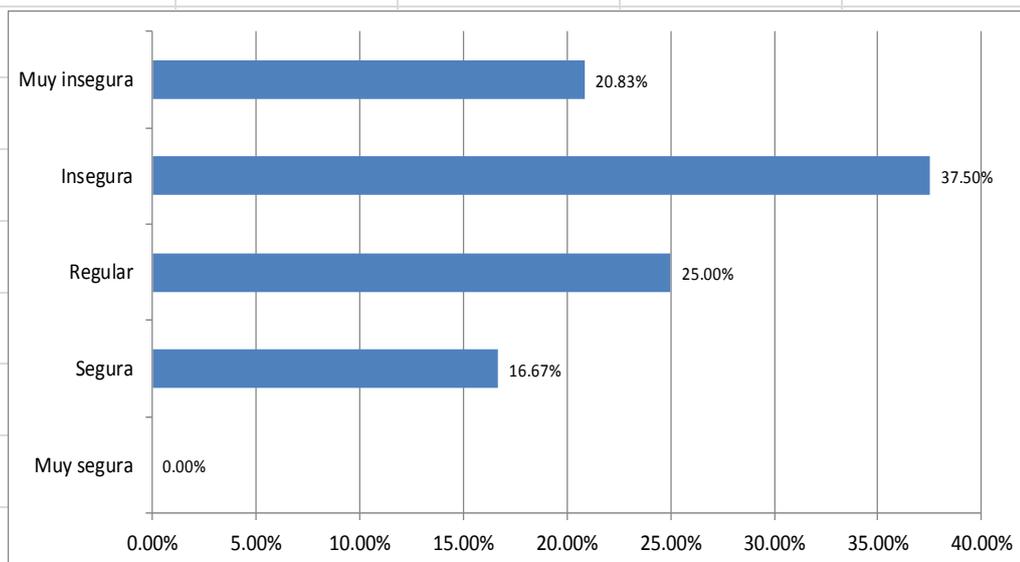


Segun el estudio realizado vemos que en la poblacion de x el 37.5 % de los habitantes dijeron regular y otro 37.5 % dijeron

RESULTADO DE LA ENCUESTA DE CAMPO

SE SIENTE SEGURO EL MURO ACTUAL?

SE SIENTE SEGURO EL MURO ACTUAL?		%
Muy segura	0	0.00%
Segura	4	16.67%
Regular	6	25.00%
Insegura	9	37.50%
Muy insegura	5	20.83%
Total	24	100.00%

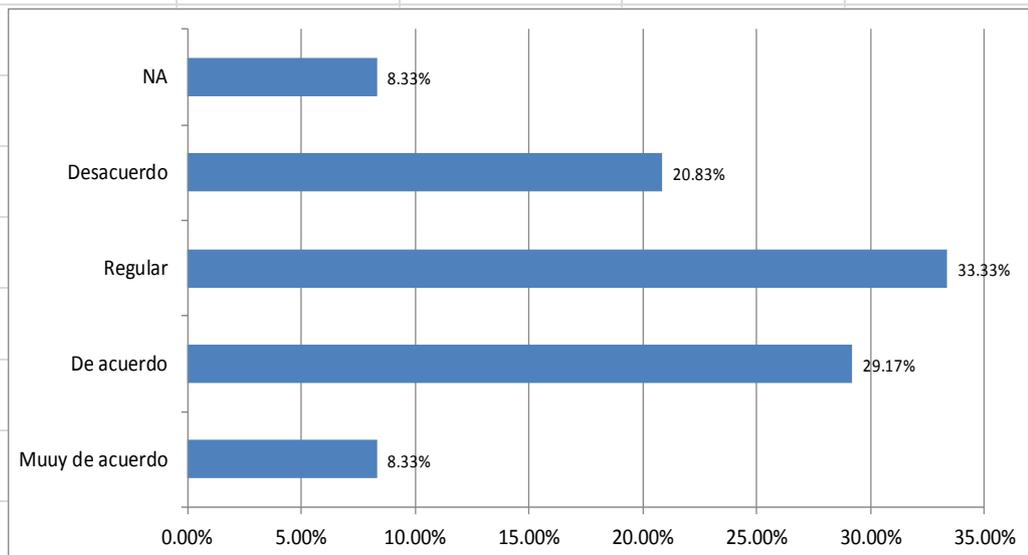


Segun el estudio realizado vemos que en la poblacion de x el 37.5 % de los habitantes dijeron Insegura

RESULTADO DE LA ENCUESTA DE CAMPO

CONSIDERA USTED LA NECESIDAD DE TENER UN MEJOR MURO DE PROTECCION?

