

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**“DISEÑO HIDRAULICO Y ESTRUCTURAL DE DEFENSA RIBEREÑA DEL RIO
CHICAMA TRAMO PUENTE PUNTA MORENO – PAMPAS DE JAGUEY
APLICANDO EL PROGRAMA RIVER”**

TESIS

Para Optar el Título Profesional de

INGENIERO CIVIL

AREA DE INVESTIGACION: HIDRAULICA

AUTORES:

Br. LUTHER MARCELO KERIMBEY ALVARO AGUILAR

Br. LUIS ANSELMO HENRIQUEZ FASANANDO

ASESOR:

Ms. RICARDO ANDRES NARVAEZ ARANDA

TRUJILLO – PERU

2014

**“DISEÑO HIDRAULICO Y ESTRUCTURAL DE DEFENSA RIBEREÑA DEL
RIO CHICAMA, TRAMO PUNTA MORENO PAMPAS DE JAGUEY
APLICANDO EL PROGRAMA RIVER”**

Presentada por:

Br: ALVARO AGUILAR LUTHER MARCELO KERIMBEY

Br: HENRIQUEZ FASANANDO LUIS ANSELMO

Aprobado por el jurado:

PRESIDENTE:

Ing. Félix Perrigo Sarmiento _____

SECRETARIO:

Ing. Segundo Vargas López _____

VOCAL:

Ing. Juan M. Urteaga García _____

ASESOR:

Ms. Ricardo Narváez Aranda _____

DEDICATORIA

La presente Tesis de Investigación la dedico a mis queridos Padres:
Luther Alvaro Palomino
Soledad Aguilar de la Cruz
quienes fueron los que me inculcaron
humildad, sencillez, modestia y que mediante
su perseverancia y firmeza han hecho de mí
una persona con un objetivo fijo.

La presente Tesis la dedico a mis
Padres y Abuelita:
Jorge Henriquez Ledesma
Lady Fasanando Torres
Julia Ledesma Vela
Personas que me criaron con
responsabilidad, humildad y
sencillez y que mediante su
perseverancia han hecho de mí
una persona con claros objetivos.

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro agradecimiento a todos los Docentes de la carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, y en especial a mí Asesor de Tesis Ms. Ingeniero Ricardo Narváez Aranda, quien con mucha tolerancia en todo momento, estuvo predispuesto para el apoyo en el asesoramiento de nuestra tesis.

Así mismo debemos agradecer al Sub Gerente de Estudios Definitivos del Gobierno Regional La Libertad el Ingeniero Manuel Mantilla, por su apoyo valioso, consistente en la ayuda para realizar los trabajos de topografía, estudios de suelos.

PRESENTACION

SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO:

Dando cumplimiento al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego, es grato poner a vuestra consideración, el presente trabajo de aplicación titulado “DISEÑO HIDRAULICO Y ESTRUCTURAL DE DEFENSA RIBEREÑA DEL RIO CHICAMA, TRAMO PUNTA MORENO PAMPAS DE JAGUEY APLICANDO EL PROGRAMA RIVER”, con el propósito de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

RESUMEN

El desarrollo de la presente tesis surge con el objetivo de dar seguridad y protección a las áreas de cultivo emplazadas a lo largo de la margen izquierda del río Chicama, así como para proteger la carretera que discurre por la margen izquierda, frente a las cada vez más frecuentes avenidas del río.

La infraestructura vial, tiene un recorrido paralelo al cauce del Río Chicama, la misma que se encuentra expuesto ante los efectos erosivos, por el incremento del caudal del Río Chicama, debido a ello la infraestructura colapsaría trayendo como consecuencia la interrupción del tráfico vehicular, tanto de pasajeros como de carga con el consecuente aislamiento de la población por lo que ocasionaría cuantiosas pérdidas en la actividad económica, la propiedad y grandes riesgos de pérdidas de vidas humanas.

Por tal motivo se pretende dar una propuesta con el diseño de defensa ribereña del río Chicama en el tramo punta moreno, pampas de jagüey de acuerdo a los estudios básicos de ingeniería que se deben realizar y las metodologías existentes para estos diseños aplicando el programa RIVER en base a los conocimientos adquiridos en la universidad.

ABSTRACT

The development of this thesis created with the objective of providing security and protection to the crop areas located along the left bank of the river Chicama, and to protect the road that runs along the left bank, opposite the increasingly more frequent floods of the river.

The road infrastructure has a path parallel to Runway Chicama River, the same that is exposed to the erosive effects, by increasing the flow of Chicama River, because of this infrastructure collapse consequently resulting in the disruption of vehicular traffic, both passengers and cargo with the consequent isolation of the population which would cause significant losses in economic activity, ownership and risk of large losses of human lives.

Therefore it is intended to design a proposal riparian Chicama river defense in brown tip, pampas jagüey according to basic engineering studies to be performed and the existing methodologies for applying these designs stretch the RIVER program based on the knowledge gained in the university.

ÍNDICE

1. CAPÍTULO I: INTRODUCCION DEL PROYECTO.	1
1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.	2
1.2. MOTIVOS QUE GENERARON LA PROPUESTA DEL PROYECTO	3
1.3. CARACTERÍSTICA DE LA SITUACIÓN NEGATIVA QUE SE INTENTA MODIFICAR.	5
1.4. FORMULACION DEL PROBLEMA.	6
1.5. OBJETIVOS	6
1.5.1. OBJETIVO GENERAL	6
1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
1.6. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION	7
1.6.1. JUSTIFICACION ACADEMICA	7
1.6.2. JUSTIFICACION SOCIAL	7
1.6.3. JUSTIFICACION TECNICA.	7
2. CAPÍTULO II: MATERIALES Y METODOS.	8
2.1. UBICACION POLITICA.	9
2.2. UBICACION GEOGRAFICA.	9
2.3. LIMITES.	10
2.4. VIAS DE ACCESO Y COMUNICACION	11
2.5. CARACTERISTICAS CLIMATOLOGICAS	12
2.5.1. PRECIPITACION PLUVIAL.	12
2.5.2. TEMPERATURA.	12
2.5.3. HUMEDAD RELATIVA.	14
2.5.4. EVAPORACION.	15
2.5.5. HORAS DE SOL.	17
2.5.6. PRESION ATMOSFERICA.	18
2.5.7. NUBOSIDAD.	18
2.6.2. VIENTOS.	19
2.6. BENEFICIARIOS.	20
2.7. FUNDAMENTACION TEORICA	20
2.7.1. RIO.	20
2.7.2. CUENCAS HIDROGRAFICAS.	21
2.7.2.1. ELEMENTOS DE LA CUENCA.	21
2.7.2.2. PARTES DE UNA CUENCA HIDROGRAFICA.	22
2.7.2.3. TIPOS DE CUENCAS HIDROGRAFICAS.	23
2.7.3. INUNDACION.	23
2.7.3.1. CAUSAS DE LAS INUNDACIONES	23
2.7.3.1.1. CASUAS NATURALES	24

2.7.3.1.2. CAUSAS NO NATURALES.....	24
2.7.3.1.3. CAUSAS MIXTAS.....	25
2.7.3.2. TIPOS DE INUNDACIONES.....	25
2.7.3.2.1. POR EL TIEMPO DE DURACION.....	25
2.7.3.2.2. SEGÚN EL ORIGEN QUE GENERE.....	26
2.7.3.2.3. PROTECCION CONTRA INUNDACIONES.....	27
2.7.4. DEFENSAS RIBEREÑAS.....	29
2.7.4.1. CLASIFICACION DE LOS TIPOS DE DEFENSA.....	33
2.7.4.1.1. OBRAS DE TIPO FLEXIBLE.....	33
2.7.4.1.1.1. MUROS DE GAVIONES.....	33
2.7.4.1.1.1.1. TIPOS DEGAVIONES.....	36
2.7.4.1.1.1.2. DATOS PARA LA ESTABILIDAD DE UN MURO DE GAVION... 38	
2.7.4.1.2. OBRAS DE TIPO RIGIDO.....	40
2.7.4.1.2.1. PANTALLA DE CONCRETO ARMADO.....	40
2.7.4.1.2.1.1. PROPIEDADES DE LAS PANTALLAS DE CONCRETO.....	40
2.7.4.1.2.1.2. TIPOS DE PANTALLAS.....	41
2.7.4.1.2.1.3. ELEMENTOS DE SOPORTE DE PANTALLAS.....	45
2.7.4.1.2.2. DIQUE.....	47
2.7.4.1.2.2.1. DIQUES ARTIFICIALES.....	47
2.7.4.1.2.2.2. DIQUES NATURALES.....	49
2.7.4.1.2.2.3. MUROS DE CONCRETO ARMADO.....	49
2.7.4.1.2.2.4. MUROS DE MAMPOSTERIA.....	50
2.7.4.1.2.2.4.1. TIPOS DE MUROS DE MAMPOSTERIA.....	50
2.7.4.1.2.2.4.2. PROCESO DE APLICACIÓN DE MAMPOSTERIA.....	52
2.7.4.2. DISTANCIA QUE SE DEBEN COLOCAR LAS PROTECCIONES.....	53
2.7.4.3. MATERIALES A UTILIZAR PARA LAS DEFENSAS.....	55
2.8. PROGRAMA RIVER	65
2.8.1. CAUDAL DE DISEÑO.....	65
2.8.2. DEFENSAS ENROCADAS.....	65
2.8.3. HIDRAULICA.....	65
3. CAPÍTULO III: ESTUDIOS BASICOS DE INGENIERIA.....	66
3.1. ESTUDIO DE TOPOGRAFIA.....	67
3.1.1. METODOLOGIA DE TRABAJO.....	67
3.1.2. RECONOCIMIENTO Y PROCEDIMIENTOS DE ESTUDIO	67
3.1.3. METODOLOGIA Y EQUIPOS UTILIZADOS EN CAMPO	68
3.1.4. EQUIPO TECNICO Y PERSONAL EMPLADO	69
3.1.5. EQUIPOS UTILIZADOS	69
3.1.6. TRAZO DE EJE Y LEVANTAMIENTO DE CAMPO.....	70
3.1.7. METODOLOGIA Y EQUIPOS UTILIZADOS EN GABINETE.....	71
3.1.8. TRABAJOS TOPOGRAFICOS REALIZADOS	72
3.1.9. APOYO PLANO - ALTIMETRICO.....	76
3.1.10. GENERACION DE PLANOS.....	76
3.1.11. CONSIDERACION DE DISEÑO.....	76
3.1.12. TRAZO EN PLANTA.....	76
3.1.13. TRAZO EN ELEVACION.....	77
3.2. ESTUDIO DE SUELOS.....	77
3.2.1. INVESTIGACIONES DE CAMPO.....	77
3.2.2. EXPLORACIONES REALIZADAS.....	77
3.2.3. NIVEL FREATICO.....	81
3.2.4. INVESTIGACIONES DE LABORATORIO	81
3.2.5. ENSAYOS ESTANDARES DE LABORATORIO	81

3.2.6.	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS	82
3.2.7.	CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO	84
3.2.8.	CAPACIDAD DE CARGA FINAL	88
3.3.	ESTUDIO DE CANTERAS.....	89
3.3.1.	CANTERAS CUERPO DE GAVIONES.....	89
3.3.1.1.	ESTUDIO DE CANTERAS PARA GAVIONES.....	89
3.3.1.2.	UBICACION.....	89
3.2.1.3.	DESCRIPCION Y CANTIDAD DISPONIBLE DEL MATERIAL	90
3.2.1.4.	ACCESOS	90
3.2.1.5.	DISPONIBILIDAD	91
3.2.1.6.	MUESTREO DE CAMPO	91
3.2.1.7.	RESULTADOS DE LOS ENSAOS REALIZADOS	92
3.3.2.	CANTERAS CUERPO DE DIQUE.....	93
3.3.2.1.	ESTUDIO DE CANTERAS PARA DIQUE.....	93
3.3.2.2.	CANTERA PROPUESTA	94
3.2.2.3.	DESCRIPCION Y CANTIDAD DISPONIBLE DEL MATERIAL	94
3.2.2.4.	UBICACION.....	95
3.2.2.5.	ACCESO	95
3.2.2.6.	DISPONIBILIDAD.....	96
3.3.3.	CANTERAS ROCA PARA ENROCADO	96
3.3.3.1.	CANTERA QUEBRADA "EL LIMO"	96
3.3.3.2.	DESCRIPCION Y CANTIDAD DISPONIBLE DEL MATERIAL	97
3.3.3.3.	UBICACION.....	97
3.3.3.4.	ACCESO	98
3.3.3.5.	DISPONIBILIDAD.....	98
3.3.3.6.	MUESTRA DE CAMPO.....	99
3.3.3.7.	ESTUDIOS DE LABORATORIO REALIZADOS.....	100
3.3.3.8.	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS.....	100
3.4.	ESTUDIO HIDROLOGICO.	101
3.4.1.	UBICACIÓN GEOGRAFICA	101
3.4.2.	UBICACIÓN HIDROGRAFICA.....	102
3.4.3.	UBICACIÓN POLITICA	102
3.4.4.	UBICACIÓN ADMINISTRATIVA.....	102
3.4.5.	DIVISION HIDROGRAFICA Y SUPERFICIE.....	103
3.4.6.	REGISTROS HIDROMETRICOS	106
3.5.	ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL.....	108
3.5.1.	IDENTIFICACION Y DESCRIPCION DE LOS IMPACTOS.....	108
3.5.2.	FACTORES AMBIENTALES.....	108
3.5.3.	IMPACTOS SOBRE EL SUELO Y LECHO DEL RIO	110
3.5.4.	IMPACTOS EN EL AGUA	112
3.5.5.	IMPACTOS EN EL AIRE	113
3.5.6.	IMPACTOS EN LOS FACTORES BIOLOGICOS.....	114
3.5.7.	IMPACTOS EN FACTORES SOCIOECONOMICOS Y CULTURALES	115
3.5.8.	IMPACTOS EN FACTORES ECOLOGICOS EN LA POBLACION ..	117
3.5.9.	EVALUACION GENERAL DE LOS IMPACTOS	118
4.	CAPÍTULO IV: RESULTADOS.	120
4.1.	CALCULOS HIDRAULICOS APLICANDO EL PROGRAMA.....	121
4.2.	DATOS A UTILIZAR	122

4.3. CALCULO DE CAUDAL DE DISEÑO.....	123
4.3.1. EL PROGRAMA SOLICITA INGRESAR LOS DATOS	123
4.4. CALCULO DE DEFENSAS ENROCADAS.....	128
4.4.1. DIMENSIONAMIENTO DEL DIQUE LATERAL.....	128
4.4.2. DIMENSIONAMIENTO DE ENROCADO.....	133
4.5. DISEÑO FINAL DE DEFENSA RIBEREÑA.	135
5. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	136
5.1. TOPOGRAFICOS.....	137
5.2. SUELOS Y CANTERAS.	137
5.1. HIDROLOGICAS.....	138
5.4. AMBIENTALES.....	138
9. CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	139
10. CAPÍTULO VII: ANEXOS.....	141
5.1. PANEL FOTOGRAFICO.....	142

ÍNDICE DE IMÁGENES

FIGURA 2-1. UBICACIÓN A NIVEL NACIONAL.....	10
FIGURA 2-2. UBICACIÓN A NIVEL DEPARTAMENTAL.....	10
FIGURA 2-3. UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	11
FIGURA 2-4. UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	11
FIGURA 2-5. ABERTURA HEXAGONAL DEL ALAMBRE	34
FIGURA 2-6. GAVION TIPO CAJON.....	36
FIGURA 2-7. GAVION TIPO COLCHON.....	37
FIGURA 2-8. GAVION TIPO SACO.....	38
FIGURA 2-9. MUROS DE PANTALLA.....	40
FIGURA 2-10. PERFIL TIPO U.....	42
FIGURA 2-11. SECCION TRANSVERSAL Y FRONTAL DE UNA PANTALLA.....	46
FIGURA 2-12. CANTOS RODADOS	56
FIGURA 2-13. MALLA TRIPLE TORSION GALVANIZADA.....	61
FIGURA 2-14. ALAMBRES	61
FIGURA 2-15. LADRILLOS.....	62
FIGURA 2-16. BLOQUE DE CEMENTO PREFABRICADO	63
FIGURA 2-17. PIEDRAS USADAS PARA MUROS DE MAMPOSTERIA	64
FIGURA 2-18. PANTALLA PRINCIPAL DE PROGRAMA RIVER.....	65
FIGURA 3-1. DIAGRAMA DE CARGA DE DIQUE.....	86
FIGURA 3-2. VISTA DE CANTERA (CENTRO) PARA LAS CAJAS DE GAVION	91
FIGURA 3-3. LECHO DE RIO	96
FIGURA 3-4. CANTERA PARA ENROCADO DE PROTECCION	99
FIGURA 3-5. QUEBRADA EL LIMO	99
FIGURA 3-6. DIQUE EXISTENTE DE MATERIAL HOMOGENEO	101
FIGURA 3-7. PERFIL DE CAUCE DEL RIO CHICAMA	105
FIGURA 3-8. CUENCA DEL RIO CHICAMA.....	105
FIGURA 3-9. FOTO DE ESTACION SALINAR	106
FIGURA 3-10. FOTO DE ESTACION EL TAMBO.....	106

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO II-1. DESCRIPCION RECORRIDO HACIA AREA DE PROYECTO.....	12
CUADRO II-2. VALOR DE LOS FACTORES DE SEGURIDAD FS.....	59
CUADRO II-3. LIMITES DE GRACUACION DE LAS ROCAS.....	60
CUADRO III-1. CUADRO DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL (BMS).	72
CUADRO III-2. DESCRIPCION DE CALICATAS	78
CUADRO III-3. DESCRIPCION DE RESULTADOS DE ESTUDIOS DE SUELO.....	83
CUADRO III-4. INFLUENCIA DE ANGULO Y GRANULOMETRIA.....	87
CUADRO III-5. PORCETAJES RESPECTO A SUS DIAMETROS	93
CUADRO III-6. CARACTERISTICAS FISIOGRAFICAS DE LA CUENCA	104
CUADRO III-7. REGISTRO DE DESCARGA MAXIMA DIARIA DEL RIO CHICAMA....	107
CUADRO III-8. MATRIZ DE LEOPOLD IDENTIFICACION DE IMPACTOS	119



CAPITULO I:

INTRODUCCION DEL PROYECTO



1.1.- ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Como todos los ríos de la costa peruana, el Río Chicama transporta una gran cantidad de sedimentos, tanto por suspensión como por arrastre, presentando erosiones activas con grandes áreas de inundación. Las evaluaciones del peligro de inundaciones, basadas en mediciones directas, han determinado una superficie afectada perteneciente a la Comisión de Regantes Sausal específicamente a las áreas irrigadas por los canales de derivación Huabalito y Pampas de Jaguey que son las afectadas directamente por la erosión e inundación del río Chicama en este sector.

En el norte del país, se nota una estrecha relación entre el Fenómeno El Niño (Los más intensos y catalogados como catastróficos se registraron en 1925, 1982-83 y 1997-98), las precipitaciones extremas y las inundaciones, sin embargo no siempre pueden ser atribuidas a este Fenómeno, sino a procesos naturales meteorológicos o acciones antrópicas.

En el cauce del río Chicama, las inundaciones catastróficas son ocasionadas por el desbordamiento de una avenida ordinaria o extraordinaria con gran capacidad para erosionar o sedimentar.

En el valle Chicama se presentan estos desbordes de su cauce en los meses de lluvias, lo cual afecta a los pobladores y a los agricultores.

El control de inundaciones en el valle del río ha sido manejado en el pasado mediante acciones de limpieza de cauce limitadas críticas, y el empleo de muros de defensa ubicados en algunos sectores en forma aislada.

Las áreas de cultivo y la carretera sufren el discurrir por la margen izquierda del río frente a las cada vez más frecuentes avenidas del río, que ocasiona cuantiosas pérdidas en la actividad económica, la propiedad y grandes riesgos de pérdidas de vidas humanas.



Esto genera que se planteen construcciones que ayuden a encauzar los ríos cuando se presenten grandes avenidas, ya sea por derretimiento de los glaciares o por precipitaciones, o que sirvan de protección a las áreas aledañas o en las riberas de los ríos.

1.2.- MOTIVOS QUE GENERARON LA PROPUESTA DEL PROYECTO

- Excesiva acumulación natural de sedimento del cauce del río Chicama (Colmatación), lo cual es constante y se incrementa ante la ocurrencia de eventos extremos.
- Tala indiscriminada de forestal de la zona ribereña.
- Invasión de la zona marginal, para utilización como áreas agrícolas.
- Escaso o nulo mantenimiento de cauces y el incumplimiento de la normativa, teniendo como consecuencia la reducción de las dimensiones naturales del cauce.
- Falta de protección de las cuencas medias y bajas, observándose escasas acciones de reforestación y cobertura vegetal.
- Eventos extremos.

La provincia de Gran Chimú conforman 4 distritos: Cascas, Marmot, Lucma y Sayapullo siendo estos los beneficiarios de la ejecución del proyecto, estos distritos son netamente agricultores predominando los siguientes cultivos; vid, maíz amarillo duro, arroz, trigo y otros de pan de llevar como cultivos de rotación; y como actividad complementaria esta la pecuaria predominando en esta especies: bovino, ovino, caprino, porcino y aves principalmente.

La producción agropecuaria del área de influencia del proyecto en su mayor parte se transporta para su comercialización en la costa norte (Trujillo y Chiclayo) o directamente a Lima, donde la demanda y precios son mayores.

Ante la ocurrencia de fenómenos naturales como el fenómeno de El Niño que se presenta cada cierto tiempo, habiéndose producido durante los



años 1983, 1984, 1998, e inclusive el 2000 y 2001, este eventos se caracteriza por precipitaciones pluviales altas tanto en costa como en sierra, que como consecuencia generan crecida de rio Chicama, pérdidas de cultivos, obstrucción y destrucción de las vías de comunicación, aislamiento total, problemas en el abastecimiento de productos y en su comercialización, erosión del suelo produciendo la destrucción de la carretera de acceso. El ingreso familiar promedio PER CAPITA mensual por familia en la Provincia de Gran Chimú es de S/. 205.70 nuevo soles. El índice de desarrollo humano nos permite ver los logros en Gran Chimú, bajo la perspectiva de la esperanza de vida al nacer, los índices de alfabetización y el PBI per cápita, indicadores que en su conjunto nos indican que Gran Chimú sería una provincia de desarrollo humano medio (0.5 menor e igual IDH mayor 0.80), con lo que ocupa el lugar 63 a nivel nacional entre las provincias.

La fuente de ingreso de la población provienen de la actividad agropecuaria con 37.84%, los habitantes sin parcelas de cultivos son el algunos casos peones, artesanos, vendedores con 33.83%, y dedicados a la minería (obreros y operadores) en un 7.75% y un 20.58% en otras ocupaciones.

Así mismo, dentro del área de influencia del proyecto, se ubica la infraestructura de riego que beneficia a los usuarios de la Comisión de Regantes Sausal, la cual consta de bocatomas rústicas denominadas, “Pampas de Jaguey” y “Huabalito”, por donde se realiza el abastecimiento de agua para las áreas agrícolas que se ubican dentro del área de influencia del proyecto, Las evaluaciones del peligro de inundaciones, basadas en mediciones directas, han determinado una superficie afectada perteneciente a la Comisión de Regantes Sausal específicamente a las áreas irrigadas por los canales de derivación Huabalito y Pampas de Jaguey que son las afectadas directamente por la erosión e inundación del rio Chicama en este sector.



La explotación de los cultivos en la áreas bajo secano es rústico tradicional, se acostumbra a realizar una campaña por año y las prácticas son de tecnología baja, las labores de preparación de la tierra utilizan la yunta con arados de madera y las otras labores lo realizan a mano, no hacen uso de semillas mejoradas, el uso de fertilizantes es mínimo, desconocen el control fitosanitario; aplican pequeñas dosis de guano de corral al momento de la siembra.

Esta situación ha hecho que la población de Gran Chimú en general, vivan en situación de pobreza y con una baja calidad de vida, como lo demuestran IDH del PNUD en los Distritos de la Provincia Gran Chimú. El IDH se sitúa entre los valores de 0-1, indicando este último valor el máximo desarrollo humano al que se puede aspirar. El IDH en la Provincia del Gran Chimú es de 0.5814, lo que indica que las instituciones intervinientes en la provincia, deben de trabajar para aumentar este índice, y los beneficios adicionales que esto aplicaría para que se logre el bienestar y un nivel decente de vida en los pobladores de la Provincia de Gran Chimú, ver cuadro adjunto.

La circulación terrestre hacia la provincia de Gran Chimú no ha logrado alcanzar un adecuado nivel de desarrollo, que nos permita realizar un tráfico a gran escala, económico y seguro.

Esta situación se comprueba al verificar las características de la carretera de penetración a la sierra compuesta por una vía afirmada, la cual se encuentra expuesta a continuos daños por las crecidas del Rio Chicama.

1.3.- CARACTERÍSTICA DE LA SITUACIÓN NEGATIVA QUE SE INTENTA MODIFICAR.

A partir del fenómeno El Niño del año 1997-1998, los terrenos de cultivos y la carretera carrozable, del tramo comprendido entre el tramo puente Punta Moreno Pampas de Jaguey, viene sufriendo continuamente daños



por socavación e inundación provocadas por las corrientes del Rio Chicama, que originan grandes pérdidas económicamente a los agricultores de la zona, con pérdidas de terrenos agrícolas y erosión de la infraestructura de riego y vial existente con la consiguiente interrupción del tráfico de carga y pasajeros.

La fuente de ingreso de la población proviene de la actividad agropecuaria con 37.84%, los habitantes sin parcelas de cultivos son en algunos casos peones, artesanos, vendedores con 33.83%, y dedicados a la minería (obreros y operadores) en un 7.75% y un 20.58% en otras ocupaciones.

La explotación de los cultivos en las áreas bajo secano es rústica tradicional, se acostumbra a realizar una campaña por año y las prácticas son de tecnología baja, las labores de preparación de la tierra utilizan la yunta con arados de madera y las otras labores lo realizan a mano, no hacen uso de semillas mejoradas, el uso de fertilizantes es mínimo, desconocen el control fitosanitario; aplican pequeñas dosis de guano de corral al momento de la siembra.

1.4.- FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son los criterios a nivel de ingeniería para desarrollar la simulación hidráulica y estructural de defensa ribereña del río Chicama, tramo Puente Punta Moreno – Pampas de Jaguey aplicando el Programa River?

1.5 OBJETIVOS

1.5.1.- GENERAL

Realizar el proyecto Diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña del río Chicama, tramo Puente Punta Moreno – Pampas de Jaguey aplicando el programa River.



1.5.2.- ESPECÍFICOS

- Realizar los estudios de Topografía y Mecánica de Suelos en el lugar de estudio.
- Hacer un Estudio Hidrológico del Rio Chicama.
- Identificar los procesos de Diseño de Defensa Ribereña con Revestimiento de Enrocado.
- Detallar los elementos de análisis y dimensionamiento aplicando el Programa RIVER.
- Realizar los estudios de ingeniería del proyecto, con el fin de dar un correcto planteamiento hidráulico de defensa ribereña para que el río Chicama no continúe erosionando y desbordando la margen izquierda en dicho sector, diseñando de esta forma las estructuras definitivas para el encauzamiento.

1.6 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1.- JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA

- Se justifica académicamente por la aplicación de métodos hidrológicos e hidráulicos para el diseño de estructuras de defensa ribereña considerando las características de la hidráulica fluvial del rio Chicama, para poder aplicar el Programa River.

1.6.2.- JUSTIFICACIÓN SOCIAL

- Apoyo para proyecto de Defensa Ribereña en el Río Chicama.
- Cuidado y protección de las construcciones cerca del Río, así como de las zonas agrícolas aledañas.

1.6.3.- JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

- Usar el programa River para obtener el cálculo óptimo del diseño hidráulico y estructural.



CAPITULO II: MATERIALES Y METODOS



2.1.- UBICACIÓN POLÍTICA

La zona del proyecto se localiza sobre el margen izquierdo del río Chicama, en el tramo Puente Punta Moreno – Pampas de Jaguey (Margen Izquierda), se encuentra políticamente dentro del Distrito de Chicama y Provincia de Ascope; con una superficie de 895.45 km².

Región : La Libertad.

Provincia : Ascope.

Distrito : Chicama.

Río : Chicama.

2.2.- UBICACIÓN GEOGRAFICA

La ubicación geográfica del tramo sobre el río Chicama de acuerdo a la información cartográfica a escala 1:100,000 del IGN que se presenta, está en tramos sensiblemente rectos, partiendo del puente Moreno, KM 0+200 de la poligonal en el eje del río, hasta el KM 11+200, aguas abajo, estas progresiva corresponden a la poligonal abierta utilizada para el modelamiento hidráulico del río, rumbo a la localidad de Sausal. Esta ubicación corresponde al sistema de coordenadas UTM y son las siguientes:

Norte : 9`157,042.82

Este : 67,198.91.

Altitud : 1274 m.s.n.m.

Latitud sur : 7° 22' 48" y 7° 47' 45"

Longitud Oeste : 78 °20' 15" y 78° 57' 27"

2.3.- LIMITES

Por Norte : Con la Región Cajamarca, la Provincia de Gran Chimú y los Distritos de Ascope y Casa Grande.

Por Oeste : Con Distritos de Chocope, Magdalena de Cao y Santiago de Cao.

Por Sur : Con la Provincia de Trujillo.

Por Este : Con la Provincia de Otuzco.



Figura 2-1. Ubicación a Nivel Nacional

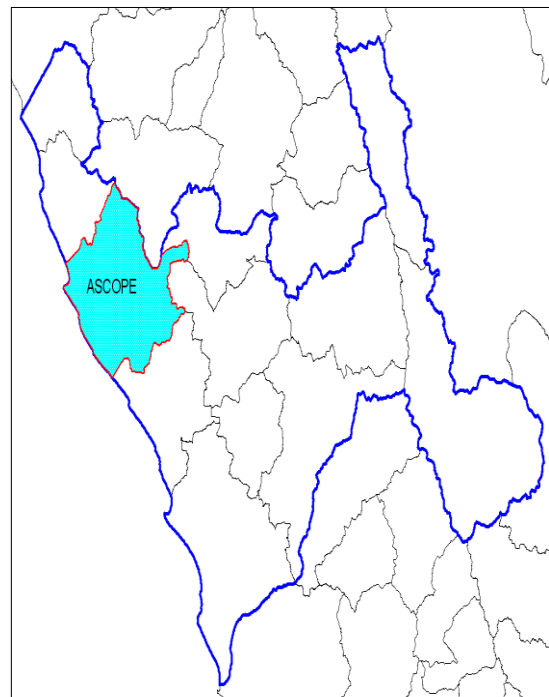


Figura 2-2. Ubicación a Nivel Departamental



Figura 2-3. Ubicación en la Provincia de Ascope

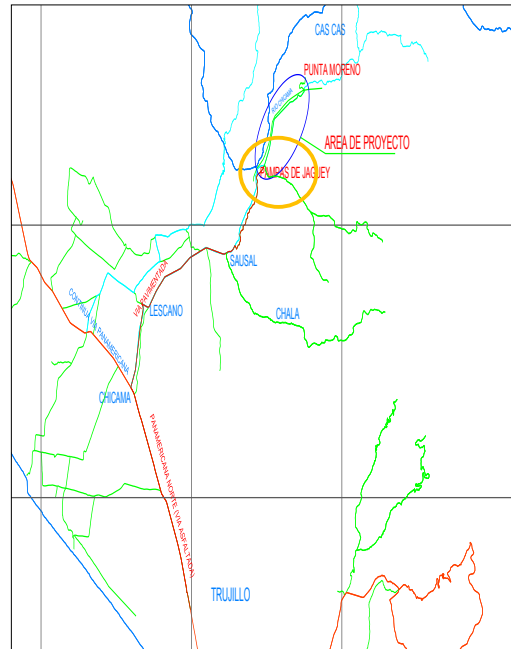


Figura 2-4. Ubicación del Proyecto

2.4.- VÍAS DE ACCESO Y COMUNICACIÓN

Las vías más utilizadas son las que unen con la ciudad de Trujillo a través de la vía Panamericana Norte llegando al distrito de Chicama, ingresando luego por una vía asfaltada hasta la zona de Sausal para luego realizar la travesía por una vía afirmada en reglas estado de conservación que hace su paso por las zonas que comprenden el proyecto como son Huabalito, Pampas de Jaguey y finalmente Punta Moreno que viene a ser el punto de partida del presente estudio.

Cabe señalar que todo el proyecto viene enmarcado en la margen izquierda del río Chicama comprendida entre los tramos de Punta Moreno, pasando por las localidades de Guabalito hasta llegar a la localidad de Pampa de Jaguey en la parte baja del río en mención. Ver Cuadro II-1.



Cuadro II-1. Descripción recorrido hacia área del Proyecto

TRAMO	DISTANCIA (Km)	TIPO Y ESTADO DE LA VIA	TIEMPO DE RECORRIDO (HORAS)
Trujillo - Desvío Chicama	25.0	Asfaltado en buen estado	0.50
Desvío Chicama - Sausal	25.0	Asfaltado en buen estado	0.50
Sausal - Punta moreno	20.0	Afirmado en buen estado	0.75
TOTAL	70.0		1.75

Fuente: Elaboración propia, basados en información de internet

2.5.- CARACTERISTICAS CLIMATOLOGICAS

2.5.1- PRECIPITACIÓN PLUVIAL

La cuenca del río Chicama, de acuerdo a la información estadística disponible y complementada con las observaciones ecológicas de campo, presenta una distribución pluvial que varía de un promedio de 5.5 mm. A nivel del litoral a 1,100 mm, en el sector de Sierra por encima de los 2,800 m.s.n.m. Se ha observado asimismo que en general la intensidad de la precipitación pluvial va en aumento en relación directa con el nivel altitudinal.

Sin embargo, es conveniente hacer resaltar que en las áreas donde se encuentran ubicadas las estaciones meteorológicas de Salagual (2,600 m.s.n.m.), Hacienda La Rosa (2,750 m.s.n.m.) y Capachique (2,800 m.s.n.m.), se cuenta con precipitaciones del orden de los 1,130 mm., 1,016 mm. y 1,235 mm, Respectivamente. Quizás inflencie en este hecho, la alta densidad de vegetación que presenta el área, además de su ubicación frente a las depresiones topográficas del frente Norte de la divisoria de la cuenca.

2.5.2- TEMPERATURA

La temperatura es el elemento más ligado en sus variaciones al factor altitudinal. En la presente cuenca, ha podido apreciarse que



varía en general desde el tipo semicálido (20.8°C), en el sector del valle agrícola de Costa, al tipo frío (6°C aproximadamente), en el sector andino por encima de los 4,000 m.s.n.m., quedando comprendidos entre estos dos extremos otros tipos de variaciones térmicas que Caracterizan a cada uno de los diversos pisos altitudinales de la cuenca:

De la red meteorológica existente, sólo 4 estaciones cuentan con datos de temperatura estadísticamente confiables; de estas, 3 están en el sector del valle de Costa (Puerto Chicama, Cartavío y Casa Grande) y la restante (Cascas) está ubicada en el sector del área agrícola de quebrada, a una altura de 1,300 m.s.n.m.

Puerto Chicama y Casa Grande, presentando una etapa con temperaturas elevadas en los meses de verano, cuyo valor más alto ocurre en el mes de febrero (24.6°C), y otra con temperaturas menores en invierno, cuyo valor más bajo se registra en el mes de Agosto (17.8°C); a su vez, el promedio anual de estas tres estaciones alrededor de 20.8°C entre 20.3°C (Cartavio) y 21.4°C (Puerto Chicama). En Cuanto a Cascas, se observa un promedio anual del orden de 20.5°C , con una oscilación mensual muy estrecha, siendo su máxima promedio de 21.3°C , que corresponde a los meses de Febrero y Marzo, y su mínima, de 19.6°C . que corresponde al mes de Junio. Esta escasa oscilación (1.7°C , en promedio) es indicativa de una alta estabilidad de las temperaturas en esta localidad.

En lo que respecta a los valores mensuales máximos y mínimos extremos, el amplio campo de oscilación observado, especialmente en Puerto Chicama y Casa Grande (alrededor de 24°C y 22°C , respectivamente), se debe a la ocurrencia de días de fuerte insolación aún en invierno, siendo esto motivado principalmente por la posición latitudinal, (próxima al Ecuador) de estas localidades.



El sector andino de la cuenca, comprendido entre el área descrita y los 4,200 m.s.n.m., no cuenta con información térmica, por lo que estadísticamente no se puede dar ningún valor. Sin embargo, a través de las observaciones ecológicas de campo, se ha estimado que los promedios de temperatura en este sector oscilan entre 18°C y 15°C, en el nivel altitudinal comprendido entre 1300 y 2000 m.s.n.m; entre 15°C y entre 12°C en el comprendido entre 2,000 m.s.n.m y 2,800 m.s.n.m y entre 12°C y 10°C en el sector limitado por la cotas de los 2,800 m.s.n.m.

Mayores alturas (sector de puna), se estima que la temperatura promedio debe estar alrededor de 10°C a 2°C, con un promedio de 6°C, el cual estaría motivado principalmente por la latitud baja de la cuenca.

Sobre la base de esta información térmica, se puede estimar que la actividad agrícola no confronta mayormente problemas de heladas. Por lo menos, en el área andina comprendida entre los 2,500 m.s.n.m y los 3,200m.s.n.m, este tipo de fenómeno meteorológico no ha sido detectado en frecuencia ni en intensidad nociva.

2.5.3- HUMEDAD RELATIVA

Este elemento meteorológico ha sido registrado por tres estaciones: dos en el sector de valle agrícola de costa (Cartavio y Casa Grande), y una en el sector de ceja de Costa (Cascas. Los promedios anuales de humedad relativa, calculados para cada una de estas estaciones son de 81 % para Cartavio, 78 % para Casa Grande y 73% para Cascas).

En Cartavio y Casa Grande, la oscilación del promedio mensual es apenas del orden del 2 y 3% respectivamente lo cual es excesivamente bajo, mientras que en Cascas, el valor de la oscilación se ha incrementado a 8 % pero sin que por este motivo



pueda decirse que la variación es fuerte. Existe tendencia a ser ligeramente mayor la humedad relativa en los meses de Junio, Julio y Agosto (estación de invierno), dentro de las estaciones de Cartavio y Casa Grande, mientras que en Cascas, la situación se presenta inversa, pues en estos meses fríos la humedad relativa acusa sus menores valores. En lo que respecta a los valores máximos y mínimos extremos, éstos son del orden de 99 % y 53 % en Cartavio, 100 % Y 28 % en Casa Grande y 88 % Y 60 % en Cascas. De estos datos se deduce que la mayor oscilación (entre la máxima y la mínima) corresponde a la estación de Casa Grande, con un valor de oscilación del orden de 72 %, el cual sin embargo puede considerarse como eventual por el hecho de derivarse de valores extremos.

De la parte alta no se tiene información sobre este elemento, pero se asume, de manera general, que la humedad está ligada al régimen de las precipitaciones

Pluviales, entendiéndose que a mayores precipitaciones es mayor el contenido de humedad relativa en la atmósfera y que durante la estación de estiaje o ausencia de lluvias el porcentaje de humedad relativa es menor.

2.5.4.- EVAPORACIÓN

Este elemento meteorológico es registrado por tres estaciones: Cartavio, Casa Grande y Cascas.

Cabe resaltar que los datos correspondientes a la estación de Casa Grande provienen de lecturas en tanque evaporímetro, mientras que los de Cartavio y Cascas han sido registrados en evaporímetro tipo "Piché" que da valores muy relativos de la evaporación. De acuerdo a los datos obtenidos en la estación de Casa Grande, el promedio anual de evaporación en dicha localidad es del orden de



los 1,665 mm. (16,650 m³/Ha.). Tomando como referencia este dato se puede estimar que la cantidad de evaporación en Cartavio, debe estar alrededor de los 1,400 mm. , Es decir, unos 272 mm. Más que la cifra registrada de 1,128 mm. En evaporímetro Piché. Igualmente en Cascas ubicada en el sector de la Costa, la evaporación debe estar alrededor de los 1,500 mm en vez de los 1,238 mm. que se ha registrado con el mismo tipo de evaporímetro usado en Cartavio.

Otra de las características notables observadas de evaporación es la inversión del régimen de evaporación al nivel de Cascas, en comparación con los regímenes observados en las estaciones del valle agrícolas de Costa. Mientras que en estas últimas estaciones el régimen acusa su mayor intensidad en los meses de verano y primavera, en Cascas la mayor intensidad se alcanza más bien en los meses invernales. Una explicación de este hecho podría estar en la presencia de un techo de nubes más frecuente en Cascas durante los meses de primavera y verano; como consecuencia propia de la estación de lluvias del que mayor intensidad ocurre precisamente en estos meses.

A nivel de la Costa, los meses de primavera y verano son despejados siendo mayor a radiación solar y por el contrario en invierno, se forman estratos nubosos provenientes del litoral marítimo que alteran notablemente la Intensidad de la evaporación, la oscilación de los valores máximo y mínimo extremos se presenta relativamente estrecha en Casa Grande, acusando un valor promedio de 20 mm, el que en general se mantiene invariable a lo largo del año, En Cartavio, por el contrario, el campo de oscilación de estos valores extremos es mucho más amplio, pero por provenir de valores relativos registrados en evaporímetro Piché, no ha sido tomado en consideración, Cabe resaltar que en Casa Grande, el valor más alto o extremo de evaporación ocurrió en el mes de



Enero de 1969, alcanzando la cifra de 209,6 mm., mientras que su valor más bajo se registró en el mes de Julio de 1970 con 64.8 mm. En ambos casos, se trata de valores eventuales.

2.5.5- HORAS DE SOL

La información para el análisis de este elemento meteorológico procede dos estaciones. Cartavio y Casa Grande.

El régimen mensual promedio registrado en Cartavio presenta una variación muy regular, con valores altos que oscilan entre 169 y 206 horas en los meses que van de Octubre a Mayo y entre 125 y 141 horas en los meses de Junio a Setiembre. Es decir el régimen se caracteriza por valores altos en primavera y verano y bajos en invierno de la misma manera, en Casa Grande se observa el mismo tipo de variación que en Cartavio. Los totales mensuales promedios de Casa Grande oscilan entre 174 y 213 horas de Octubre a Mayo y entre 123 y 143 horas de Junio a Agosto.

Luego al nivel de totales anuales promedio, en Cartavio se registra un total de 2,061 horas de sol, mientras que en Casa Grande este total es de 2,131 horas. En este sentido, Casa Grande está más favorecido por encontrarse más alejada del litoral, donde la persistencia de los estratos nubosos es algo menor.

Estos totales de horas de sol anotados arrojan un promedio diario de 6 horas, tanto para Cartavio como para Casa Grande, oscilando dicho promedio, entre 7 horas diarias (Diciembre - Marzo) y 4 horas diarias (Junio - Agosto). En realidad, esta cifra de 6 horas de sol diarias como promedio es baja, siendo por consiguiente este elemento un posible factor limitante para el buen desarrollo de la vegetación cultivada.



En cuanto a las variaciones de los valores máximos y mínimos extremas, se tiene para Cartavio 289 horas de sol en el mes de Noviembre de 1964 como valor máximo y 26 horas de sol para el mes de Julio de 1970 como valor mínimo.

En Casa Grande, el valor máximo es de 292 horas de sol en el mes de Noviembre de 1938 y el mínimo de 38 horas en el mes de Julio de 1956.

2.5.6.- PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Este elemento meteorológico ha sido registrado por tres estaciones ubicadas en el sector del valle agrícola. Dichas estaciones son: Puerto Chicama, Cartavio y Casa Grande.

El promedio anual en la estación de Puerto Chicama es de 1 012.4 mb. Y su régimen mensual varía en forma regular, presentando valores más bajos en los meses de verano (Enero a Abril), de 1 010.8 a 1011.7 Nov. y más altos en los meses de invierno (Mayo a Diciembre), de 1,012.2 a 1,013,3 Nov.

En la estación de Cartavio, el promedio anual es de 1 006.3 mb., y al igual que la estación anterior, presenta el mismo tipo de variación mensual, siendo los valores en este caso: 1,004.3 a 1,005.9 mb., para los meses de Diciembre a Abril Para la estación de Casa Grande, el promedio anual alcanza la cifra de 992.2 mb. y su variación mensual también es similar a las anteriores descritas, oscilando sus valores entre 990.0 a 991.3 mb., para los meses de Enero a Abril y 992.0 a 993.7 mb, para los meses de Mayo a Diciembre.

2.5.7.- NUBOSIDAD

Para el análisis de este elemento meteorológico, se ha contado con datos estadísticos de las estaciones de Cartavio y Casa Grande.



La nubosidad promedio anual es de 5/8, tanto para Cartavio como para Casa Grande, oscilando dicho promedio entre 4/8 y 5/8 en Cartavio y entre 4/8 y 6/8 en Casa Grande. Estos valores pueden ser calificados como parcialmente nubosos es decir, que en promedio el cielo nunca está totalmente cubierto, En cuanto a los valores máximo y mínimo extremos en Cartavio se han registrado valores máximos de 8/8 techo totalmente cubierto, entre los meses de Agosto a Febrero y valores mínimos menores de 3/8 techo descubierto entre Noviembre a Julio. Esto estaría demostrando que existe una fuerte variabilidad en el régimen de este elemento meteorológico en esta localidad.

En Casa Grande, la máxima registrada es del orden de los 7/8 y ocurre generalmente entre los meses de Enero a Julio, mientras que la mínima es del orden de los 3/8 o menos y ocurre prácticamente en todos los meses del año. Esto es indicativo de que también en esta localidad la nubosidad es un elemento

Meteorológico muy variable en sus ocurrencias, pero con la ventaja de que dichas variaciones son a niveles promedios algo más bajos que en Cartavio (7/8 a 3/8).