CONSIDERA USTED LA NECESIDAD DE TENER UN MEJOR MURO DE PROTECCION?		%
Muuy de acuerdo	2	8.33%
De acuerdo	7	29.17%
Regular	8	33.33%
Desacuerdo	5	20.83%
NA	2	8.33%
Total	24	100.00%

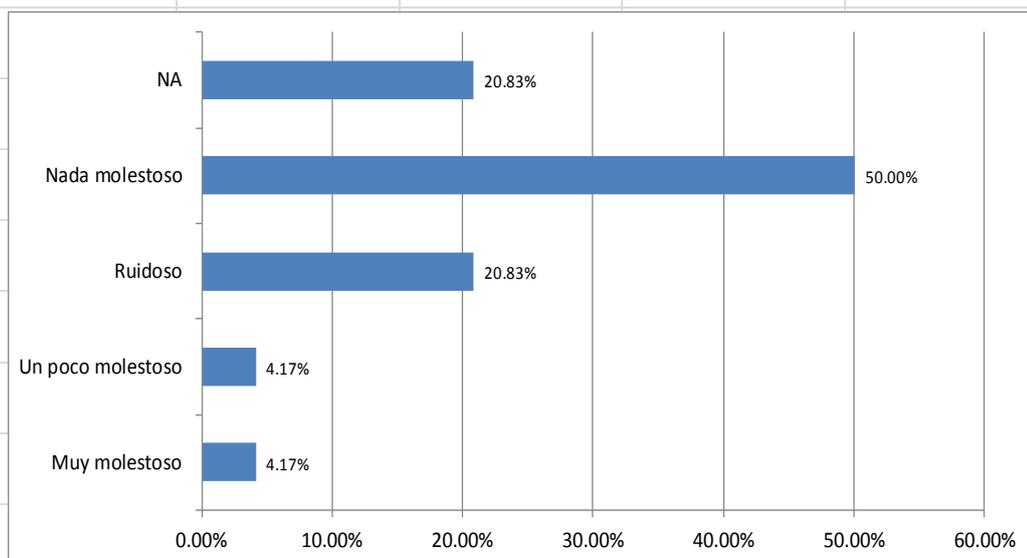


Segun el estudio realizado vemos que en la poblacion de x el 33.33 % de los habitantes dijeron regular

RESULTADO DE LA ENCUESTA DE CAMPO

QUE TAN MOLESTOSO LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE MUROS EN EL SECTOR?

QUE TAN MOLESTOSO LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE MUROS EN EL SECTOR?		%
Muy molesto	1	4.17%
Un poco molesto	1	4.17%
Ruidoso	5	20.83%
Nada molesto	12	50.00%
NA	5	20.83%
Total	24	100.00%



Segun el estudio realizado vemos que en la poblacion de x el 50.0 % de los habitantes dijeron Nada molesto

ANEXO 3

Comentario de un profesional

COMENTARIO DE UN PROFESIONAL

Yo, Ing. Civil María José Avecillas, una vez observado el presente tema de investigación **“Estudio de un Dique ubicado junto al margen derecho del río Bapao Cantón Daule”** tengo en bien decir que la obtención de los datos presentados para la elaboración de la propuesta siguen un camino criterioso (Métodos usados: Zonificación, Bloques Alternos de Ven te Chow, HEC-HMS 3.5 y H-Canales) y de común uso en el diseño de Obras Hidráulicas.

Ing. María José Avecillas

C.I.: 0918713660