2.5.8.- VIENTOS

Existen datos de este elemento meteorológico registrados por las estaciones de Puerto Chicama y Cartavio. Cabe resaltar sin embargo, que la estadística procesada es de nivel muy generalizado.

La información obtenida permite deducir que tanto en Puerto Chicama como en Cartavio, las direcciones predominantes son 5 y SE, es decir, que se trata de vientos básicamente provenientes del mar, con velocidades medias del orden de los 8 a 14 Km/hora para los vientos provenientes del Sur y 6 a 14 Km/hora para los del Sur



este; estas velocidades califican a estos vientos como variables entre Brisa muy Débil a " Brisa Débil, según la escala de fuerza de Beaufort.

Las velocidades medias extremas varían entre 0 (calma) a 15 Km/hora en Puerto Chicama y 20 Km/hora en Cartavio. En este último caso la fuerza del viento aumenta a "Brisa Moderada" según la referida escala.

2.6.- BENEFICIARIOS

La defensa ribereña protegerá la principal vía de comunicación de la provincia Gran Chimú, que tiene Cuatro distritos Cascas, Marmot, Lucma y Sayapullo, con 300 centros poblados según el censo del 2007, Cascas (140 Centros Poblados), Lucma (87 centros poblados), Sayapullo (51 centros poblados) y Marmot (22 centros poblados), es decir se beneficiarán 30,399 habitantes aproximadamente.

2.7.- FUNDAMENTACION TEORICA DE LA INVESTIGACION

2.7.1.- RÍO

Es una corriente de agua que fluye con continuidad. Posee un caudal determinado y desembocado en el mar, en un lago o en otro río, en cuyo caso se denomina afluente. La parte final de un río es su desembocadura.

Las variaciones de caudal lo define el régimen hidrológico, estas variaciones temporales se dan durante o después de las tormentas. En casos extremos se puede producir la crecida cuando el aporte de agua es mayor que la capacidad del río para evacuarla, desbordándose y cubriendo las zonas llanas próximas. El agua que circula bajo tierra (caudal basal) tarda mucho más en alimentar el caudal del río y puede llegar a él en días, semanas o meses después de la lluvia que generó la escorrentía.



Los desbordamientos en los tramos bajos de las corrientes naturales donde la pendiente del cauce es pequeña y la capacidad de transporte de sedimentos es reducida, puede provocar inundaciones, las cuales pueden traer consecuencias socioeconómicas graves en la medida que afecten asentamientos humanos, centros de producción agrícola o industrial e infraestructura vial.

Para controlar el nivel máximo dentro de la llanura de inundación, se deben colocar protecciones, entre las alternativas de obras de defensas fluviales se puede mencionar: Limpieza y rectificación del cauce, obras de canalización, obras de abovedamiento, entre otras.

2.7.2.- CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Es la porción de territorio drenada por un único sistema de drenaje natural. Una cuenca hidrográfica se define por la sección de río al cual se hace referencia y es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada “divisor de aguas” o “divisoria de aguas”, a partir de la sección de referencia. En la medida en que se avanza hacia aguas abajo, la superficie de la cuenca va aumentando.

2.7.2.1.- ELEMENTOS DE LA CUENCA

- **EL RÍO PRINCIPAL**

El río principal actúa como el único colector de las aguas. A menudo la elección del río es arbitraria pues se pueden seguir distintos criterio para la elección (el curso fluvial más largo, el de mayor caudal medio, el de mayor caudal máximo, el de mayor superficie de cuenca, etc.).



- **LOS AFLUENTES**

Son los ríos secundarios que desaguan en el río principal. Cada afluente tiene su respectiva cuenca, denominada sub-cuenca.

- **EL RELIEVE DE LA CUENCA**

El relieve de la cuenca es variado. Está formado por las montañas y sus flancos; por las quebradas, valles y mesetas.

- **LAS OBRAS HUMANAS**

Las obras construidas por el hombre, también denominadas intervenciones andrógenos, que se observan en la cuenca suelen ser viviendas, ciudades, campo de cultivo y vías de comunicación. El factor humano es siempre el causante de muchos desastres dentro de la cuenca, ya que se sobreexplota la cuenca quitándole recursos o “desnudándola” de vegetación y trayendo inundaciones en las partes bajas.

2.7.2.2.- PARTES DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA

- **CUENCA ALTA**

Es la parte de la cuenca hidrográfica en la cual predomina el fenómeno de la socavación. Es decir que hay aportación de material terreo hacia las partes bajas de la cuenca, visiblemente se ven trazas de erosión.

- **CUENCA MEDIA**

Es la parte de la cuenca hidrográfica en la cual medianamente hay un equilibrio entre el material sólido



que llega traído por la corriente y el material que sale. Visiblemente no hay erosión.

- **CUENCA BAJA**

Es la parte de la cuenca hidrográfica en la cual el material extraído de la parte alta se deposita.

2.7.2.3.- TIPOS DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Existen tres tipos de cuencas hidrográficas:

- **EXORREICAS**

Avenan sus aguas al mar o al océano.

- **ENDORREICAS**

Desembocan en lagos o lagunas, siempre dentro del continente.

- **ARREICAS**

Las aguas se evaporan o se filtran en el terreno. Los arroyos, aguadas y cañadones de la meseta central patagónica pertenecen a este tipo, ya que no desaguan en ningún río u otro cuerpo hidrográfico de importancia.

2.7.3.- INUNDACIÓN

Es la ocupación por el agua de zonas o áreas que en condiciones normales se encuentran secas. Se producen debido al efecto del ascenso temporal del nivel del río. En cierta medida, las inundaciones pueden ser eventos controlables por el hombre, dependiendo del uso de la tierra cercana a las causes de los ríos.

2.7.3.1.- CAUSAS DE LAS INUNDACIONES



2.7.3.1.1.- CAUSAS NATURALES

- **METEOROLÓGICAS**

Las grandes lluvias son la causa natural principal de inundaciones, pero además hay otros factores importantes, entre ellos se encuentran:

Exceso de precipitación: Los temporales de lluvias son el origen principal de las avenidas. Cuando el terreno no puede absorber o almacenar toda el agua que cae esta resbala por la superficie (escorrentía) y sube el nivel de los ríos.

- **NO METEOROLÓGICAS**

Invasión del mar, deshielo.

2.7.3.1.2.- CAUSAS NO NATURALES (ANTROPICAS)

- **ROTURA DE PRESAS**

Cuando se rompe una presa toda el agua almacenada en el embalse es liberada bruscamente y se forman grandes inundaciones muy peligrosas.

- **ACTIVIDADES HUMANAS**

Los efectos de las inundaciones se ven agravados por algunas actividades humanas como por ejemplo:

- Al asfaltar cada vez mayores superficies se impermeabiliza el suelo, lo que impide que el



agua se desborda por la tierra y facilita el que con gran rapidez las aguas lleguen a los cauces de los ríos a través de desagües y cunetas.

- Las canalizaciones solucionan los problemas de inundación en algunos tramos del río pero lo agravan en otros a los que el agua llega mucho más rápidamente.
- La ocupación de los cauces por construcciones reduce la sección útil para evacuar el agua y reduce la capacidad de la llanura de inundación del río. La consecuencia es que las aguas suben a un nivel más alto y que llega mayor cantidad de agua a los siguientes tramos del río, porque no ha podido ser embalsada por la llanura de inundación, provocando mayores desbordamientos.

2.7.3.1.3.- CAUSAS MIXTAS

En algunas ocasiones puede producirse una inundación por la rotura de una obra hidráulica, por causas meteorológicas.

2.7.3.2.- TIPOS DE INUNDACIONES

Las inundaciones pueden clasificarse de acuerdo con:

2.7.3.2.1.- POR EL TIEMPO DE DURACIÓN:

Estas pueden ser:



- **Inundaciones muy rápidas producidas por lluvia de intensidad muy fuerte (superior a 180 mm/h) pero muy cortas (menos de 1 hora).**

La cantidad de lluvia totalizada no supera los 80 mm. Usualmente producen inundaciones locales en las ciudades y pueblos (inundaciones de plazas, garajes, sótanos, etc., debido a problemas de drenaje) o en pequeñas cuencas con mucha pendiente, produciéndose las llamadas inundaciones súbitas.

- **Inundaciones producidas por lluvia de intensidad fuerte o moderada (superior a 60 mm/h) y duración inferior a 72 horas.**

Cuando estas lluvias afectan los ríos con mucha pendiente o con mucho transporte sólido, las inundaciones pueden ser catastróficas.

Es posible distinguir entre dos categorías:

- Inundaciones catastróficas producidas por lluvias de fuerte intensidad durante dos o tres horas, y una duración total del episodio inferior a 24 horas.
- Las inundaciones catastróficas producidas por lluvias de intensidad fuerte y moderada durante dos o tres días.

2.7.3.2.2.- SEGÚN EL ORIGEN QUE LAS GENERE



- **PLUVIALES (POR EXCESO DE LLUVIA)**

Ocurren cuando el agua de lluvia satura la capacidad del terreno y no puede ser drenada, acumulándose por horas o días sobre el terreno.

- **FLUVIALES (POR DESBORDAMIENTO DE RÍOS)**

La causa de los desbordamientos de los ríos y los arroyos hay que atribuirla en primera instancia a un excedente de agua, igual que la sequía se atribuye el efecto contrario, la carencia de recursos hídricos.

El aumento brusco del volumen de agua que un lecho o cauce es capaz de transportar sin desbordarse produce lo que se denomina como avenida o riada. Una avenida es el paso por tramos de un río, de caudales superiores a los normales, que dan lugar a elevaciones de los niveles de agua.

2.7.4.2.3.- PROTECCIÓN CONTRA INUNDACIONES

La protección contra las inundaciones incluye, tanto las medidas estructurales, como las no estructurales, que dan protección o reducen los riesgos de inundación.

- **LAS MEDIDAS ESTRUCTURALES**

Incluyen las represas y reservorios, modificaciones a los canales de los ríos, diques y riberos, depresiones para desbordamiento, cauces de alivio y obras de drenaje. Para



controlar las inundaciones, en riberos y mejoramiento al canal, incrementan la capacidad del río, aumentan su velocidad de flujo, o logran los dos efectos, simultáneamente. Las modificaciones al canal que se pueden realizar son: dragarlo para que sea más ancho o profundo, limpiar la vegetación u otros residuos, emparejar el lecho o las paredes, o enderezarlo; todo esto ayuda a aumentar la velocidad del agua que pasa por el sistema, e impedir las inundaciones. Al enderezar el canal, eliminando los meandros, se reduce el riesgo de que el agua rompa la orilla del río en la parte exterior de las curvas, donde la corriente es más rápida y el nivel es más alto.

- **LAS MEDIDAS NO ESTRUCTURALES**

Consiste en el control del uso de los terrenos aluviales mediante zonificación, los reglamentos para su uso, las ordenanzas sanitarias y de construcción, y la reglamentación del uso de la tierra de las cuencas hidrográficas. Las medidas no estructurales para controlar las inundaciones, tienen el objetivo de prohibir o regular el desarrollo de la zona aluvial, o la cuenca hidrográfica, o proteger las estructuras existentes, a fin de reducir la posibilidad de que sufran pérdidas debido a la inundación. Al igual que toda medida preventiva, son menos costosas que el tratamiento (es decir, la instalación de las medidas estructurales necesarias para controlar las inundaciones). Esencialmente, las medidas



no estructurales son beneficiosas, porque no tratan de regular el modelo natural de inundación del río. La filosofía actual de muchos planificadores y fomentadores de políticas, es que es mejor mantener los terrenos aluviales sin desarrollo, como áreas naturales de desbordamiento. Sin embargo, si existe desarrollo en la zona aluvial, se deberá utilizar control no estructural, conjuntamente con las medidas estructurales. Las medidas no estructurales pueden ser efectivas en el grado en que el gobierno sea capaz de diseñar e implementar el uso adecuado del terreno.

2.7.4.- DEFENSAS RIBEREÑAS

Son estructuras construidas para proteger las áreas aledañas a los ríos, contra los procesos de erosión de sus márgenes producto de la excesiva velocidad del agua, que tiende arrastrar el material ribereño y la socavación que ejerce el río, debido al régimen de precipitaciones abundantes sobre todo en época de invierno, ya que son causantes de la desestabilización del talud inferior y de la plataforma de la carretera. Estas obras se colocan en puntos localizados, especialmente para proteger algunas poblaciones y, singularmente, las vías de comunicación, estas pueden ser efectivas para el área particular que se va a defender, pero cambian el régimen natural del flujo y tienen efectos sobre áreas aledañas, los cuales deben ser analizados antes de construir las obras.

Para llevar a cabo un proyecto de defensas fluviales es fundamental contar con una serie de información preliminar o antecedentes que permitan diagnosticar el problema que se quiere



solucionar, como: hidrológicos, topográficos y geomorfológicos. Así también se requerirá antecedentes sobre inundaciones anteriores, daños provocados, zonas afectadas, etc.

- **ANTECEDENTES HIDROLÓGICOS**

Se debe contar con un estudio hidrológico del río, con el fin de determinar los caudales de diseño, que definirán el dimensionamiento apropiado de las obras. El estudio hidrológico tiene por objeto obtener el mejor ajuste, con los datos existentes a esa fecha a través de las funciones de distribución más aceptadas que permitan conocer el margen de error disponible de cada uno con el objeto último de brindar una herramienta a los tomadores de decisión. Los estudios hidrológicos analizan alturas del pelo de agua y del caudal de paso con elementos básicos para la determinación de las dimensiones y sitio de traza más óptimos para diseñar defensas costeras en áreas de riesgo hídrico.

- **ANTECEDENTES TOPOGRÁFICOS Y GEOMORFOLÓGICOS**

Para esto se requiere de estudios realizados de levantamiento Aero fotogramétrico y planos topográficos. El estudio geomorfológico caracteriza el suelo y determina su composición, granulometría y grado de compactación. Este estudio junto con el hidrológico, permitirá determinar los principales parámetros de escurrimiento, velocidad y niveles, para los diferentes caudales.



- **ÁREAS DE INUNDACIÓN**

Las verificaciones hidráulicas teóricas, permiten realizar el pronóstico de los ejes hidráulicos bajo diferentes condiciones de caudales. Se deberá delimitar las posibles áreas de inundaciones en el sector de interés, asociando los períodos de recurrencia de los eventos señalados en el análisis hidrológico con las probabilidades de ocurrencia de estos.

- **DIAGNÓSTICO**

Basado en los antecedentes recopilados en la etapa anterior, se deberá realizar un acabado diagnóstico de las condiciones actuales del cauce, describiendo el origen del problema que se desea solucionar.

- **OPTIMIZACIÓN DE LAS SITUACIÓN ACTUAL**

Esta corresponde a pequeñas inversiones o trabajos que eventualmente podrían mejorar la situación actual o sin proyecto. En general, obras de limpieza y rectificación de cauces pueden constituir un mejoramiento de la situación actual.

- **ALTERNATIVAS DE PROYECTOS**

En función de los daños que se pretende evitar, se debe plantear la mayor cantidad de alternativas técnicas que den solución al problema. Se plantean soluciones para eliminar los puntos de estrechamiento de cauces, regularización de riberas para mejorar su rugosidad, ampliación general del lecho, construcción de defensas en sectores externos al cauce con el fin de limitar las



zonas de inundación, canalización, revestimiento de cauces, dar un nuevo trazado al cauce para dar descarga en otros sectores posibilitando deprimir el eje hidráulico, etc.

• **PRESENTACIÓN DE ALTERNATIVAS**

En general, corresponde en esta etapa utilizar criterios técnicos que restrinjan la materialización física de algunas alternativas. La construcción de defensas costeras es una estrategia recurrente para la protección de obras civiles, bienes e infraestructura de servicios en áreas de riesgo hídrico, sin embargo toda defensa en sí misma encierra una paradoja dado que al incrementar la altura del terraplén se protege una mayor superficie, aunque ante un eventual colapso la destrucción es proporcional a su altura. Definir la altura más adecuada para la defensa costera puede resultar incompleta, si solo se contemplan los componentes técnicos, físicos y de materiales de la obra. Un aspecto relevante y significativo es el relacionado al ámbito de protección de la estructura en términos productivos.

Las obras de defensa ribereña estarán sometidas a diferentes efectos en mayor o menor grado según se presenten las condiciones hidráulicas y la naturaleza del terreno de fundación. Estos efectos son:

- Deformabilidad y resistencia de la fundación.
- Posibilidad de la socavación de la base.
- Estabilidad.
- Efecto abrasivo por transporte de material de fondo.
- Empuje de tierras detrás de la estructura.



Por otra parte, las obras además de ser eficiente, deben ser económicas, para lo cual se considera los siguientes factores:

- Disponibilidad y costo de materiales de construcción.
- Costo de construcción.
- Costo de mantenimiento.
- Durabilidad de las obras.
- Condiciones constructivas.
- Correspondencia con obras colindantes.

La forma y el material empleado en su construcción varía, fundamentalmente en función de:

- Los materiales disponibles localmente.
- El tipo de uso que se da a las áreas aledañas.
Generalmente en áreas rurales se usan diques de tierra, mientras que en áreas urbanas se utilizan diques de hormigón.

2.7.4.1.- CLASIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE DEFENSA

Entre los tipos de obras que se han seleccionado, se tiene los de tipo flexible y los de tipo rígido.

2.7.4.1.1.- OBRAS DE TIPO FLEXIBLE

Cuando los suelos ofrecen importantes deformaciones:

2.7.4.1.1.1.- MUROS DE GAVIONES:

Son paralelepípedos rectangulares construidos a base de un tejido de alambre de acero, el cual lleva tratamientos especiales de protección como la galvanización y la plastificación.

Se colocan a pie de obra desarmados y luego de piedra de canto rodado o piedra chancada con determinado tamaño y peso específico, este material permite emplear sistemas constructivos sencillos, flexibles, versátiles, económicos y que puedan integrarse extremadamente valida desde el punto de vista técnico para construir muros de contención en cualquier ambiente, clima y estación. Tales estructuras son eficientes, no necesitando mano de obra especializada o medio mecánicos particulares, a menudo las piedras para el relleno se encuentran en las cercanías. Tiene la ventaja de tolerar grandes deformaciones sin perder resistencia.

Esta disposición forma una malla de abertura hexagonal unida por triple torsión para formar un espacio rellenable de manera que cualquier rotura puntual del alambre no despeja la malla. El enrejado hace que las piedras se deslicen entre la misma y el terreno, impidiendo una caída brusca, o simplemente que queden sujetas in deslizarse. Ver Figura 2-5.

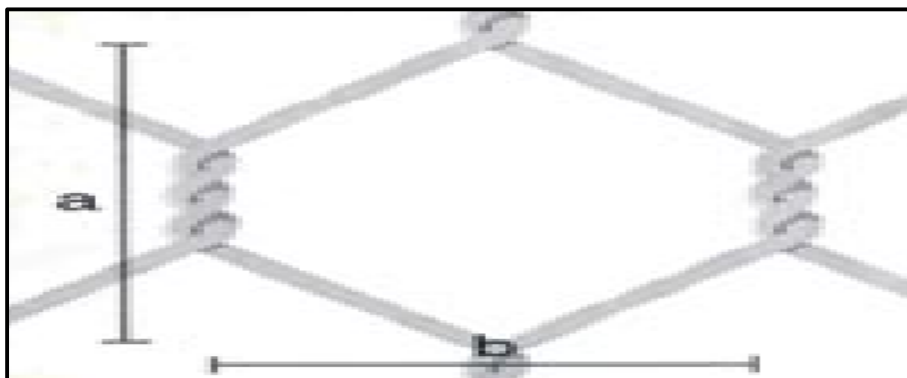


Figura 2-5. Abertura Hexagonal del Alambre



Principales características de las estructuras de Gavión:

- Flexibilidad.
- Permeabilidad.
- Versatilidad.
- Economía.
- Estética.

Los Muros de Gaviones tienen diferentes usos, entre ellos tenemos:

- **MUROS DE CONTENCIÓN:** Los muros de Gaviones están diseñados para mantener una diferencia en los niveles de suelo en sus dos lados constituyendo un grupo importante de elementos de soporte y protección cuando se localiza en lechos de ríos.
- **CONSERVACIÓN DE SUELOS:** La erosión hídrica acelerada es considerada sumamente perjudicial para los suelos, pues debido a este fenómeno, grandes superficies de suelos fértiles se pierden; ya que el material sólido que se desprende en las partes media y alta de la cuenca provoca el azolvamiento de la infraestructura hidráulica, eléctrica, agrícola y de comunicaciones que existe en la parte baja.
- **CONTROL DE RÍOS:** En ríos, el gavión acelera el estado de equilibrio del cauce. Evitar erosiones, transporte de materiales y derrumbamientos de márgenes, además el

gavión controla crecientes protegiendo valles y poblaciones contra inundaciones.

- **APOYO Y PROTECCIÓN DE PUENTES:** En los estribos de puentes, se pueden utilizar gaviones tipo caja, tipo saco y tipo colchón combinados o individualmente, logrando gran resistencia a las cargas previstas.

2.7.4.1.1.1.- TIPOS DE GAVIONES

- **GAVIÓN TIPO CAJA:** Son paralelepípedos regulares de dimensiones variadas pero con altura de 1.0 m a 0.50 m; conformados por una malla metálica tejida a doble torsión para ser rellenos en obra con piedra de dureza y peso apropiado, como se muestra en la Figura 2-6.

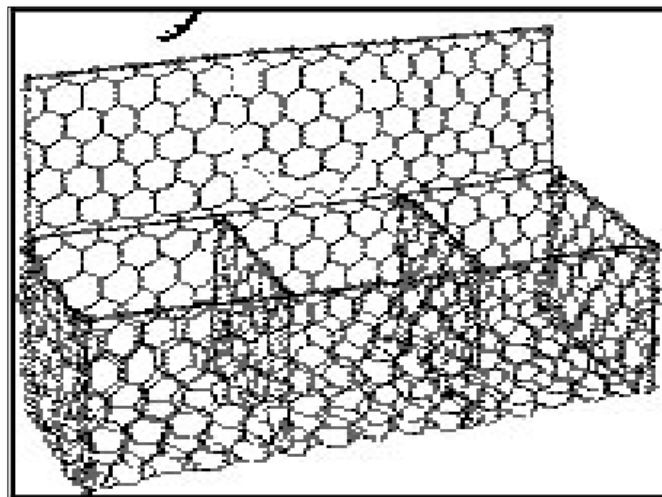


Figura 2-6. Gavión Tipo Cajón

- **GAVIÓN TIPO COLCHÓN:** Son aquellos cuya altura fluctúa entre 0.17 m – 0.30 m y de áreas variables. Son construidos en forma

aplanada para ser utilizados como revestimiento antierosivo, antisocavante para uso hidráulico y como base – zócalo (Mejorador de capacidad portante) en la conformación de muros y taludes. Debido a que los colchones están generalmente ubicados en contacto con el agua, con sólidos que arrastran los ríos y sedimentos en general, estos deben tener características tales que les permitan resistir las exigencias físicas y mecánicas como son el impacto, la tracción y la abrasión. Ver Figura 2-7.

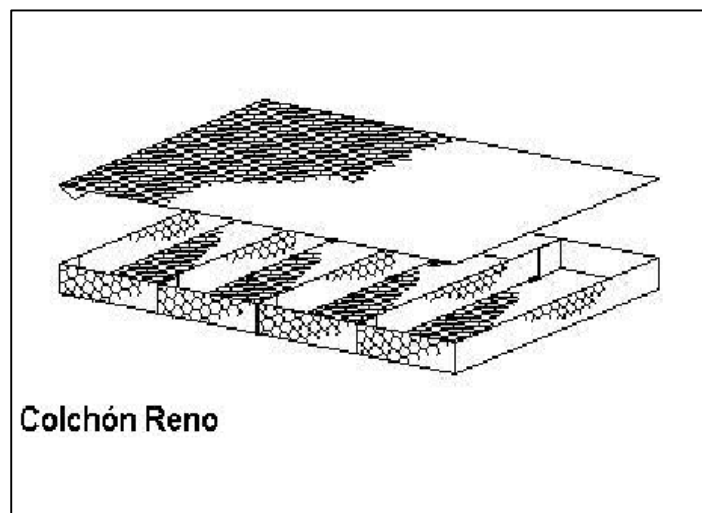


Figura 2-7. Gavión Tipo Colchón

- **GAVIÓN TIPO SACO:** Son generalmente de forma cilíndrica siendo sus dimensiones variables ya que se conforman para obras de emergencia o de aplicación en lugares de difícil acceso. Se arman generalmente fuera de la obra y se depositan en su lugar mediante el uso de maquinaria de izaje. A través de los bordes libres se inserta en las mallas un alambre más grueso para

reforzar las extremidades y permitir el ensamblaje del elemento. Ver Figura 2-8.

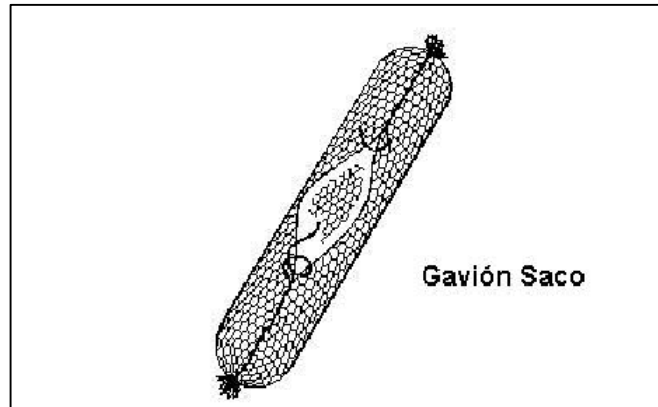


Figura 2-8. Gavión Tipo saco

2.7.4.1.1.1.2.- DATOS PARA ESTABILIDAD DE UN MURO DE GAVIONES:

A continuación se señalan los datos que son necesarios para el análisis de la estabilidad de un muro de gaviones así como los ensayos y procedimientos por medio de los cuales ellos se pueden obtener.

- **PESOS UNITARIOS**

Por ser estructuras de gravedad, su peso es de vital importancia. El asumir un peso unitario mayor que el verdadero nos lleva a factores de seguridad irreales; y por el contrario asumir pesos unitarios menores que los reales resulta en un sobredimensionamiento innecesario. Esta medición se puede realizar en sitio, a escala natural.



- **PARÁMETROS DE FRICCIÓN EN LAS ROCAS**

Dichos parámetros pueden ser tomados de la literatura o en el laboratorio mediante el uso de equipos de corte para muestras de gran tamaño.

- **PARÁMETROS DE FRICCIÓN EN LA INTERFASE ROCA – SUELO**

Se puede determinar utilizando equipos de corte directo a velocidad controlada y corte triaxial.

Además de recabar la información básica sobre la sección y geometría de los muros, se deben investigar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales tanto del suelo del relleno como del suelo de fundación haciendo uso de ensayos como granulometría, resistencia al corte triaxial, límites de Atterberg y humedad.

- **DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS**

La construcción de un muro de gaviones en donde la aplicación de la mecánica de suelo tiene más importancia, son aquellos en los cuales el comportamiento de los suelos está sujeto al efecto de cargas. De allí la importancia de investigar las condiciones de rotura del suelo y determinar aquellos parámetros que definen la resistencia a rotura del suelo sometidos a esfuerzos.

2.7.4.1.2.- OBRAS DE TIPO RIGIDO

2.7.4.1.2.1.- PANTALLA DE CONCRETO ARMADO

Son un tipo de estructuras de contención, utilizadas habitualmente en construcciones de ingeniería civil. Ver Figura 2-9.

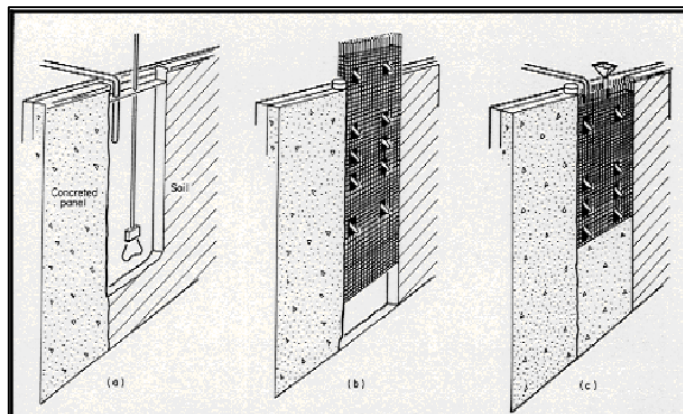


Figura 2-9. Muros de Pantalla

2.7.4.1.2.1.1.- PROPIEDADES DE LAS PANTALLAS DE CONCRETO ARMADO:

- Se colocan o ejecutan previamente a la excavación.
- Alcanzan una profundidad mayor de la profundidad de excavación. Esto implica que el terreno en la parte excavada trabaje a pasivo.
- Son impermeables, tanto los elementos constituyentes como las juntas. Por tanto, permiten hacer excavaciones bajo el nivel freático con garantías, aunque habrá que bombear el agua para evitar posibles filtraciones. Puede resultar interesante profundizar la pantalla, para reducir el caudal a



bombear, o evitar problemas de sifonamiento, por lo tanto, también se verá reducida.

- Soportar muy bien los esfuerzos de flexión. Aun así, puede haber necesidad de recurrir a apoyos intermedios:
 - Por exceso de flexibilidad.
 - Porque los movimientos que se producen son excesivos.

2.7.4.1.2.1.2.- TIPOS DE PANTALLAS

- **TABLESTACAS O PANTALLAS DE ELEMENTOS PREFABRICADOS METÁLICOS**

Las tablestacas, tablaestacas o Pantallas de elementos prefabricados (sheet pile en inglés) son un tipo de estructuras formadas por elementos prefabricados. Estos elementos prefabricados suelen ser de acero, Ver fig. 6, aunque también las hay de hormigón. No se deben confundir las tablestacas de hormigón, con las pantallas de paneles prefabricados de hormigón, que suelen ser de dimensiones mayores.

Los elementos prefabricados que componen las tablestacas se hincan en el terreno mediante vibración. Aunque es muy raro, en ocasiones también se introducen en el terreno por golpeo.

Tienen juntas entre sí, con dos misiones:

- Impermeabilizar el contorno, y evitar que se produzcan filtraciones.
- Guiar las tablestacas contiguas.

Dado que los elementos se colocan mediante hincas, han de tener unas dimensiones (entre ellas el espesor) lo suficientemente pequeñas para que se facilite la hincas. Pero también ha de tener una resistencia mínima. Es por esto lo que, salvo raras excepciones, se emplea el acero.

Los pequeños espesores pueden dar lugar a que los paneles o planchas metálicas que conforman las tablestacas pandeen o flecten. Para evitarlo, se alabea la sección, dotándoles de una mayor inercia. Tiene secciones típicas que son en Z o en U. Ver Figura 2-10.



Figura 2-10. Perfil Tipo U



- **PANTALLAS DE PANELES PREFABRICADOS DE HORMIGÓN**

Están constituidas de elementos de hormigón prefabricados, con forma de paneles generalmente rectangulares.

Para su colocación, se ha de crear una zanja con unas dimensiones ligeramente superiores a las del panel prefabricado.

Posteriormente se introduce en la zanja el panel, y se vierte bentonita o cemento alrededor.

- **MUROS PANTALLA O PANTALLAS DE HORMIGÓN “IN SITU” (DIAPHRAM WALLS O SLURRY WALLS EN INGLÉS)**

Este tipo de estructuras se realiza en obra. Es decir, en lugar de recurrir a paneles prefabricados, los elementos estructurales de este tipo de pantalla se ejecutan “in situ”.

Las dimensiones de los paneles se conforman los muros pantalla son entre 4 y 5 metros de longitud, y 0.4 y 1.5 metros de espesor. La longitud de la pantalla depende del dimensionamiento de la misma.

Cada elemento que conforma un muro pantalla trabaja independientemente, y entre ellos presentan juntas que han de ser estancas



(evitar el paso de agua a través de las mismas).

- **PANTALLAS DE PILOTES**

Son un tipo de pantalla, o estructura de contención flexible, empleada habitualmente en ingeniería civil. Se emplean si la excavación de la zanja es difícil. Es decir:

- En terrenos duros: se emplean maquinas piloterias de terrenos en roca.
- En zonas medianeras en las que hacerlo de otra forma pueda suponer riesgos, o porque la anchura de la zanja es muy pequeña.

- **TIPOS DE PANTALLAS DE PILOTES**

Los tipos de pantalla de pilotes, según la disposición de los mismos, son:

- Pantallas de **pilotes separados**. Se han de emplear en terrenos cohesivos. El terreno se mantiene trabajando por efecto arco.
- Pantallas de **pilotes tangentes**. Se emplean si no hay problemas por el nivel freático.
- Pantallas de **pilotes secantes**. Se emplean cuando las filtraciones entre pilotes (tangentes o



separados), pueden poner en riesgo la pantalla o los terrenos que sustenta.

2.7.4.1.2.1.3.- Elementos de soporte de Pantallas

Dado que las pantallas son estructuras flexibles, en ocasiones puede resultar necesario aplicar elementos de soporte de muy diverso tipo. Ver Figura 2-11.

El elemento de soporte natural, es el terreno que hay en el intradós de la pantalla, que trabaja a pasivo. Pero en ocasiones este pasivo no es suficiente para contener a la pantalla, y se necesitan elementos adicionales, que pueden ser:

- Puntuales: son perfiles metálicos o estructuras metálicas que evitan que la pantalla flecte en exceso.

- Anclajes: Son perforaciones con un elemento metálico que trabaja a tracción, que se introduce en el terreno con una determinada inclinación. Se trata de buscar terrenos contiguos a la pantalla. Es común atirantar mediante anclajes que atraviesan completamente la superficie de falla para posteriormente ser tensados y ejercer un empuje activo en

dirección opuesta al movimiento de la masa de suelo.

- En el extremo que queda en el interior del terreno se inyecta una lechada, y en el extremo en contacto con la pantalla se coloca una cabeza de anclaje que reparte la fuerza de tensado.
- Forjado: En ocasiones, se substituyen los puntales previamente descritos por el propio forjado del edificio. Para ello se utilizan banquetas provisionales, que son unos terraplenes que ayudan al pasivo de la pantalla. Estas banquetas se retiran una vez construido el forjado.

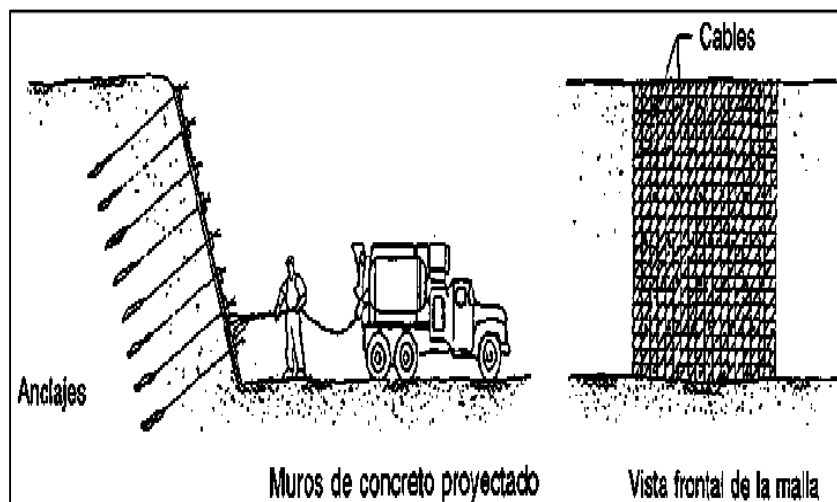


Figura 2-11. Sección Transversal y Frontal de una Pantalla



2.7.4.1.2.2.- DIQUE

Es un terraplén natural o artificial, por lo general de tierra, paralelo al curso de un río.

Entre los tipos de diques se pueden mencionar:

2.7.4.1.2.2.1.- DIQUES ARTIFICIALES

Son utilizados para prevenir la inundación de los campos aledaños a los ríos; 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. También son empleados para proteger determinadas áreas contra el embate de las olas. Estos diques 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.

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.

Existen diferentes tipologías de diques, también llamados espigones:

- En talud
- Vertical



- Flotantes, etc.

- **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.

- **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 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.

2.7.4.1.2.2.2.- DIQUES NATURALES

Son originados del depósito de material arrastrado por el río en el borde del mismo, durante las inundaciones. Esto va causando, progresivamente, la elevación de la ribera.

2.7.4.1.2.2.3.- MUROS DE CONCRETO ARMADO

Son masas relativamente grandes de concreto, los cuales trabajan como estructura rígida resistiendo los movimientos debido a la presión de la tierra sobre el muro. Actúan como estructuras de peso o gravedad y aunque su campo de aplicación, lógicamente, de los costos relativos de excavación, hormigón, acero, encofrados y relleno, pueden en primera aproximación pensarse que constituyen la solución más económica hasta alturas de 10 ó 12 metros. Deben tener un sistema de drenaje para eliminar la posibilidad de presiones de agua y se le deben construir juntas de contracción o expansión a distancias en ningún caso superior a 20 m, si los materiales presentan problemas de dilatación por



temperatura, las juntas se deberán colocar cada 8 m.

Tiene aplicaciones en:

- Como estructura de contención, retención de tierras y soportes a excavaciones en laderas.
- En la corrección de deslizamientos rotacionales de poca altura en suelos como arcilla y coluviales.
- Como estructura hídrica en aliviaderos y en la delimitación de canales.

2.7.4.1.2.2.4.- MUROS DE MAMPOSTERÍA

Muro compuesto de combinaciones de mampuestos (piedras o tabiques), colocados unos sobre otros. Se construyen mediante la colocación manual de sus elementos separados con juntas, para permitir la libre dilatación de cada una de las piezas y evitar los agrietamientos, o reforzarlas debidamente con varillas de acero. En algunos casos es conveniente construir el muro sin utilizar mortero, a los muros así resultantes se les denomina muros secos.

2.7.4.1.2.2.4.1.- TIPOS DE MUROS DE MAMPOSTERÍA

- **MUROS DE ADOBE SIN COCER O BLOQUE DE CONCRETO SIN RANURAR**



Se ejecutarán con bloque de concreto, ya sea hueco o macizo según se indique, fabricado a máquina y de primera calidad, de las dimensiones mostradas en los planos. Para su pega se utiliza mortero 1:5 para muros interiores y 1:4 para exteriores o muros de canto. El mortero se preparará inmediatamente antes de su uso, dosificando el agua para que la mezcla sea homogénea y manejable. El mortero deberá cubrir tanto las uniones horizontales como verticales y será de espesor uniforme de 1.5 cm. aproximadamente. El mortero sobrantes deberá retirarse con el palustre en el momento de terminar la colocación de cada ladrillo, a fin de mantener una superficie limpia y resanada en todo momento.

- **MUROS DE LADRILLO O BLOQUE DE CONCRETO A LA VISTA**

Se utilizará ladrillo de primera calidad con dimensiones uniformes, aristas bien terminadas y superficies tersas. Se observará especial cuidado con los muros de fachada que lleven ladrillos de “tizón” y “soga” para prever la colocación de los adobes entrantes y salientes de conformidad con las dimensiones y localización indicados en los planos, conservando la uniformidad en colore y estrías del conjunto general del muro.

- **MURO DE PIEDRAS**



Son estructuras formadas por piedras ladradas y no ladradas, unidas con mortero. Estos muros son empleados para proteger alcantarillas, estribos de puentes, estructuras de almacenamiento de agua, que son estructuras indispensables para satisfacer múltiples necesidades en nuestro medio ambiente.

2.7.4.1.2.2.4.2.- PROCESO DE APLICACION DE MUROS DE MAMPOSTERÍA

- Utilizar estantillones o boquilleras con marcación de las hiladas en ambos extremos de cada muro, y un hilo que las una al nivel de la hilada que están pegando.
- Controlar con exactitud el consumo de mortero, con las ventajas de:
 - Economía.
 - Si haGy control del consumo, el mampostero evita que el mortero caiga dentro de las celdas, facilitando su próxima limpieza.
- Construir los muros:
 - Prologando tuberías de instalaciones.
 - Colocando el refuerzo horizontal y los conectores.
- Viga intermedia: a la luz del NSR-98, en algunos muros de algunos proyectos se requiere el uso de una viga, a nivel



intermedio de la altura del muro; para ello se usan elementos especiales que permiten mantener la apariencia del muro pero al mismo tiempo colocar el refuerzo y el concreto de la viga, y que el refuerzo vertical continúe.

- Verificar uniformidad del nivel superior de los muros.
- Limpieza de las celdas, en donde se coloca el refuerzo vertical.
- Colocación del refuerzo vertical, traslapando con las dovelas de arranque.
- Llenar con mortero de relleno (grouting) las celdas con refuerzo vertical y, eventualmente, algunas otras. Utilizar embudo y retacar el mortero.
- Retirar del nivel superior del muro los sobrantes de mortero.

2.7.4.2.- DISTANCIA QUE SE DEBEN COLOCAR LAS PROTECCIONES

A diferencia de una obra hidráulica típica, el lugar de emplazamiento de la obra de protección no se puede elegir, su ubicación queda totalmente limitada al lugar donde se encuentra su cabecera en el momento de realizar la obra. En general esta ubicación coincide con suelos de baja calidad, en cuanto a su capacidad soporte y resistencia a la erosión hídrica.

Para poder realizar in dimensionamiento de defensas ribereñas, primero se debe realizar un estudio hidrológico



para poder analizar el caudal y posteriormente la altura del pelo del agua y a que distancia que debe construir la protección, ya que son elementos básicos para la determinación de las dimensiones.

El estudio hidrológico tiene por objeto el mejor ajuste, con los datos existentes a esa fecha a través las funciones de distribución más aceptadas que permitan conocer el margen de error disponible de cada uno con el objeto último de brindar una herramienta a los tomadores de decisión. Con dichos resultados es posible la adopción de la altura de coronamiento de defensa costera.

Es importante señalar que tanto la altura como la distancia cumplen un papel importante para el diseño de estas obras, ya que van a depender principalmente del caudal. La altura es compensada con la distancia, ya que las protecciones costeras no deben ser tan altas, por normas de seguridad y por falta de estética a la construcción.

Se recomienda que las defensas ribereñas, no se deben colocar tan cerca a los cursos de agua, ya que estos terrenos aluviales son productivos, porque la inundación los hace así; ésta remueve la humedad del suelo, y deposita limos en las tierras aluviales fértiles.

En las zonas áridas, posiblemente sea la única fuente de riego natural, o de enriquecimiento del suelo. Al reducir o eliminar las inundaciones, existe el potencial de empobrecer la agricultura de los terrenos aluviales (recesión), su vegetación natural, las poblaciones de fauna y ganado y, la pesca del río y de la zona aluvial, que se han adaptado a los ciclos naturales de inundación.



Es por esta razón que estas obras pueden ser efectivas para el área particular que se va a defender, pero cambian el régimen natural del flujo y tienen efectos sobre áreas aledañas, los cuales deben ser analizados antes de construir las obras.

2.7.4.3.- MATERIALES A UTILIZAR PARA LAS DEFENSAS RIBEREÑAS

Cuando se va a construir una defensa se debe considerar muchos factores, uno de los más importantes es el material a utilizar, el cual se debe seleccionar el tipo que mejor vaya con los resultados deseados y cumplan con las propiedades de resistividad, impermeabilidad y durabilidad a la intemperie. Además estos materiales se deben integrar al resto de los componentes para proporcionar estética a la construcción.

- **LOS MATERIALES DE USO FRECUENTE EN ESTE TIPO DE OBRAS SON LOS SIGUIENTES:**

- Concreto: ciclópeo, simple o reforzado.
- Gaviones, colchonetas.
- Piedra suelta, piedra pegada.
- Tablestacas metálicas o de madera.
- Pilotes metálicos, de concreto o de madera.
- Bolsacretos, sacos de suelo – cemento, sacos de arena.
- Fajinas de guadua.
- Elementos prefabricados de concreto: Bloques, Exápodos, etc.

- **MATERIALES EMPLEADOS PARA LOS MUROS DE GAVIONES:**

→ **LA ROCA:** Las piedras a ser usadas para el relleno de los gaviones deberán tener suficientes resistencias para soportar sin romperse las solicitaciones a que estarán sometidas después de colocadas en la obra, pueden ser piedra de canto rodado (Ver Figura 2-12.) o piedra chancada con determinado tamaño y peso específico, se recomienda evitar la utilización de fragmentos de lutita, arcilloita o pizarra, al menos que cumplan con los parámetros de resistencia y durabilidad por lo general estas piedras para el relleno se encuentran en las cercanías. En cuanto al tamaño máximo de estas piedras, debe estar entre 0.1 y 0.3 m. Los fragmentos más pequeños se deben colocar en la parte central del gavión y los fragmentos más grandes deben quedar dispuestos en contacto con la canasta.



Figura 2-12. Cantos Rodados



- CALIDAD DE LAS ROCAS

- ✓ La roca debe ser sana, dura, de cantera.
- ✓ Debe ser resistente al agua y a los refuerzos de corte.
- ✓ Se recomienda las rocas ígneas con densidad relativa $DR > 2$.
- ✓ La mejor forma de la roca es angular.
- ✓ La estabilidad del enrocado depende de la forma, tamaño y masa de las piedras, y de una adecuada distribución de tamaños.
- ✓ Densidad de diferentes tipos de materiales en kgmasa/m^3 .

- TAMAÑO DE LAS ROCAS

- ✓ La estabilidad de una roca es una función de su tamaño expresada ya sea en términos de su peso o diámetro equivalente.
- ✓ Se han efectuado muchos estudios para determinar el tamaño de las rocas, entre los que tenemos:

○ FÓRMULA DE MAYNORD:

$$\frac{d_{50}}{y} = C_1 * F^3$$

$$F = C_2 * \frac{V}{\sqrt{gy}}$$



Dónde: d_{50} es el diámetro medio de las rocas, y los valores recomendados de C_1 y C_2 se muestran a continuación:

➤ Valores de C_1 :

- . Fondo plano $C_1 = 0.28$
- . Talud 1V:3H $C_1 = 0.28$
- . Talud 1V:2H $C_1 = 0.32$

➤ Valores de C_2 :

- . Tramos en curva $C_2 = 1.50$
- . Tramos rectos $C_2 = 1.25$
- . En extremo de
Espigones $C_2 = 2.00$

○ **FÓRMULA DE ISBASH**

$$V = 1.7 \sqrt{\Delta g d}$$

$$\Delta = \frac{\rho_r - \rho}{\rho}$$

Dónde: d = diámetro mínimo de las rocas.

ρ_r = densidad de las rocas.

ρ = densidad del agua

○ **FÓRMULA DE GONCHAROV**

$$\frac{V}{\sqrt{\Delta g d}} = 0.75 \log \frac{8.8 y}{d}$$



Cuadro II-2. Valores de los factores de seguridad FS

Condición	FS
Flujo uniforme, tramos rectos o ligeramente curvos (radio de la curva / ancho del canal > 30). Mínima influencia de olas y de impacto de sedimentos y material flotante	1.0 – 1.2
Flujo gradualmente variado, curvas moderadas ($30 >$ radio de la curva / ancho del canal > 10). Moderada influencia de olas, y de impacto de sedimentos y material flotante	1.3 – 1.6
Aproximación al flujo rápidamente variado; curvas cerradas ($10 >$ radio de la curva / ancho del canal). Alta turbulencia, efecto significativo de impacto de material flotante y de sedimentos. Influncia significativa de las olas producidas por el vientos y botes	1.6 – 2.0

Fuente: Información de internet

- DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DE LAS ROCAS

- ✓ Recomendaciones de Simons y Senturk
 - La relación tamaño máximo de la roca entre el diámetro d_{50} debe ser aproximadamente 2.
 - La relación d_{50} y d_{20} debe ser también aproximadamente 2.
- ✓ Recomendación del U.S. Department of Transportation
 - La graduación de las piedras del enrocado afecta su Resistencia a la erosión. Cada carga del enrocado debe ser razonablemente bien graduada desde el tamaño más pequeño hasta el tamaño más grande. Ver Cuadro II-3.



**Cuadro II-3. Límites de Graduación de las Rocas
(Recomendaciones de U.S. Department of Transportation)**

Rango del tamaño de roca (pies)	Rango de peso de la roca (libras)	Porcentaje de graduación Menor que
1.5 D ₅₀ a 1.7 D ₅₀	3.0 W ₅₀ a 5.0 W ₅₀	100
1.2 D ₅₀ a 1.4 D ₅₀	2.0 W ₅₀ a 2.75 W ₅₀	85
1.0 D ₅₀ a 1.15 D ₅₀	1.0 W ₅₀ a 1.5 W ₅₀	50
0.4 D ₅₀ a 0.6 D ₅₀	0.1 W ₅₀ a 0.2 W ₅₀	15

Fuente: Información de internet

→ **MALLAS:** Las mallas para la construcción de las canastas de gaviones pueden ser de alambre galvanizado, de plástico, o de polietileno de alta densidad, empleándose los siguientes tipos de mallas:

- Malla Hexagonal de triple torsión (Ver Figura 2-13).
- Malla Hexagonal de doble torsión.
- Malla de Eslabonado simple.
- Malla Electrosoldada.

Se recomienda usar la malla de triple torsión, ya que permiten tolerar esfuerzos en varias direcciones sin producirse rotura, tendrán la forma de un hexágono alargado en el sentido de una de sus diagonales.

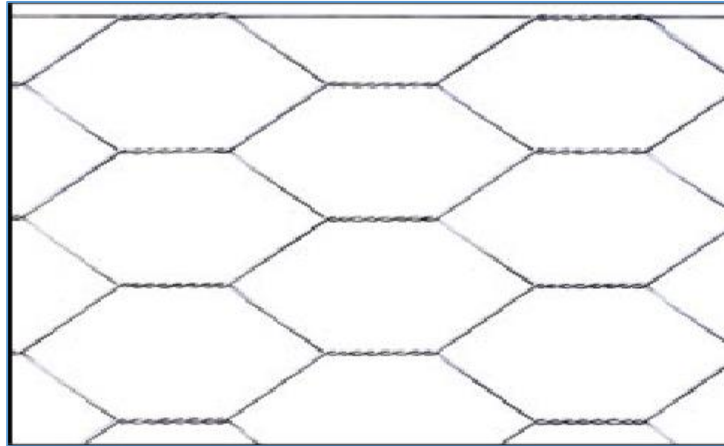


Figura 2-13. Malla Triple Torsión Galvanizada

- **ALAMBRE:** Los alambres (Ver Figura 2-14) utilizados para el cocido de los gaviones, los tirantes inferiores y las uniones entre unidades, deben ser el mismo diámetro y calidad que el alambre de la malla. El alambre utilizado en las aristas o bordes del gavión debe tener un diámetro mayor, se recomienda que éste sea un calibre inmediatamente superior al del alambre empleado en la malla.



Figura 2-14. Alambres

- **LOS MATERIALES EMPLEADOS PARA LOS MUROS DE MAMPOSTERÍA**

Deberán ser resistentes y construirse en forma cuidadosa con materiales duraderos para prevenir infiltraciones y daños climáticos. Entre los materiales usados tenemos:

→ **LADRILLOS:** Es considerado como uno de los mejores terminados, ya que ofrece muchas ventajas. Es muy agradable a la vista, durable, resistente al fuego y al paso del tiempo. Se puede encontrar casi en cualquier parte, existente muchas variedades para escoger y de costo accesible. Una muestra de ellos se puede apreciar en la (Ver Figura 2-15).

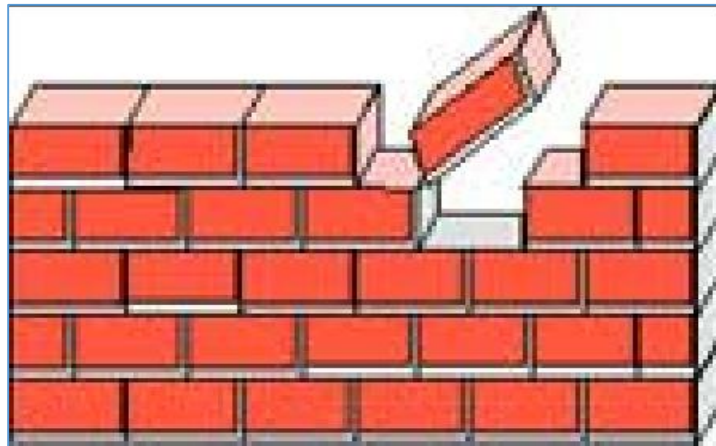


Figura 2-15. Ladrillos

→ **BLOQUES DE CEMENTO PREFABRICADOS:**
Muy resistente sobre todo a la intemperie por el interior de los muros. Aunque de apariencia no tan agradable como el ladrillo se puede encontrar en diversos colores, texturas y terminados. Pueden ser de arcilla cocida, de concreto, o de material sílico-calcáreo, con

ancho de 10, 15 o 20 cms, longitud de 20, 30 o 40 cms y altura de 10, 15 o 20 cms. Estas dimensiones están dadas con el objeto de modular los muros y sus uniones. (Ver Figura 2-16).



Figura 2-16. Bloque de Cemento Prefabricados

→ **PIEDRAS TALLADAS EN FORMAS REGULARES O NO:** La piedra (Ver Figura 2-17) es otra alternativa atractiva aunque costosa. Desafortunadamente en la piedra no existe la misma disponibilidad que en el ladrillo, ya que no todos los tipos de piedra son funcionales en un trabajo de albañilería. Algunas son muy suaves y otras son muy porosas, de cualquier manera hay otras alternativas que no son tan costosas. La más usada es la caliza en forma de laja por sus características.



Figura 2-17. Piedras usadas para Muros de Mampostería

- **PARA UNIR LAS PIEZAS SE UTILIZAN MORTEROS QUE PUEDEN SER DE**

→ **MORTEROS DE CEMENTO:** Antiguamente se utilizaba el barro, al cual se le añadían otros elementos naturales como paja, y en algunas zonas rurales excrementos de vaca y caballo, pero hoy en día, para unir las piezas se utiliza generalmente una argamasa o mortero de cemento y arena con la adición de una cantidad conveniente de agua, donde adquieren rápidamente la apariencia de muro de gran firmeza.

→ **MORTEROS DE CAL:** Este tipo de morteros no se caracterizan por su gran resistencia, sino por su plasticidad, color, y porque se trabaja con facilidad. Las juntas hechas con este tipo de mortero, durante los primeros años absorben, poco a poco, las dilataciones de los tabiques suave de barro al saturarse, haciendo más firme del muro.

2.8.- PROGRAMA RIVER

El programa River fue elaborado por el ingeniero Emilse Benavides C., profesional especialista de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) del Ministerio de Agricultura.

Este programa está dirigido a los profesionales e instituciones que están involucrados en obras de protección de cauces o defensas ribereñas.



Figura 2-18. Pantalla Principal de Programa River

RIVER contiene pestañas para cálculos de:

2.8.1.- CAUDAL DE DISEÑO

- Método estadístico
- Método Empírico
- Caudal Instantáneo

2.8.2.- DEFENSAS ENROCADAS

- Laterales
- Espigones

2.8.3.- HIDRÁULICA

- Diseño de Canales



CAPITULO III: ESTUDIOS BASICOS DE INGENIERIA



3.1.- ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA

3.1.1.- METODOLOGIA DE TRABAJO

El presente estudio será realizado en etapas, las cuales detallamos a continuación:

- **RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN EXISTENTE**

En este caso tenemos los estudios realizados por terceros (cartas nacionales) así como las inspecciones realizadas de manera visual a lo largo de la vía.

- **TRABAJOS DE CAMPO**

En este caso realizaremos reconocimientos a detalle mediante análisis visual y levantamientos topográficos correspondientes a fin de contar con la mejor alternativa en cuanto al paso del eje de la defensa por el terreno.

En esta etapa también viene a contarse con las recomendaciones vertidas por la parte geotécnica mediante una tipificación del suelo de fundación a fin de tener el trazo definitivo del eje de la defensa en campo.

- **TRABAJOS DE GABINETE**

Teniendo la información obtenida en el campo se procederá al correspondiente procesamiento de la data para posteriormente realizar los diseños respectivos.

3.1.2.- RECONOCIMIENTO Y PROCEDIMIENTOS DE ESTUDIO

La zona del proyecto está comprendida dentro del ámbito del distrito de Chicama, donde se aprecia un relieve montañoso seco y bastante escarpado de fuertes pendientes en medio de los cuales



se tiene un conglomerado bastante potente y pendiente suave, depositado por el río Chicama.

Luego de este reconocimiento se procedió a realizar los respectivos trabajos de levantamiento topográfico de la zona definida para el proyecto, así como el trazo de la línea de gradiente de la referida vía de acuerdo a lo indicado en los términos de referencia, realizándose los trabajos en coordenadas UTM y datum del sistema WGS 84.

3.1.3.- METODOLOGIAS Y EQUIPOS UTILIZADOS EN LA ETAPA DE CAMPO

Luego del reconocimiento de campo respectivo, se procedió con los trabajos de levantamiento topográfico de la quebrada por la cual discurre el río Chicama, así como el trazo del eje de la defensa planteada de acuerdo a lo indicado en los términos de referencia, realizándose los trabajos en coordenadas geodésicas y datum del sistema WGS 84.

El método empleado viene a ser el levantamiento por radiación a partir de un punto de referencia estática debidamente alineada y de coordenadas conocidas.

El método consiste en el disparo y lectura simultánea de distancias y ángulos para el posterior almacenamiento y procesamiento en la memoria del equipo (estación total)

Para el presente estudio, dada la envergadura del área a levantar así como el nivel de detalle del mismo y el tiempo a emplear en el trabajo, se vio en la necesidad de conformar dos frentes de trabajo, a fin de realizar el mismo en la menor cantidad de tiempo posible y con la calidad respectiva solicitada a este nivel, es por ello que se realizó un trabajo de levantamiento de toda el área de la quebrada y planicie de inundación y eje de defensa propuesto con un equipo y



un levantamiento a detalle netamente del cauce actual del rio Chicama con otro frente de trabajo.

3.1.4.- EQUIPO TECNICO Y PERSONAL EMPLEADO

Para este caso tenemos la conformación de los grupos de trabajo comandados cada uno por un técnico en topografía y personal de ayudantía (prismas, winchas, estacas y pintura) de los caseríos cercanos Punta moreno

GRUPO 01 (Levantamiento de quebrada y eje defensa)

→ Técnico:

- Leoncio Melendrez Mamani

→ Ayudantes:

- Sr. Segundo F. Mostacero Terrones
- Jorge Sánchez López
- Felipe Palacios
- Marlo Mostacero Pichen

GRUPO 02 (Levantamiento cauce rio Chicama)

→ Técnico:

- Pablo Tito Banegas Ramos

→ Ayudantes:

- Asencio Medina Alva
- Omar Mostacero Cárdenas
- Arturo Sucon Rafael
- Paul Castillo Vera

3.1.5.- EQUIPOS UTILIZADOS

Se emplearon para la realización de los trabajos los siguientes equipos:



- 01 Camioneta doble cabina para movilización
- 02 Estación Total marca Top Com modelo GPT-3105W
- 01 Nivel de Ingeniero marca Top Com modelo AT-G6
- 01 GPS navegador marca Garmin
- 07 Bastones porta prisma marca CST-Berger
- 01 Mira de aluminio marca CST-Berger
- 02 Trípodes de aluminio marca CST-Berger
- 07 Prismas marca CST-Berger
- Accesorios Complementarios

3.1.6.- TRAZO DE EJE DE DEFENSA Y LEVANTAMIENTO DE CAMPO

El levantamiento de campo fue realizado partiendo a unos 200 metros aguas arriba del puente Punta Moreno a fin de ver el tramo en compresión del río en sus épocas de crecidas, pasando posteriormente por el referido puente aguas abajo (Huabalito y Jaguey) hasta llegar a la zona de la bocatoma Salinar en la localidad de Pampa de Jaguey.

Se realizó la nivelación del eje de la defensa propuesta, realizando el estacado respectivo a una distancia de 20 m a lo largo de todo el trazo (10.3 km) a su vez un reconocimiento de las futuras obras de arte proyectadas (espigones de protección).

Adicionalmente se tiene el levantamiento con GPS del eje de defensa para un posterior levantamiento topográfico con estación total en una franja de trabajo de aproximadamente 30 m.

El paso del eje de la defensa viene debidamente sustentado en campo mediante la monumentación de los BM's de partida para el levantamiento, así como el trazo resulta un tanto irregular debido a que se requiere protección para la mayor cantidad posible de áreas



cultivadas y cultivables de los usuarios de la margen Izquierda, así como respetar el cauce natural formado por el río Chicama a fin de evitar acciones de erosiones y socavaciones severas por parte de este como se vio en el pasado.

3.1.7.- METODOLOGIA Y EQUIPOS DE UTILIZADOS EN LA ETAPA DE GABINETE

Luego de obtenida la información de campo con la Estación Total se procede al procesamiento y dibujo respectivos.

Los datos obtenidos en el campo son bajados al computador haciendo uso del colector de datos Top Com Link V7.2, siendo comprobados con hojas de cálculo en EXCEL, para su posterior procesamiento y diseño de la vía en el programa Autocad Land en el cual se trabajaran las curvas de nivel, los perfiles longitudinales y las secciones transversales.

Para la elaboración del plano se generó una malla de puntos, que marca las posiciones reales del terreno, con sus respectivas descripciones si es que las hubiera, para su posterior confección en gabinete, a partir del archivo de texto obtenido en el procesamiento de coordenadas.

Los planos se realizaron a la escala 1:1, para la observación precisa y sin distorsión de los detalles levantados. La información se guarda en medio magnético, lista para ser impresa y con las dimensiones adecuadas. El resultado, planos pre definitivos, los cuales pasan a un control interno para su verificación. Una vez hecho el control de calidad se generó un plano definitivo para la presentación final de la información.



3.1.8.- TRABAJOS TOPOGRAFICOS REALIZADOS

Los trabajos topográficos realizados en la zona del proyecto, fueron divididos en dos frentes, los mismos que se describen a continuación:

PRIMER FRENTE: tuvo a su cargo el levantamiento en su totalidad del área de la quebrada entre los poblados de Punta moreno y Pampas de Jaguey, por la cual hace su recorrido el río Chicama hasta los flancos donde posiblemente podría llegar el nivel del río ante una avenida extraordinaria, así como el área donde ha de realizarse el trazo del eje de defensa planteado, este trabajo se ejecutó en 6 días calendarios con una cuadrilla de topografía, se tiene el siguiente detalle:

- Se ejecutó la planimetría de la zona de la quebrada con curvas de nivel a cada 1.00 m., para una escala en plano indicada.
- En el levantamiento se especifican las zonas de carretera a proteger, construcciones existentes, áreas cultivadas entre otros, con las mismas características indicadas en el ítem anterior.
- Monumentación de puntos de control para toda el área de la quebrada, a cada 50m teniendo un total de 20 BMs, monumentados apropiadamente con concreto así como detallados para su fácil reconocimiento (Ver Cuadro III-1).



Cuadro III-1. Cuadro de Ubicación de Puntos de Control (BMS)

N	CODIGO	COORDENADAS			DESCRIPCION
		ESTE	NORTE	COTA	
1	BM-01	732834.965	9159734.010	455.000	Ubicado en estribo izquierdo del puente Punta Moreno, ala izquierda de estribo
2	BM-02	731950.053	9159384.269	443.872	Punto pintado sobre enrocado estable de protección de carretera Sausal - desvío Cas Cas (Berma izquierda, Km - 45+740)
3	BM-03	731734.251	9159423.735	440.555	Punto monumentado y pintado sobre la punta espigón adyacente a margen izquierda del rio Chicama (Ref: Km - 45+620 de Carretera)
4	BM-04	731302.014	9159001.088	435.085	Punto monumentado en concreto y debidamente pintado sobre berma izquierda Km - 44+950 de carretera Sausal - Dv Cas Cas
5	BM-05	730859.763	9158832.276	429.405	Monumentado y pintado en concreto sobre berma izquierda de carretera Sausal - Dv Cas Cas, po la localidad de Huabalito (Km - 44+460)
6	BM-06	730653.863	9158786.587	427.191	Ubicada en la puerta de la escuela primaria de menores de la localidad de Huabalito, Km - 44+260 berma derecha de la carretera
7	BM-07	730508.371	9158680.149	489.269	Ubicada sobre peñón saliente en la margen izquierda del rio Chicama sobre la localidad de Huabalito, cerca de los restos de un antiguo molino de viento ubicado en el lugar (Ref: Km - 44+060)
8	BM-08	730189.177	9158583.348	423.065	Ubicada y pintada en la berma derecha de carretera (Km - 43+740) sobre ala derecha de alcantarilla de concreto



“DISEÑO HIDRAULICO Y ESTRUCTURAL DE DEFENSA RIBEREÑA DEL RIO
CHICAMA, TRAMO PUENTE PUNTA MORENO - PAMPAS DE JAGUEY,
APLICANDO EL PROGRAMA RIVER”

9	BM-09	728703.177	9157739.510	406.116	Monumentado con probeta de concreto, en planicie de inundación, adyacente a berma izquierda de carretera (Km - 42+040), al pie de letrero en inicio de enrocado existente
10	BM-10	728150.415	9157370.178	423.890	Ubicada sobre peñón en flanco izquierdo del rio, sobre berma derecha de carretera (Km - 41+360) Frente a la localidad de Jaguey
11	BM-11	727590.109	9157688.624	400.618	Ubicada sobre enrocado existente en la margen derecha del rio Chicama en la localidad de Jaguey cerca de Oroya de paso hacia esta localidad
12	BM-12	727746.703	9156939.065	395.513	Monumentada con probeta de concreto cerca a berma derecha de carretera (Km - 40+720), en carretera adyacente a campos de sembrío de Cooperativa Casagrande
13	BM-13	727833.822	9155907.101	428.271	Ubicada sobre cerro en el flanco izquierdo de rio, sobre poblado de zona conocida como La Botella, Monumentada sobre roca firme
14	BM-14	727769.355	9155725.361	427.747	Ubicada y pintada sobre roca firme adyacente a flanco izquierdo de quebrada Chicama
15	BM-15	727561.919	9155020.260	414.823	Ubicada sobre flanco izquierdo de rio, sobre áreas agrícolas pertenecientes a Cooperativa Casagrande y sobre plantaciones de vid
16	BM-16	727114.784	9154868.243	375.795	Monumentada con probeta de concreto sobre berma derecha de carretera (Km - 38+560)
17	BM-17	727389.902	9153841.408	413.742	Flanco izquierdo de rio, sobre cerro rocoso sobre plantaciones de vid de SENASA.
18	BM-18	726866.567	9153293.071	400.549	Ubicado sobre flanco izquierdo de rio, sobre plantaciones de vid de SENASA



19	BM-19	726460.772	9163608.418	364.376	Ubicada y monumentada sobre berma izquierda de carretera (Km - 37+140) en enrocado de protección
20	BM-20	726041.577	9152949.573	367.911	Ubicada en berma izquierda de carretera (Km - 36+320) en entrada hacia planicie de inundación, en zona de Pampa de Jaguey

Fuente: Elaboración de Propia

- Para la ejecución de los trabajos descritos anteriormente se presentaron variadas dificultades; como falta de visibilidad por los arbusto, inclemencias del clima propio de la zona (tales como vientos excesivos, brillo solar durante todo el día de trabajo y falta de accesos para movilizarse por ambas márgenes debido a que el rio Chicama venia bastante cargado)

SEGUNDO FRENTE: toda el área netamente del rio Chicama bordeando el espejo y profundizando en el cauce a fin de tener los detalles del canal por el cual discurren las agua del mencionado rio. El presente trabajo se realizo de manera paralela al primer frente.

- Se ejecutó reconocimiento de las zonas de expansión y contracción del rio.
- Se partieron de los puntos de control dados para el levantamiento de la quebrada en su conjunto.

Los trabajos topográficos se han ejecutado conforme a los alcances del estudio. Previo a la ejecución de los trabajos de campo, se realizó un reconocimiento general de la zona del proyecto, se ubicaron y determinaron los Puntos Geodésicos que sirven de puntos bases para el control total del proyecto.



3.1.9.- APOYO PLANO – ALTIMETRICO

El apoyo plano-altimétrico para el Sistema de Control Topográfico del proyecto, se iniciara de las coordenadas y cotas de los Puntos Geodésicos monumentados en la zona del proyecto y descritos en el cuadro anterior.

3.1.10.- GENERACIÓN DE PLANOS

Los planos generados han sido trabajados en el programa indicado anteriormente. Se ha generado varios planos que se describen a continuación:

- Plano Topográfico de la Planta General del área de la defensa, Perfil y Secciones Transversales del terreno sobre el cual influirá la defensa proyectada, donde se detalla las curvas a nivel a cada 1,00 m.
- Plano de en planta y perfil así como secciones del eje.

3.1.11.- CONSIDERACION DE DISEÑO

El diseño respectivo viene atendiendo a los parámetros hidrológicos y geotécnicos observados tanto en campo como en laboratorio, lo cual arroja el dimensionamiento definitivo del cuerpo del dique

3.1.12.- TRAZO EN PLANTA

El presente trazo viene basado en las consideraciones encontradas y rescatadas en campo así como en las condiciones dadas por el rio para el presente diseño:

- El trazo en planta viene realizado atendiendo a las condiciones impuestas por el rio actualmente donde tenemos cursos bastante entrelazados que erosionaron las áreas agrícolas a tal punto de eliminar el material el



suelo franco donde se venía realizando la practica agrícola. Es así que el trazo actual viene envolviendo a las áreas agrícolas aun aprovechables en su totalidad, así como garantiza la protección de la vía que une los distritos de Chicama y Cas Cas, a la par de asegurar la protección de pequeños asentamientos humanos ubicados a lo largo de la misma como son Guabalito, Pampas de Jaguey, entre otros.

3.1.13.- TRAZO EN ELEVACIÓN

Las dimensiones dadas en los planos así como las profundidades de desplante con fines de cimentación se basan en los diferentes cálculos realizados por parte de los diferentes estudios realizados para el referido proyecto.

3.2.- ESTUDIO DE SUELOS

3.2.1.- INVESTIGACIONES DE CAMPO

El presente estudio de investigación de campo, en la cual se exploró la zona, consistió en la excavación de calicatas (Norma ASTM D-420) y muestreo de materiales, así como la inspección de trincheras existentes adyacentes a la zona de trabajo a fin de tener una correlación adecuada de los diferentes materiales que conforman el terreno que han de servir como suelo de fundación.

3.2.2.- EXPLORACIONES REALIZADAS

En la exploración de campo, se contempló la ejecución de calicatas a cielo abierto en lugares estratégicos como a cada 500 m del eje proyectado, lo cual sumado a las trincheras y cortes naturales realizados por el rio Chicama, así como una inspección visual del cauce del rio, donde ha de llevarse a cabo la materialización del



proyecto, nos da un total de aproximadamente 22 muestreos, los cuales en su mayoría poseen la misma o similar configuración.

Se tomaron muestras disturbadas (alteradas), de los diferentes estratos que se encontraban en cada una de las calicatas excavadas (Ver Cuadro III-2).

Cuadro III-2. Descripción de Calicatas y Trincheras Auscultadas Gavión Y Enrocado

TIPO DE SONDAJE	UBICACION (PROG)	PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCION DEL MATERIAL
Calicata (gavión)	0+100	1.50	Cobertura de material limo arenoso con incrustaciones de gravas de diferentes tamaños, bajo las cuales tenemos cantos rodados de tamaño medio intercaladas con arenas sueltas, nivel freático a 0.20 de profundidad.
Calicata	0+500	1.50	Cobertura de material gravo limoso, con escasa o nula plasticidad, materiales de arenas alternados con gravas redondeadas de tamaños medianos. nivel freático a una profundidad de 0.70m
Calicata	1+000	1.50	Materiales limosos de tonalidades oscuras en un espesor de 0.20m bajo la cual tenemos boleos y arenas hasta potencias indefinidas. Presencia de napa freática a 0.75m
Calicata	1+500	1.20	Cobertura de materiales areno limosos bastante finos en una potencia de 0.40m, bajo las cuales tenemos materiales gravosos menores a 2", nivel freático a 0.80m
Trinchera	2+000	1.20	Presencia de cobertura vegetal típica de la zona sobre manto limo arenoso, bajo las cuales tenemos la presencia de materiales gravosos y boleos de buen tamaño, presencia de agua a 0.80 m



*"DISEÑO HIDRAULICO Y ESTRUCTURAL DE DEFENSA RIBEREÑA DEL RIO
CHICAMA, TRAMO PUENTE PUNTA MORENO - PAMPAS DE JAGUEY,
APLICANDO EL PROGRAMA RIVER"*

Calicata	2+500	1.10	Configuración similar a la anterior con presencia de materiales gruesos y cantos rodados, nivel freático a 0.85m
Calicata	3+000	1.20	Cobertura vegetal típica de la zona con presencia de material limo arenoso sobre alternancia de arenas y gravas sub angulosas de tamaños considerables, napa freática a 0.80m
Trinchera	3+500	1.50	Materiales areno gravosos y boleos de buen tamaño, bajo los cuales tenemos materiales arenosos y boleos sin aglomerantes, presencia de agua a 0.90m
Calicata	4+000	1.20	Mezcla de materiales areno limosos sueltos, aumentando su granulometría conforme se profundice en la capa, nivel freático a 0.80m
Trinchera	4+500	1.30	Presencia de materiales limosos con cobertura vegetal en una potencia aproximada de 0.40m bajo la cual tenemos materiales areno gravosos poco compactos en una potencia indeterminada, presencia de agua a 0.85m
Calicata	5+000	1.40	Mezclas de materiales areno gravosos sueltos removidos por acciones antropicas, bajo la cual tenemos boleos sub angulosos y cantos rodados mayores a 3" poco consolidados, napa freática a 0.75m
Trinchera	5+500	1.50	Configuración similar a la anterior
Calicata	6+000	1.50	Mezcla de materiales limosos y boleos redondeados de 2 y 3" poco compactos, presencia de agua a 0.85m
Trinchera	6+500	1.50	Composición a base de materiales limosos con coberturas vegetales en una potencia de 0.90m bajo las cuales tenemos el típico material de rio hasta potencia indeterminadas.



Trinchera	7+000	1.50	Depósitos limosos mezclada con boleos y cantos rodados de diámetros medios, napa freática a poca profundidad 0.40m
Trinchera	7+500	1.50	Composición similar a la anterior, napa freática a 0.60m
Calicata	8+000	1.50	Presencia de materiales sueltos bastante diversificados entre gravas y arenas heterométricas sub angulosas, sobre lechos de río compuestos por cantos rodados de diferentes tamaños.
Trinchera	8+500	1.50	Presencia de materiales areno limosos bastante finos formando bancos pequeños de poca potencia, napa freática a 0.40m
Calicata	9+000	1.50	Materiales bastante heterogéneos entre arenas y gravas, nula presencia de finos, napa freática a 0.50m
Trinchera	9+500	1.50	Cortes de conglomerados de buena potencia y capacidad hasta profundidades indefinidas, compuesta por cantos rodados, arenas y limos socavados por acciones de las guas del río Chicama, nivel freático determinado a 0.70m
Trinchera	10+000	1.50	Configuración similar a la anterior
Trinchera	10+250	1.50	Configuración similar a la anterior

Fuente: Elaboración Propia.

Todas estas muestras fueron extraídas para ser procesados y determinar sus características Físicos Mecánicos en el Laboratorio de Mecánica de Suelos

Se consideró el tipo de muestras extraídas, en función de las exigencias que deberán atenderse en cada caso, respecto del terreno que representan.



NOTA: Cabe señalar que las muestras observadas en su mayoría constan de conglomerados sueltos compuestos por cantos rodados y boleos de buen tamaño que no pueden ser ensayados mediante tamizados por tratarse de diámetros bastante grandes, motivo por el cual se tienen únicamente porciones pequeñas del material ensayable dejando los mayores porcentajes de lado pero que son tonados en cuenta al momento de la descripción de calicatas.

3.2.3.- NIVEL FREÁTICO

El nivel freático viene dado por el mismo nivel del río Chicama, corroborada por las excavaciones realizadas a lo largo del trazo donde tenemos un nivel de aguas bastante cercanos al alcanzado por el río a una profundidad aproximada de entre 0.70 y 0.90m.

Cabe mencionar que en muchos casos el eje de la defensa planteada viene cortando los diferentes cauces del río Chicama por ende en algunos puntos el nivel freático viene a ser mayor al nivel de terreno de fundación.

3.2.4.- INVESTIGACIONES DE LABORATORIO

De las muestras representativas seleccionadas se realizaron los ensayos estándar de laboratorio, para que siguiendo las Normas de Ensayo de la American Society for Testing Materials (ASTM) y según el SUCS, la identificación y clasificación de suelos.

3.2.5.- ENSAYOS ESTANADAR DE LABORATORIO

Se realizaron los siguientes ensayos de las muestras extraídas:

- Contenido de Humedad (ASTM D2216 – El total de las muestras fueron extraídas por debajo del nivel freático, por lo cual estaban en completo estado de saturación por tratarse de suelos sumergidos)



- Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D422).
- Límites de Consistencia (ASTM D424 – Las muestras en casi su totalidad contienen pocas cantidades de finos ya que el agua intersticial lavo los finos de los suelos por debajo de la napa freática)
- Clasificación SUCS (ASTM D2487).

Todos estos ensayos vienen a ser utilizados posteriormente en la confección de los perfiles estratigráficos correspondientes a cada calicata y trinchera respectivamente. Los reportes de laboratorio se presentan en los anexos correspondientes.

3.2.6.- RESULTADOS DE LOS ENSAYOS OBTENIDOS EN LABORATORIO

A continuación se tiene el cuadro siguiente en el cual podemos apreciar los resultados de los porcentajes aproximados de materiales componentes de los suelos estudiados y de los suelos en general del área del proyecto, así como los resultados de los ensayos obtenidos en laboratorio practicados a las porciones en análisis.

De acuerdo a lo observado podemos decir que los suelos en su mayoría vienen siendo compuestos por materiales gravosos redondeados y sub redondeados de tonalidades blanco grisáceas en su mayoría, mezclado en con regular o poca cantidad de arenas de diferentes tonalidades y escasa presencia de finos compuesta en su totalidad por limos de tonalidades oscuras y nulas propiedades plásticas producto del lavado de las arcillas por el mismo río Chicama. (Ver Cuadro III-3).



Cuadro III-3. Descripción de Resultados de Estudios de Suelo

PROG.	PROF. [m]	% GRAVA	% ARENA	% FINOS	LL	LP	IP	CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO	DESCRIPCION
0+100	1.50	76.00	23.30	0.70	15.34	NP	NP	GP	A-1-a(0)	Gravas pobremente gradadas con poca presencia de finos
0+500	1.50	68.82	30.94	0.24	21.84	NP	NP	GW	A-2-4(0)	En su mayoría gravas bien gradadas alternada con regular cantidad de arenas de diferentes tonalidades y escasa presencia de finos en su composición
1+00	1.50	73.38	26.25	0.37	18.21	NP	NP	GW	A-2-7(0)	Gravas bien gradadas con regular cantidad de arenas y escasa presencia de finos
1+500	1.50	57.65	42.24	0.11	16.46	NP	NP	GP	A-1-b(0)	Gravas pobremente gradadas alternada con regular cantidad de arenas y nula presencia de finos
2+00	1.50	70.38	29.38	0.24	18.62	NP	NP	GW	A-1-a(0)	Gravas bien gradadas con poca presencia de arenas angulosas de varias tonalidades, nula presencia de finos
2+500	1.50	79.44	20.44	0.12	21.07	NP	NP	GW	A-2-4(0)	Configuración similar a la anterior
3+00	1.50	62.89	36.89	0.22	19.36	NP	NP	GP	A-2-4(0)	Gravas pobremente gradadas con poca presencia de arenas angulosas y escasa presencia de materiales inos en su composición
3+500	1.50	75.89	23.89	0.22	19.29	NP	NP	GP	A-2-4(0)	Configuración similar a la anterior
4+00	1.50	74.25	25.75	0.00	NL	NP	NP	GW	A-2-7(0)	Gravas bien gradadas con presencia de pequeñas raíces, alternada con poca presencia de gravas y nula cantidad de finos
4+500	1.50	69.73	30.00	0.27	NL	NP	NP	GW	A-1-b(0)	Configuración similar a la anterior
5+00	1.50	77.00	22.78	0.22	NL	NP	NP	GP	A-1-a(0)	Gravas pobremente gradadas mezclada con poca cantidad de arenas sucias por la presencia de finos de tonalidades oscuras
5+500	1.50	77.05	22.84	0.11	NL	NP	NP	GW	A-2-4(0)	Gravas bien gradadas mezcladas con arenas sucias de tonalidades oscuras producto de la reptación de suelos de cultivo
6+00	1.50	86.56	13.44	0.00	NL	NP	NP	GW	A-2-4(0)	Similar a a anterior
6+500	1.50	81.33	18.56	0.11	22.28	NP	NP	GW	A-2-4(0)	Similar a a anterior
7+00	1.50	79.67	20.00	0.33	21.84	NP	NP	GP	A-2-7(0)	Gravas pobremente gradadas mezcladas con arenas de diversas tonalidades y limos en poca medida producto del arranque de los terrenos de cultivo
7+500	1.50	79.79	19.68	0.53	19.60	NP	NP	GP	A-1-b(0)	Similar a a anterior

Fuente: Elaboración Propia.



3.2.7.- CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO

La capacidad portante admisible en por el terreno ante solicitaciones de carga por parte del cuerpo de la defensa viene siendo bastante hipotética ya que los cálculos que a continuación se tienen normalmente vienen siendo para estructuras rígidas, ya que en caso hubiera una falla por parte del terreno, la defensa planteada por ser bastante flexible se únicamente se acomodaría a la nueva forma que esta presentaría. Es por ello que puede afirmarse que la capacidad de carga presentada por parte del terreno viene siendo lo suficiente para la estructura planteada.

- **PARÁMETROS E HIPÓTESIS DE CÁLCULO**

Para nuestro caso realizaremos el análisis respectivo del terreno como una placa de cimentación fundada sobre el (dado por el área de fondo en contacto entre el terreno, que soporta la mayor cantidad de carga de la estructura de contención propuesta). Para tal efecto nos valemos de la siguiente expresión:

$$q_{ad} = \frac{1}{F.S.} (c N_c + \gamma D_f N_q + 1/2 B \gamma N_\gamma)$$

Donde:

Q_{ad} . = Capacidad Admisible del terreno (kg./cm²).

γ = Densidad húmeda natural del terreno.(kg/m³)

D_f = Profundidad de desplante de la estructura.(m)

B = Ancho menor de Cimiento (m).

C = Cohesión del terreno (kg/cm³)

N_q = Factor unidimensional de capacidad de carga, dependiente del ancho y de la zona de empuje pasivo



función del ángulo de fricción interna (ϕ), considera la influencia del peso del suelo.

N_γ = Factor adimensional de capacidad de carga debido a la presión de la sobrecarga (densidad de enterramiento).
Función del ángulo de fricción interna.

N_c = parámetro adimensional de la cohesión del terreno que viene a ser función del ángulo de fricción interno.

Dado la conformación casi uniforme alcanzada por el lecho de río que a de servir como suelo de fundación, podemos tener un estimado bastante acertado de este tipo de suelos aluviales.

$$\gamma' = 1800 \text{ kg/m}^3$$

Adicionalmente no tenemos ningún tipo de confinamiento por parte del terreno ya que el fondo del dique coincide con el terreno de fundación en su cota cero por ende:

$$D_f = 0$$

Así mismo el análisis viene dado para un ancho unitario de cara en contacto con el terreno por ser la más desfavorable, por lo tanto:

$$B = 1.0 \text{ m}$$

Finalmente contamos con un valor de cohesión prácticamente nulo por no encontrar evidencia de materiales cohesivos en el lecho del río Chicama:

$$c = 0.00 \text{ kg/cm}^2$$

La configuración final del cuerpo de dique viene siendo la siguiente, donde tenemos los esfuerzos transmitidos al lecho por parte del cuerpo de la defensa, teniendo la planicie central como la zona más crítica de falla por ser esta la que recibe mayores cargas por parte de la defensa. (Ver Figura 3-1).

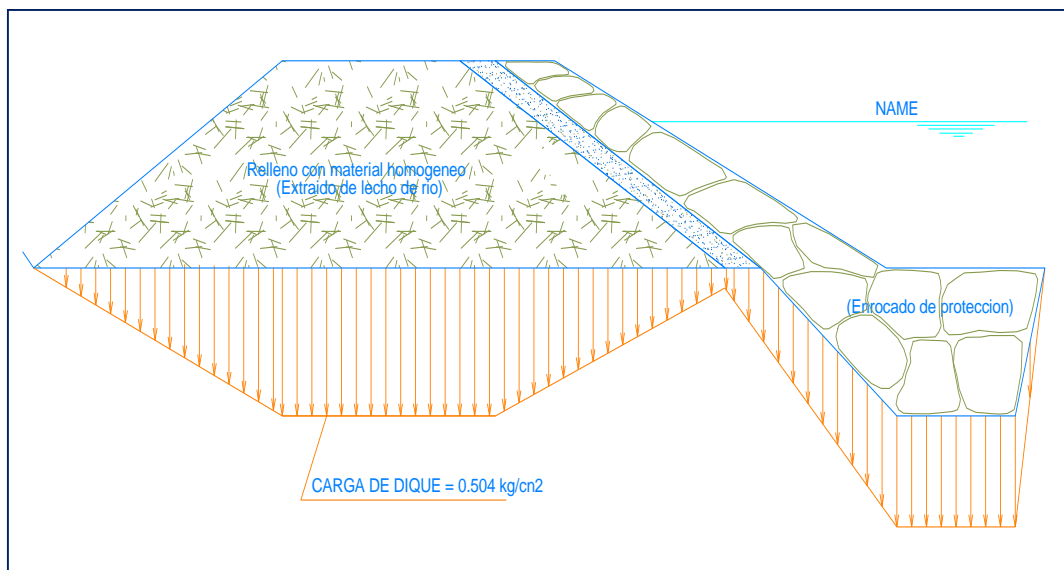


Figura 3-1. Diagrama de Carga de Dique

También es necesario tomar en cuenta para el caso de gravas y arenas típicas de lechos de río (gravas en su mayoría, componentes del suelo de fundación de acuerdo a clasificación en laboratorio y las inspecciones de campo) que los granos angulosos encajan unos con otros más perfectamente que los redondeados y por esto las arenas y gravas de grano angulosos tendrían un mayor ángulo de fricción. A continuación se muestra una tabla que refleja esta influencia de la angulosidad y de la granulometría sobre el ángulo de fricción máximo, presentada por Sowers y Sowers (1951).



Cuadro III-4. Influencia de la angulosidad y de la granulometría sobre el ángulo de fricción máxima

FORMA GRANULOMÉTRICA	ÁNGULO DE FRICCIÓN MÁXIMO	
	SUELTA	COMPACTA
Redondeada, uniforme	30°	37°
Redondeada, bien graduada	34°	40°
Angulosa, uniforme	35°	43°
Angulosa, bien graduada	39	45°

Fuente: Información de internet

Atendiendo a la tabla tenemos el siguiente valor del ángulo de fricción asumido para el tipo de suelo de fundación:

$$\phi = 32$$

Con el cual obtenemos los siguientes parámetros adimensionales:

$$N_c = 44.04$$

$$N_q = 28.52$$

$$N_\gamma = 26.87$$

Finalmente:

FS = Factor de seguridad, que toma en consideración lo siguiente:

(a) Variaciones naturales en la resistencia al corte de los suelos.

(b) Las incertidumbres que como es lógico, contienen los métodos o fórmulas para la determinación de la capacidad última del suelo.

(c) Disminuciones locales menores que se producen en la capacidad de carga de los suelos colapsables, durante o después de la Construcción.



(d) Excesivo asentamiento en suelos compresibles que haría fluir el suelo cuando éste, está próximo a la carga crítica o a la rotura por corte.

Por lo expuesto adoptaremos FS igual a 3 valor establecido para estructuras permanentes.

3.2.8.- CAPACIDAD DE CARGA FINAL

Cabe señalar que para este caso tomamos los valores de parámetros más desfavorables posibles en lo concerniente a la defensa con los cuales llegamos a obtener el siguiente valor de capacidad de carga por parte del terreno:

Reemplazando los parámetros en la ecuación de capacidad de carga tenemos:

$$Q_{adm.} = 0.806 \text{ kg/cm}^2$$

Este valor nos da a entender que la capacidad admisible del terreno bajo unas condiciones como las expuestas. Si las comparamos con las cargas solicitadas por parte de la estructura para este mismo elemento (cara en contacto con el terreno), encontramos lo siguiente:

$$F = 5040 \text{ kg/m}^2$$

Por parte del terreno tenemos:

$$Q_{adm.} = 8061 \text{ kg/m}^2$$

Con lo cual obtenemos:

$$Q_{adm.} \gg F$$

Garantizando de esta manera el comportamiento adecuado del terreno durante la operación y puesta en marcha de la defensa. Dado que el lecho de río Chicama en su totalidad viene siendo



conformado por el tipo de suelos gravoso y con poca presencia de arenas, por ende los resultados de capacidad admisible de carga a lo largo de estos será el mismo.

3.3.- ESTUDIO DE CANTERAS

3.3.1.- CANTERAS – CUERPO DE GAVIONES

3.3.1.1.- ESTUDIOS DE CANTERAS PARA EL CUERPO DE GAVIONES

El material componente del cuerpo tanto de gaviones como de los colchones tipo Reno, requiere de características específicas tanto en su granulometría como en sus propiedades físicas.

Los requerimientos mínimos que deben cumplir los materiales parten del estudio hidrológico que se citan a continuación:

Para las cajas de gavión se debe tener un relleno de diámetros entre 0.10 y 0.20m con un $D_{50} = 0.15m$, de buenas capacidades portantes, limpias y libres de sustancia dañinas.

Para el colchón tipo Reno se debe tener un relleno de diámetros entre 0.07 a 0.15m con un $D_{50} = 0.125m$.

3.3.1.2- UBICACIÓN

Para este caso tenemos claramente reconocidos los bancos adyacentes a la margen izquierda del río Chicama, justamente donde se tienen planeados la construcción de las cajas de gavión y colchones tipo Reno, para la protección de



la vía en sus tramos iniciales (específicamente entre la salida del puente hasta unos 368m aguas abajo).

3.3.1.3.- DESCRIPCION Y CANTIDAD DISPONIBLE DEL MATERIAL

Esta cantera consta de una acumulación de cantos rodados de diferentes tamaños acarreados por el río Chicama y depositados en bancos a lo largo de las riberas y cauce del mismo, con buenas características portantes y en los diámetros requeridos para su utilización.

- **CANTIDAD REQUERIDA:**

La cantidad a utilizarse del material en sus diferentes diámetros, viene a ser de 2,500m³ aproximadamente, incluyendo un 5% de desperdicios y pérdidas del material durante su puesta en las cajas de gavión.

- **CANTIDAD DISPONIBLE**

La cantidad disponible viene a ser mucho mayor a la solicitada por parte de las estructuras de gavión propuestas, ya que contamos con toda un planicie aluvial donde se depositaron los materiales en los diferentes cursos que tuvo el río Chicama, con lo cual su requerimiento de cantidad queda saldado.

3.3.1.4.- ACCESOS

La cantera propuesta viene dispuesta a pocos metros de la zona de construcción de las estructuras de gaviones (aproximadamente 100m), ya que se ubican en pleno lecho de río y terrazas ubicadas en la ribera izquierda.

3.3.1.5.-DISPONIBILIDAD

Existe de parte de los pobladores de caseríos cercanos al río, autoridades municipales, el consentimiento y facilidades para su explotación.



Figura 3-2. Vista de la cantera (centro) para las cajas de gavión.

3.3.1.6.- MUESTREO DE CAMPO

En este caso tenemos auscultación a tajo abierto realizada en campo, mediante la excavación de 01 calicata, el muestreo en una trinchera existente y lecho de río respectivamente para su posterior descripción tanto visual como de laboratorio

Tenemos el siguiente muestreo:

- 01 calicata excavada en banco izquierdo hasta una profundidad de 1.2m, adyacente a carretera a proteger donde podemos ver la presencia de cantos rodados de tonalidades grisáceas arrastrados por la corriente agua arriba y depositados en la terrazas



anegadizas materia del presente estudio, vienen dados con tamaños de entre 5mm y 30cm con texturas sub redondeadas a redondeadas.

- 01 trinchera existente en banco izquierdo excavada por el mismo rio hasta una altura existente de entre 0.80 y 1.2m donde su puede apreciar una alternancia de materiales finos de tonalidades oscuras (limos) y cantos rodados de tamaños variados entre 5mm y 20cm cubiertos por una capa regular de boleos de tamaños mayores a los 20mm
- 01 muestra extraída de lecho de rio donde se puede apreciar el predominio de materiales medianos gruesos y finos en menor medida los cuales dada su contacto con el agua vienen lavados y listos para su extracción y selección respectiva.

Cabe mencionar que dada las dimensiones de los materiales encontrados, y su imposibilidad al momento de ensayarlos en laboratorio (al menos por encima de los 3” de diámetro) el muestreo se dio tomando un área muestral de 1 x 1m hasta las profundidades especificadas en los muestreo dados anteriormente, teniéndose que realizar las mediciones y su correspondiente porcentaje de participación a mano.

3.3.1.7.- RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

De acuerdo a lo observado en campo, y a los ensayos realizados en él se desprenden los valores de composición de los bancos de materiales de relleno dados para las cajas de gavión y colchón reno respectivamente.

- **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**



En este caso tenemos la siguiente composición granulométrica del material estudiado en campo.

Cuadro III-5. Porcentajes respecto a sus Diámetros

DIAMETROS	PORCENTAJES		
	M-01	M-02	M-03
Mayor a 25mm	30	25	35
Entre 15mm y 25mm	30	25	25
Entre 7.5mm y 15mm	20	12	20
Entre 7.5 y malla N 4 (gravas)	11	20	12
Entre malla N4 y malla N 200(arenas)	8	15	5
Menores a malla N 200 (finos)	1	3	3

Fuente: Información de Internet

De todas las muestras analizadas la tercera viene a ser la más apropiada ya que esta viene más limpia que las anteriores, por el mismo hecho de que viene extraída del mismo lecho de río, para el resto de casos el material es utilizable pero previa selección y limpieza respectiva por parte del personal a cargo de la remoción de materiales

- **LIMITES DE CONSISTENCIA**

No se tiene indicios de límites tanto líquido como plástico debido a la ausencia de materiales cohesivos en la composición de los muestreos realizados.

3.3.2.- CANTERAS – CUERPO DE DIQUE

3.3.2.1.- ESTUDIO DE CANTERAS PARA EL CUERPO DE DIQUE

En este caso tenemos el estudio de materiales para la construcción del cuerpo de dique, se tomara en cuenta la cantidad de material del que se dispone así como la cantidad



requerida a fin de saber si se cumple o no con la demanda especificada por el presente diseño.

Las investigaciones realizadas vienen a ser indispensables a fin de determinar las características preponderantes en los materiales analizados para su utilización en el cuerpo de dique, la información obtenida de los sondeos realizados en campo a fin de determinar las propiedades con las que cuenta el material estudiado para los diseños requeridos.

3.3.2.2.- CANTERA PROPUESTA

Tomando en cuenta las consideraciones descritas en el acápite anterior pasamos a realizar las inspecciones de campo respectivas a fin de encontrar el material adecuado para los trabajos de relleno y conformación de cuerpo de dique llegando a la ubicación de zonas a lo largo de todo el trazo del eje de defensa donde contamos con materiales de granulometrías diversas, conformadas por cantos rodados de tamaños medios y pequeños mezclados con limos arenosos de tonalidades marrones arrancados de áreas agrícolas aguas arriba y depositados en el cauce en mención como bancos de buena potencia.

3.3.2.3.- DESCRIPCION Y CANTIDAD DISPONIBLE DEL MATERIAL

Contamos con materiales de granulometrías diversas, conformadas por cantos rodados de tamaños medios y pequeños mezclados con limos arenosos de tonalidades marrones arrancados de áreas agrícolas aguas arriba y depositados en el cauce en mención como bancos de buena potencia (cuyo uso tiene como antecedente las diferentes obras de contención de enrocados construidas por el



PERPEC en los años 2006 que vienen manteniéndose hasta la fecha), y en cantidades bastante considerables a lo largo de toda el área baja del río Chicama específicamente en las planicies donde se tiene planteada la construcción del proyecto.

- **CANTIDAD REQUERIDA**

La cantidad requerida por parte del proyecto viene siendo de 125000.00m³ debidamente conformada y compactada a lo largo de cerca a 10 km de defensa

- **CANTIDAD DISPONIBLE**

La cantidad disponible viene a ser mucho mayor a la solicitada por parte de las estructuras de defensa propuestas, ya que contamos en promedio con un ancho de 180m de descolamatación de lecho del río Chicama el cual será apilado, conformado y compactado en la margen izquierda formando de esta manera la defensa ribereña propuesta.

3.3.2.4.- UBICACIÓN

Los materiales vienen depositados a lo largo de todo el cauce y margen izquierda del río Chicama, ubicación estratégica ya que mediante ella tenemos bancos de materiales puestos a pie de obra.

3.3.2.5.- ACCESO

La accesibilidad queda saldada por el simple hecho de que el área de explotación y el de construcción de la estructura son compartidos.

3.3.2.6.- DISPONIBILIDAD

Existe de parte de los pobladores de caseríos cercanos al río, autoridades municipales, el consentimiento y facilidades para su explotación.



Figura 3-3. Lecho de río (compuesta de materiales homogéneos de gravas heterométricas y limos arenosos en regular cantidad)

3.3.3.- CANTERAS – ROCA PARA ENROCADO

3.3.3.1.- CANTERA QUEBRADA “EL LIMO”

La cantera propuesta para el enrocado de protección en la cara húmeda del dique de enrocado, viene a ser la encontrada en la quebrada antes señalada donde tenemos la presencia de macizos rocosos de gran potencia conformados por granitos de tonalidades rojizas por encima producto del inclemente calor imperantes en la zona de estudio, pasando por tonalidades blancas en su parte interior las cuales vienen a ser las coloraciones originales del macizo.



3.3.3.2.- DESCRIPCION Y CANTIDAD DISPONIBLE DEL MATERIAL

El material propuesto viene conformado por promontorios de rocas ígneas de buenas capacidades portantes, y tonalidades pardo rojizas utilizadas anteriormente en otras obras de enrocado fundadas en la margen derecha del rio Chicama, con buenos resultados que perduran hasta la actualidad.

- **CANTIDAD REQUERIDA**

La cantidad requerida por parte del proyecto dentro de sus diferentes parte componentes asciende a 100000.00m³ incluyendo una pérdida del 5% durante su explotación, transporte y colocación.

- **CANTIDAD DISPONIBLE**

Para el presente tenemos el material conformando un macizo rocoso de varias hectáreas de extensión y potencias mayores a los 5m, de los cuales hay de tomarse un área específica de aproximadamente 4 hectáreas (40,000m²) por lo cual el abastecimiento dentro del proyecto viene a ser suficiente.

3.3.3.3.- UBICACIÓN

Esta viene ubicada en la margen derecha del rio Chicama específicamente en la quebrada conocida como El Limo, zona superior de la Localidad de Punta Moreno.



3.3.3.4.- ACCESO

Accesible por la carretera afirmada que va de la localidad de Punta Moreno hacia la referida quebrada a una distancia media de aproximadamente 7.5km (a partir del centro de gravedad de la obra) mediante una la vía afirmada a proteger en una distancia de 7km y una vía afirmada en reglas estado que va de Punta Moreno Hacia la referida quebrada en una distancia de 2.5km pasando por la localidad de El Progreso.

3.3.3.5.- DISPONIBILIDAD

Existe de parte de los pobladores de caseríos cercanos al río, autoridades municipales, el consentimiento y facilidades para su explotación. Así mismo se tiene el área debidamente saneada ya que no se tiene en su ámbito zonas arqueológicas o de interés comunitario.



Figura 3-4. Cantera para enrocado de protección Quebrada - El Limo



Figura 3-5. Quebrada El Limo (área de explotación de los materiales a utilizar en el enrocado de las estructuras de contención)



3.3.3.6.- MUESTREO DE CAMPO

Para la presente tenemos la extracción de materiales rocosos de buen tamaño extraídos de las canteras propuestas para su posterior ensayo en laboratorio de rocas

Cabe mencionar que debido a las dimensiones de los materiales encontrados se toma únicamente un trozo del material como representativo del promontorio rocoso encontrado para la posterior evaluación y consecuente explotación y uso en los elementos de la defensa propuesta.

3.3.3.7.- ESTUDIOS DE LABORATORIO REALIZADOS

Tenemos los siguientes ensayos propuestos realizados al material rocoso:

- Tenemos los ensayos de compresión simple a fin de ver el grado de densidad y resistencia del material dentro de la defensa planteada.
- Finalmente y con los datos antes encontrados tenemos la clasificación geomecánica de manera cualitativa realizado al material a fin de ver sus cualidades y así determinar su aptitud para su utilización dentro de los elementos conformantes de la defensa.

3.3.3.8.- RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

De acuerdo a los resultados arrojados así como a las inspecciones realizadas en campo y a los antecedentes del material como parte de otras estructuras de contención construidas, podemos concluir que este viene a ser adecuado para su utilización dentro de la defensa planteada ya que no solo se encuentra en buen estado sino que su uso

en estructuras de protección construidas anteriormente (caso de la defensa en la margen derecha a la salida del Puente Punta Moreno, y la defensa en la margen izquierda en la zona de Huabalito construida por el PERPEC en el 2006), así lo demuestran por ende esta viene a ser la cantera adecuada para la protección del talud húmedo del dique de protección propuesto.

Los ensayos de laboratorio practicados al material vienen anexados a la presente memoria



Figura 3-6. Dique existente de material homogéneo (Construido por el PERPEC en el 2006), protegido por enrocados extraídos de la cantera propuesta para el presente estudio (Quebrada El Limo) con buenos resultados

3.4.- ESTUDIO HIDROLÓGICO

3.4.1.- UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Geográficamente se encuentra comprendido aproximadamente entre los paralelos 7°21 y 7°59 de Latitud Sur y los meridianos 78°14 y 79°20 de Longitud Oeste.



3.4.2.- UBICACIÓN HIDROGRÁFICA

Hidrográficamente la CUENCA limita por el:

- Norte: Cuenca del río Jequetepeque
- Este: Cuenca del río Marañón
- Sur: Cuenca del río Moche e Intercuenca de quebrada Río Seco
- Oeste: Océano Pacífico
- Sureste: Cuenca del río Santa
- Noroeste: Intercuenca de las quebradas Culebra y Cupisnique.

3.4.3.- UBICACIÓN POLITICA

Políticamente comprende parte de las provincias de Ascope, Gran Chimú, Otuzco, Santiago de Chuco del departamento de la Libertad y de las provincias de Cajamarca y Contumazá del departamento de Cajamarca.

3.4.4.- UBICACIÓN ADMINISTRATIVA

Existe una concepción equivocada al confundir los limites de un Distrito de Riego con los limites de la cuenca hidrográfica sobre la que funciona. Por ello se debe poner énfasis en señalar que la CUENCA no es totalmente coincidente con las del ATDR, presentando sus diferencias mayores en el valle, debido a que esta tiene jurisdicción sobre las áreas en las intercuenas de Culebra y Río Seco y en menor magnitud la que se da en la parte alta donde se localizan la laguna de pozo Hondo que Hidrográficamente no pertenece a la CUENCA pero si al Distrito de Riego Chicama.

En tal sentido Administrativamente limita por:

- Norte: Distrito de Riego Jequetepeque
- Este: Distrito de Riego Huamachuco



- Sur: Distrito de Riego Moche – Virú - Chao
- Oeste: Océano Pacífico
- Noreste: Distrito de Riego Cajabamba

3.4.5.- DIVISIÓN HIDROGRÁFICA Y SUPERFICIE

La Cuenca del río Chicama tiene un área total de 4814,3 Km²; el río principal es de orden 6 y drena las escorrentías superficiales o excedentes desde sus nacientes en las alturas de la divisoria de la subcuenca Huancay hasta la desembocadura en el Océano Pacífico realizando un recorrido de 169,2 Km. (Ver Figura 3-8).

La cuenca esta conformada por 07 subcuencas principales, 05 de las cuales son subcuencas tributarias:

- Subcuenca Río Huancay
- Subcuenca Río Chuquillanqui
- Subcuenca Río Ochape
- Subcuenca Río Santanero
- Subcuenca Río Quirripano y 02 de ellas conforman el cauce principal
- Subcuenca Media (desde la confluencia de los ríos Huancay y Chuquillanqui hasta la estación hidrométrica Salinar)
- Subcuenca Baja (desde la estación hidrométrica Salinar hasta su desembocadura en el Océano Pacífico)

Para poder determinar cuál es el comportamiento que presentan los curso de agua superficial se han determinado las características fisiográficas más importantes de la cuenca que se resumen en el Cuadro III-6.

El cauce principal del río Chicama nace en la subcuenca del río Huancay con una longitud de 76.9Km, luego recorre la cuenca



media de 39.4Km para finalmente atravesar el valle en la cuenca baja de 52.9Km; haciendo un total de 169.2Km (Ver Figura 3-7).

Cuadro III-6. Características Fisiográficas de la Cuenca

PARAMETROS		SUBCUENCA								
		Baja	Media	Rio Chuquillanqui	Rio Huancay	Rio Ochope	Rio Quimpano	Rio Santanero	Cuenca	
SUPERFICIE TOTAL (km ²)		1149.2	457.7	909.2	1186.0	217.2	327.6	567.4	4814.3	
PERIMETRO (km)		168.3	139.5	147.4	192.7	75.5	87.9	111.4	417.8	
FORMA	COEFICIENTE DE COMPACIDAD	-	-	1.38	1.58	1.44	1.37	1.32	1.70	
	FACTOR DE FORMA	-	-	0.33	0.20	0.23	0.25	0.42	0.17	
S I D E N T E A M J E	ORDEN DE RIOS	-	-	5.0	4.0	4.0	5.0	4.0	6.0	
	FRECUENCIA DE LOS RIOS (# total de rios / km ²)	-	-	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	
	DENSIDAD DE DRENAJE (km/km ²)	-	-	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	
	EXTENSION MEDIA DE ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL (m)	-	-	433.4	472.9	428.0	426.8	406.7	486.5	
R E L I E V E	RECTANGULO EQUIVALENTE	LADO MAYOR (km)	-	-	58.0	81.8	30.7	34.4	42.3	182.6
		LADO MENOR (km)	-	-	15.7	14.5	7.1	9.5	13.4	26.4
	ALTUD MEDIA DE LA CUENCA (m)	-	-	2519.6	2617.9	2304.3	1741.4	1382.5	1748.7	
	PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA (%)	-	-	53.4%	52.4%	52.2%	55.4%	45.3%	44.8%	
	ALTURA MINIMA DEL CAUCE (m)	0.0	330.0	697.0	697.0	525.0	333.0	375.0	0.0	
	ALTURA MAXIMA DEL CAUCE (m)	330.0	697.0	3984.0	4146.0	3857.0	3673.0	2828.0	4146.0	
	LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL (m)	52.9	39.4	52.2	76.9	30.6	36.3	36.8	169.2	
	PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE (%)	0.6%	0.9%	6.3%	4.5%	10.9%	9.2%	6.7%	2.4%	
	PENDIENTE EQUIVALENTE CONSTANTE DEL CAUCE (%)	0.7%	1.4%	4.4%	3.2%	10.1%	6.6%	3.6%	1.2%	
COEFICIENTE DE TORRENCIALIDAD (rios/km ²)		-	-	0.14	0.10	0.15	0.16	0.14	0.12	
COEFICIENTE DE MASIVIDAD (m/km ²)		-	-	2.77	2.21	10.61	5.32	2.44	0.36	

Fuente: ADMINISTRACION TECNICA DEL DISTRITO DE RIEGO CHICAMA (MINISTERIO DE AGRICULTURA)

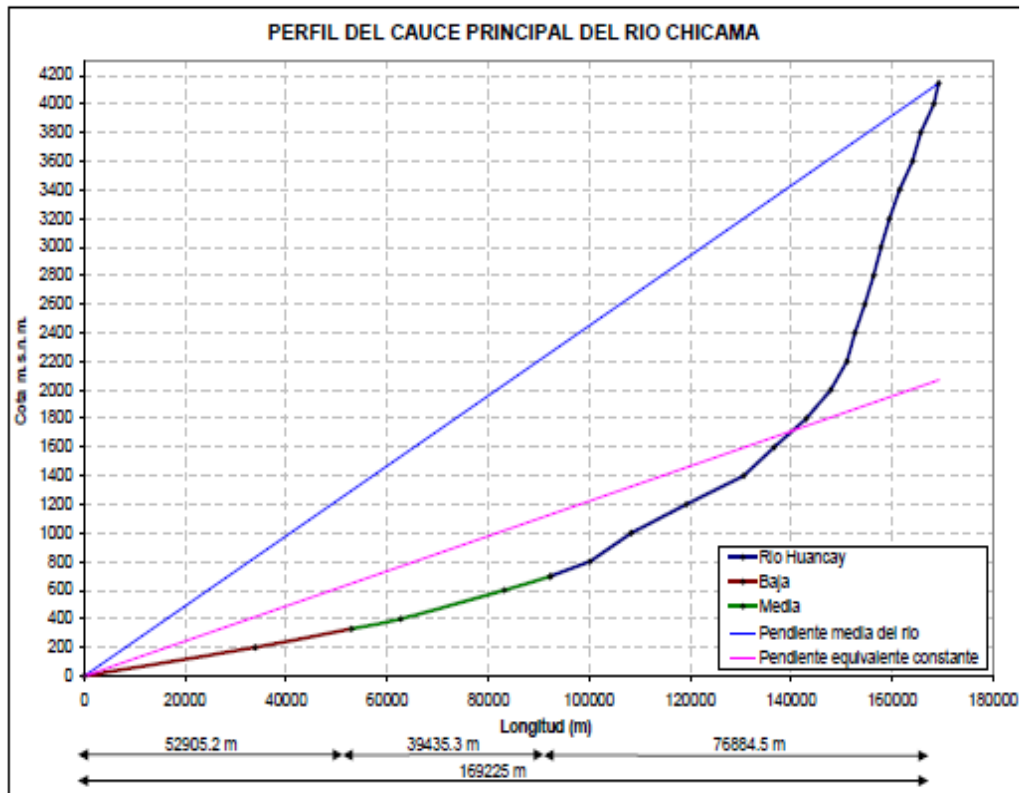


Figura 3-7. Perfil del Cauze Rio Chicama

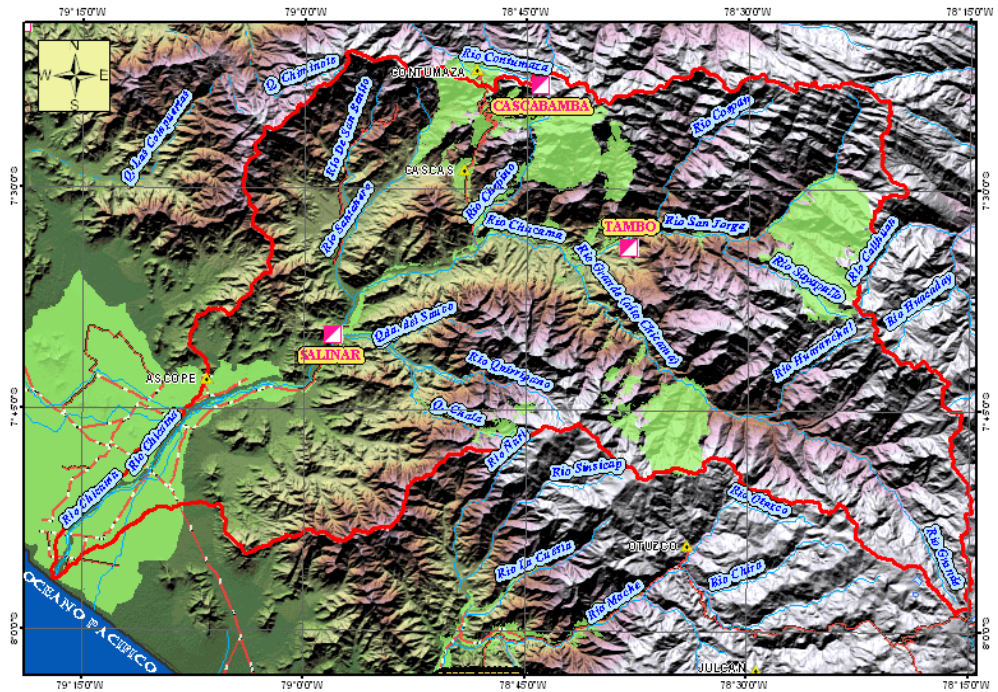


Figura 3-8. Cuenca del Rio Chicama

3.4.6.- REGISTROS HIDROMETRICOS

Para el análisis hidrométrico se ha recopilado la información de la Estación Salinar - El Tambo localizada en la cuenca del río Chicama.

- **ESTACIÓN SALINAR:** Ubicada en el río Chicama aguas abajo de la entrega del río Quirripano en las coordenadas $78^{\circ}58'$ de longitud y $7^{\circ}40'$ de latitud sur a una altitud de 350 m.s.n.m. (Ver Figura 3-9).

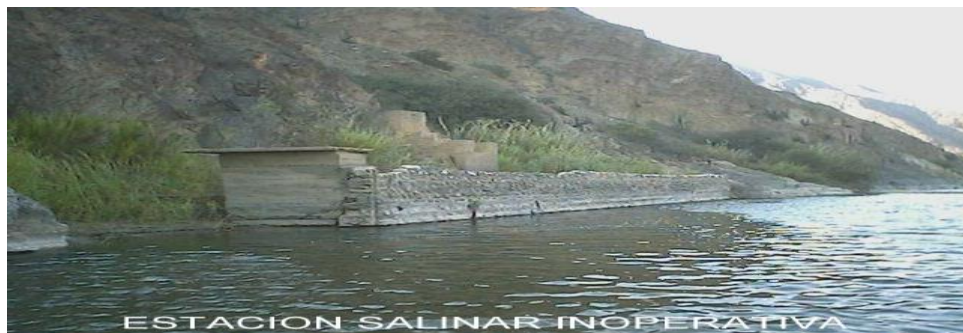


Figura 3-9. Foto de Estación Salinar

- **ESTACIÓN TAMBO:** Ubicada en el río Chicama aguas abajo de la entrega del río San Felipe en las coordenadas $78^{\circ}42'$ de longitud y $7^{\circ}34'$ de latitud sur a una altitud de 712 m.s.n.m. (Ver Figura 3-10)

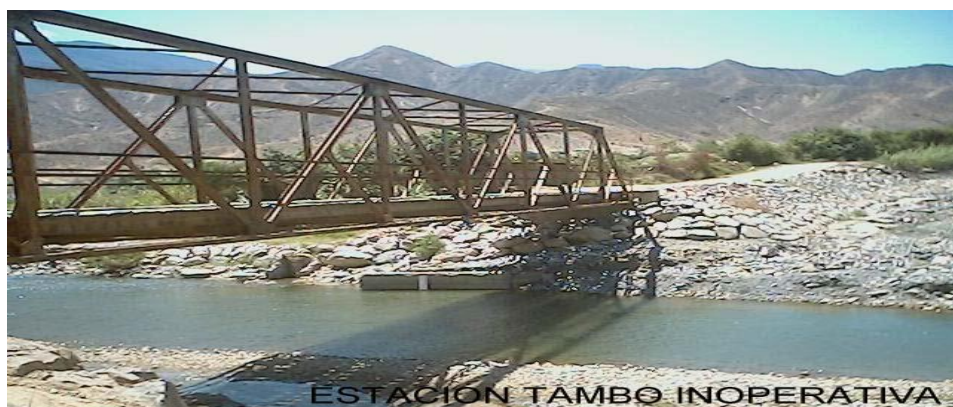


Figura 3-10. Foto de Estación Tambo



**"DISEÑO HIDRAULICO Y ESTRUCTURAL DE DEFENSA RIBERENA DEL RIO
CHICAMA, TRAMO PUENTE PUNTA MORENO - PAMPAS DE JAGUEY,
APLICANDO EL PROGRAMA RIVER"**

• CAUDALES MÁXIMOS EN 24 HORAS

Es necesario identificar un período común de análisis, siendo este 1971 – 2010 en cuanto a caudales máximos en 24 horas, de acuerdo a la información disponible y que se requiere para efectos de cálculo. Ver Cuadro III-7.

Cuadro III-7. Registro de descarga Máxima diaria del Rio Chicama (m³/s)

AÑOS	Caudal (m ³ /s)												MAXIMO
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
1971	26.04	101.72	427.09	286.43	32.62	12.43	7.31	5.79	7.02	10.48	8.58	26.69	427.09
1972	43.89	81.98	556.72	86.96	37.09	19.10	10.13	5.24	5.58	6.08	9.36	25.15	556.72
1973	118.22	100.05	161.79	466.69	97.09	26.83	15.55	9.84	10.83	21.23	14.93	26.51	466.69
1974	60.62	189.74	192.40	50.99	20.86	9.26	8.59	4.52	4.80	9.38	4.92	6.90	192.40
1975	38.04	245.94	406.90	212.75	43.20	18.59	8.98	10.00	10.12	32.50	12.03	6.20	406.90
1976	71.04	125.95	256.02	70.86	26.10	13.11	6.53	4.99	3.81	3.01	3.40	4.56	256.02
1977	35.92	382.00	184.00	149.00	43.70	13.30	8.00	5.95	5.12	7.49	4.90	4.90	382.00
1978	6.03	14.26	49.44	35.58	22.14	7.47	3.41	2.12	1.71	1.65	2.69	4.67	49.44
1979	6.78	37.50	181.52	36.20	9.69	6.60	3.10	2.38	2.21	1.29	0.96	0.89	181.52
1980	2.04	1.80	9.92	25.39	1.16	0.83	0.68	0.46	0.37	7.48	10.32	58.20	58.20
1981	17.87	289.00	326.50	30.33	13.71	6.70	4.12	2.64	1.88	6.86	19.71	34.88	326.50
1982	24.83	53.79	25.69	84.62	13.12	6.83	3.00	1.72	2.20	11.50	16.01	66.22	84.62
1983	112.35	81.80	900.00	600.00	400.00	72.00	15.60	9.00	9.12	11.80	9.06	38.32	900.00
1984	23.10	334.00	510.00	63.00	80.00	26.00	14.00	8.00	5.80	14.60	26.80	44.50	510.00
1985	9.30	24.46	71.00	24.40	10.52	4.86	2.99	1.94	4.14	2.70	1.40	7.32	71.00
1986	163.70	41.50	47.28	99.00	35.34	10.32	4.03	2.75	2.00	1.08	7.64	22.02	163.70
1987	123.42	153.78	72.61	59.04	46.29	7.19	3.73	4.34	2.24	2.99	7.27	3.40	153.78
1988	49.52	45.44	45.81	77.86	35.02	8.64	3.06	1.98	1.42	3.26	9.41	6.34	77.86
1989	32.13	178.21	137.04	116.08	46.86	9.95	6.98	4.02	2.96	18.12	13.38	1.69	178.21
1990	9.34	30.53	17.63	13.08	6.78	3.75	2.50	0.89	0.38	6.44	31.00	35.00	35.00
1991	8.88	21.63	79.51	36.89	18.25	4.76	1.59	0.63	0.30	3.04	3.10	12.51	79.51
1992	18.24	8.04	48.77	123.70	26.34	8.79	2.40	0.98	0.40	4.20	2.03	1.37	123.70
1993	7.69	78.40	297.94	177.18	47.44	20.30	6.99	4.04	9.09	23.34	57.91	47.06	297.94
1994	57.36	94.84	123.06	167.57	51.00	18.60	8.69	4.43	2.97	3.06	7.87	15.51	167.57
1995	15.78	77.27	43.46	61.85	13.54	6.40	3.46	2.73	1.14	0.88	6.76	24.29	77.27
1996	54.46	117.67	158.82	99.90	28.10	10.90	5.42	2.96	1.78	5.97	7.70	0.80	158.82
1997	2.46	33.39	23.14	24.18	20.21	3.36	1.84	0.43	0.18	3.46	16.53	112.42	112.42
1998	433.25	1,500.00	806.53	496.67	89.94	28.58	14.96	9.47	7.23	14.11	8.88	9.71	1,500.00
1999	38.67	313.15	155.57	69.87	78.18	20.43	13.79	7.34	9.38	13.87	7.94	29.68	313.15
2000	21.39	147.82	309.98	176.90	136.27	20.83	13.01	7.31	6.67	7.38	4.08	24.75	309.98
2001	71.55	93.30	328.94	255.60	29.76	20.22	11.10	7.22	6.75	5.39	27.41	21.54	328.94
2002	17.36	62.96	146.08	157.76	36.70	15.84	8.82	6.59	3.55	12.93	20.24	31.09	157.76
2003	26.72	44.27	44.45	40.11	27.22	8.93	5.22	2.78	1.74	1.30	1.81	28.78	44.45
2004	10.30	32.78	43.76	32.38	10.32	5.58	2.38	0.88	0.86	12.00	19.70	9.54	43.76
2005	25.25	39.74	63.81	51.26	14.42	3.94	2.46	1.01	0.45	3.02	0.93	18.70	63.81
2006	28.80	80.58	168.10	108.40	31.90	12.18	5.86	3.12	2.37	1.81	11.49	35.26	168.10
2007	39.34	47.46	112.53	120.94	43.66	14.94	6.24	4.27	2.90	8.58	14.46	10.88	120.94
2008	66.85	196.50	135.42	160.94	40.56	18.50	11.28	6.37	5.38	16.66	23.47	13.92	196.50
2009	65.15	131.38	186.21	95.68	45.44	20.67	11.26	7.04	4.82	9.89	29.36	51.94	186.21
2010	23.12	58.46	59.60	82.94	0.06	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	82.94
N° Datos	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	
Promedio (m ³ /s)	50.17	142.33	197.88	128.23	45.27	13.69	6.73	4.20	3.79	8.27	12.14	23.10	250.29
Maxima (m ³ /s)	433.25	1,500.00	900.00	600.00	400.00	72.00	15.60	10.00	10.83	32.50	57.91	112.42	1,500.00
Desv. Estándar	72.03	239.33	205.50	131.16	63.86	11.95	4.44	2.87	3.07	7.05	11.18	22.35	269.20
Prom. de desviacione	39.80	118.23	147.50	88.44	31.03	7.81	3.70	2.39	2.56	5.43	8.05	16.24	173.90

Fuente: ALA Chicama <ala-chicama@ana.gob.pe>



3.5.- ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL

3.5.1.- IDENTIFICACION Y DESCRIPCION DE LOS IMPACTOS

Esta etapa se realiza en base a la visita de campo y los componentes del proyecto, los cuales contemplan la construcción de estructuras de protección con materiales propios del cauce del río, así como con materiales de préstamo como la roca extraída de cantera (Quebrada El Limo), utilizándose maquinaria pesada en carguío y transporte de roca desde aguas arriba del río Chicama en el sector escogido por el proyectista, a una distancia media aproximada de 7.50 Km de la obra.

La identificación de los impactos más importantes que se prevén en las Áreas de Impacto Directo e Indirecto se efectúa en la Matriz Causa Efecto, dando lugar a la matriz reducida en la que figuran sólo dichos impactos,

De este modo hemos identificado 14 interacciones principales.

La descripción se efectúa predominantemente empleando la denominación de los Factores Ambientales afectados, mencionando las principales Acciones que los afectan.

3.5.2.- FACTORES AMBIENTALES.-

Los Factores Ambientales que en un primer planteamiento de matriz se establece que serán afectados se presentan a continuación; y en el Cuadro, agrupados en Componentes y estos a su vez en Categorías.

- Suelos
- Agua
- Calidad del Aire (gases, partículas)
- Microclima
- Microflora
- Agricultura
- Vistas Panorámicas y Paisajes



- Empleo
- Red de servicios

Así mismo hemos definido las Acciones previstas en el proyecto, las que se describen.

Luego hemos identificado todas las interacciones posibles entre Factores Ambientales y Acciones del Proyecto, que son todas las que figuran en el Grafico, y finalmente identificamos las interacciones más importantes, o efectos que en el mismo cuadro figuran en color más oscuro. Con este análisis se determinó que los principales factores ambientales a ser afectados son:

- Suelos
- Aguas Subterráneas
- Calidad del Aire (gases, partículas)
- Agricultura
- Empleo

Según la clase de impacto el proyecto deberá adoptar medidas de mitigación y compensación en los casos de daños y potenciación en casos de efectos positivos, los que figurarán en el Plan de Manejo Ambiental. La descripción de los Impactos considera implícitamente las medidas de mitigación respectivas que, por otra parte, son obligatorias de cumplirse. Con el mismo criterio describimos algunos impactos con carácter preventivo, es decir a fin de evitar, lo que es perfectamente posible, que ocurra, tales como los casos de contaminación por operación-mantenimiento de maquinaria.

A continuación se presentan los efectos identificados, poniendo énfasis el área o elementos que se afectará y en la fuente del impacto.



3.5.3.- IMPACTOS SOBRE EL SUELO Y LECHO DE RIO (FISIO - QUIMICAS)

- **CONTAMINACION DE SUELOS CON DERIVADOS DE PETROLEO**

Constituirá un impacto negativo, producido tanto en la fase de construcción como en la de operación-mantenimientos del proyecto.

Consiste en que la maquinaria y equipo a utilizarse durante los trabajos de construcción pueden ocasionar contaminación del suelo, ya sea por escapes accidentales como por mala operación por parte de los operarios. Los sitios con mayor probabilidad de ocurrencia serán el patio de máquinas-taller y en menor grado en las vías de acceso y áreas de trabajo, pero ese riesgo es restringido a un área menor y tratado en el Plan de Manejo Ambiental, por lo tanto es un impacto simple.

- **ALTERACIÓN EN EL USO ACTUAL DEL SUELO**

La alteración en el uso actual del suelo constituirá un impacto positivo; se presentará durante la fase de operación-mantenimiento del proyecto, y será debido principalmente a la Alteración de la Cobertura Vegetal que pasará de cultivos de relativa baja productividad a cultivos de mayor rendimiento. Será una alteración permanente, porque las acciones que lo producirán tendrán ese carácter.

Otras alteraciones en el uso del suelo, como la construcción de vías de acceso y la habilitación del botadero y del relleno sanitario, serán impactos negativos, pero tendrán menor incidencia por el área comprometida.



- **ALTERACIÓN EN LA CALIDAD DEL SUELO**

Constituirá un impacto positivo, presentándose durante la fase de operación-mantenimiento y debido a la Alteración de la Cobertura Vegetal y a la recuperación de las áreas agrícolas perdidas. Ambas causas están íntimamente ligadas y supondrán la implantación de una agricultura de alto rendimiento como arrozales y cañaberales y que además posibilitará disminuir la incidencia de la inundación por las grandes avenidas, en las áreas que actualmente se presenta. En tanto las buenas prácticas agrícolas van mejorando el suelo, la aplicación de agua en proporciones menores y ajustadas a las necesidades del crecimiento vegetativo de las plantas, abatirá el nivel de la napa freática Este efecto positivo se presentará en la mayor parte del Área de Influencia Directa.

Finalmente en el parque de maquinaria donde esta es sometida a mantenimiento, es probable el efecto negativo del derrame de combustibles, lubricantes y carburantes, lo que también puede producirse en las vías y áreas de trabajo.

- **DEPÓSITO DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS**

Durante la fase de construcción estos residuos consistirán sobre todo en desmonte como residuo de la excavación y relleno, restos de acero y madera en las áreas de construcción; así mismo en el campamento y área de mantenimiento de maquinaria: Cartón, papel común, bolsas plásticas, restos de comida, envases de todo tipo, neumáticos, filtros, piezas de maquinaria, entre otros. Durante la Fase de Operación del Proyecto se generarán principalmente residuos orgánicos en las áreas de cultivo, y en las viviendas ya existentes se



continuará produciendo como residuos: Cartón, papel común, envases, bolsas plásticas.

Todos estos residuos deberán ser depositados convenientemente en el botadero, y relleno sanitario según la clase de residuo.

Los residuos líquidos, por su parte, se refieren a las aguas servidas que se generarán en el campamento durante la fase de construcción, y en las viviendas existentes y por construirse durante la fase de operación mantenimiento.

Un manejo deficiente de ellas podría desencadenar problemas de salubridad entre los trabajadores, pobladores y el entorno.

3.5.4.- IMPACTOS EN EL AGUA

- **DISMINUCIÓN DEL FLUJO DE INUNDACIONES LAS ÁREAS AGRÍCOLAS DE LA POBLACIÓN.**

Durante la operación–mantenimiento del proyecto se producirá una paulatina y muy lenta depresión de la napa freática en el Área de Influencia Directa, es decir en el subsuelo del área agrícola fenómeno que estará condicionado a la calidad de los suelos y a la cota del terreno. Ello constituirá un efecto positivo.

Para preservar la calidad de las aguas, se deberá prever un adecuado tratamiento de los residuos líquidos provenientes del campamento.

- **TURBIDEZ DEL AGUA DURANTE LAS EXCAVACIONES Y DRAGADO DEL LECHO DE RIO**

Durante la fase de construcción en general del proyecto que consta de actividades de limpieza, conformación y compactación de diques, conformación y nivelación de



plataformas, extracción, acopio y selección de materiales en el caso de los gaviones que constituyen mecanismos que generan la turbidez del agua que entra en contacto con estas actividades. Es así mismo que se deberá realizar el dragado del lecho de río que ha de servir como cuerpo de dique de manera controlada a fin de evitar la sobre excavación en algunos puntos, así como evitar la turbidez en otros a lo largo de toda la franja de construcción.

3.5.5.- IMPACTOS EN EL AIRE

- **AFECTACIÓN EN LA CALIDAD DEL AIRE EN LA POBLACIÓN.**

La calidad del aire se verá negativamente afectada durante la construcción, principalmente de las vías de acceso y la excavación y colocación del enrocado, extracción de la cantera, para la instalación de las defensas ribereñas. En estos casos el movimiento de tierras, transporte de materiales de construcción, transporte de materiales excedentes, transporte de personal, y la explotación de canteras determinarán la suspensión de material particulado (polvo) que se extenderá en un área más o menos amplia.

Además el funcionamiento de la maquinaria provocará incremento de partículas proveniente de los sistemas de combustión interna., debiendo tomarse las medidas mitigadoras debidas.

El aumento de material particulado podrá elevar los índices de afecciones respiratorias y alérgicas en los trabajadores.



Durante la fase de operación – mantenimiento la afectación será pequeña y provendrá principalmente de las vías de servicio.

- **GENERACIÓN DE RUIDOS OCUPACIONALES QUE AFECTEN A LA POBLACIÓN.**

Durante la fase de construcción de las diferentes componentes del proyecto se estará generando ruido en el área, por encima del ruido ambiental registrado y bordeando los límites permisibles, especialmente por el uso de maquinaria y equipo, para explotación de canteras (para el caso de enrocados se hará uso de explosivos), excavación de cimentaciones, transporte de material, transporte de personal y por la concentración de trabajadores. Los mayores niveles se darán en los lugares de explotación de canteras de bloques para enrocados en los cuales se tendrán el uso de explosivos lo cual deviene en la generación de ruidos molestos sobre todo por estar sobre una zona de concentración humana tal es el caso de la localidad de Punta Moreno.

3.5.6.- IMPACTOS EN LOS FACTORES BIOLÓGICOS QUE AFECTEN A LA POBLACION

Por tratarse el Área de Impacto Directo de área agrícola preexistentes y otras áreas con características desérticas, los efectos positivos y negativos sobre la flora y fauna serán poco significativos, más aún si tenemos en cuenta que el área del proyecto es pequeña si la comparamos con el área de los pisos ecológicos propios de la zona: Desierto superárido – Templado cálido (ds-Tc), Desierto desecado – Templado cálido (dd-Tc) y Desierto perárido – Templado cálido (dp-Tc), y que abarcan centenares de kilómetros cuadrados.



Por otro lado no existen especies en peligro que vayan a ser afectadas por el proyecto.

En cambio, los efectos positivos del proyecto, permitirán además un mejor control de los arbustos debido a la alteración en el uso del suelo y al regadío. Los cultivos previstos a implantarse son: Cebolla amarilla dulce, alcachofa, maíz morado, cañaverales, frutales.

3.5.7.- IMPACTOS EN FACTORES SOCIOECONOMICOS Y CULTURALES

- **MEJORA EN LA AGRICULTURA DE LA ZONA**

Este constituirá un efecto positivo a lograrse en la fase de operación y mantenimiento.

La actual agricultura de la zona, será mejorada con el proyecto, debido a las nuevas características que adquirirá la explotación agrícola principalmente con el control de las avenidas del río Chicama.

A ello se une los criterios de organización que deberán adoptar los agricultores, los cuales estarán orientados a lograr una agricultura de alta rentabilidad y en el aspecto de comercialización identificar igualmente mercados muy rentables.

- **EFFECTOS SOBRE EL PAISAJE**

El factor ambiental Vistas Panorámicas y Paisajes, correspondiente al Componente Valores Estéticos y de Interés Humano, tendrá efectos muy diferentes en las fases de construcción y de operación mantenimiento.

En la fase de construcción sufrirá un efecto negativo por las actividades necesarias para la implementación de las vías de



acceso, así como por la excavación y enrocado para la instalación de las obras de defensas. La magnitud de este efecto dependerá del número de los frentes de trabajo, pero en cualquier caso será localizado. Y será un efecto temporal, solo de la fase de construcción.

Durante la fase de operación-mantenimiento el efecto en las Vistas Panorámicas y Paisaje será positivo puesto que la Alteración de la Cobertura Vegetal y la recuperación de las áreas agrícolas determinarán en toda la extensión del proyecto y durante toda esta fase poderse apreciar un paisaje agrícola más ordenado y uniforme, y en general de mejor aspecto.

- **INCREMENTO EN LOS NIVELES DE EMPLEO Y SUB-EMPLEO**

El factor empleo en el Área de Impacto Indirecto y Área de Influencia

Directa se verá significativamente favorecido en las fases de construcción y operación – mantenimiento del proyecto, siendo numerosas las Acciones del proyecto que contribuyen a ello: Todas las de la fase constructiva y de Acopio en la operación. El empleo permanente será no sólo para los beneficiarios directos, sino también para proveedores de servicios como técnicos, transportistas, comerciantes, etc.

El empleo temporal favorecerá a parte de la población económicamente activa de los pueblos del valle, tales como Punta Moreno, Huabalito y Pampa de Jaguey, particularmente a la mano de obra de construcción civil durante las construcciones que durará aproximadamente 15 meses, y a los trabajadores rurales durante las épocas de siembra y cosecha



agrícolas. De manera temporal, se requerirán los servicios de empresas consultoras y constructoras.

El Proyecto será centro de atracción laboral para muchos moradores, en la fase de construcción, resultando un balance positivo para los habitantes de la zona, que se verán beneficiados por la contratación de la mano de obra no calificada y personal técnico de nivel medio. Al finalizar la etapa de construcción la gran mayoría de obreros locales regresarán a las labores que desempeñaron anteriormente.

Constituye en suma un impacto altamente positivo.

- **INCREMENTO EN LA RED DE SERVICIOS**

Las características de la producción agrícola prevista en el proyecto por la recuperación de las áreas inundadas por el río Chicama y que en resumen busca la explotación de parcelas medianas en las que se instalarán frutales de alta rentabilidad, cuya comercialización se orientará a mercados de alto consumo, requerirá de servicios de excelente calidad. Estos aún no se dan en el área del proyecto ni en el valle en su conjunto. En consecuencia al lograrlos en este proyecto constituirá un importante avance en este rubro, elevando el nivel de dichos servicios y además influyendo positivamente en toda la zona, como ejemplo a imitarse.

3.5.8.- IMPACTOS EN FACTORES ECOLOGICOS EN LA POBLACION

- **DISMINUCIÓN DE LA INVASIÓN DE MALEZA**

Este es un efecto positivo previsible durante la fase de operación mantenimiento



Del proyecto, de acuerdo a lo establecido al analizar los criterios de estabilidad de este, como sistema.

Además en el proyecto, debido a los niveles de rentabilidad que se espera para darle sostenibilidad, deberá mejorarse las prácticas y establecer formas de control de esta invasión.

3.5.9.- EVALUACION GENERAL DE LOS IMPACTOS

Los 14 impactos identificados y descritos en los ítems anteriores son positivos o negativos, y ello está incluido en la descripción correspondiente.

Además, en el siguiente cuadro se ha evaluado en forma general los impactos negativos como Impacto Simple, Impacto Moderado o Impacto Alto. (Ver Cuadro III-8).



CAPITULO IV: RESULTADOS

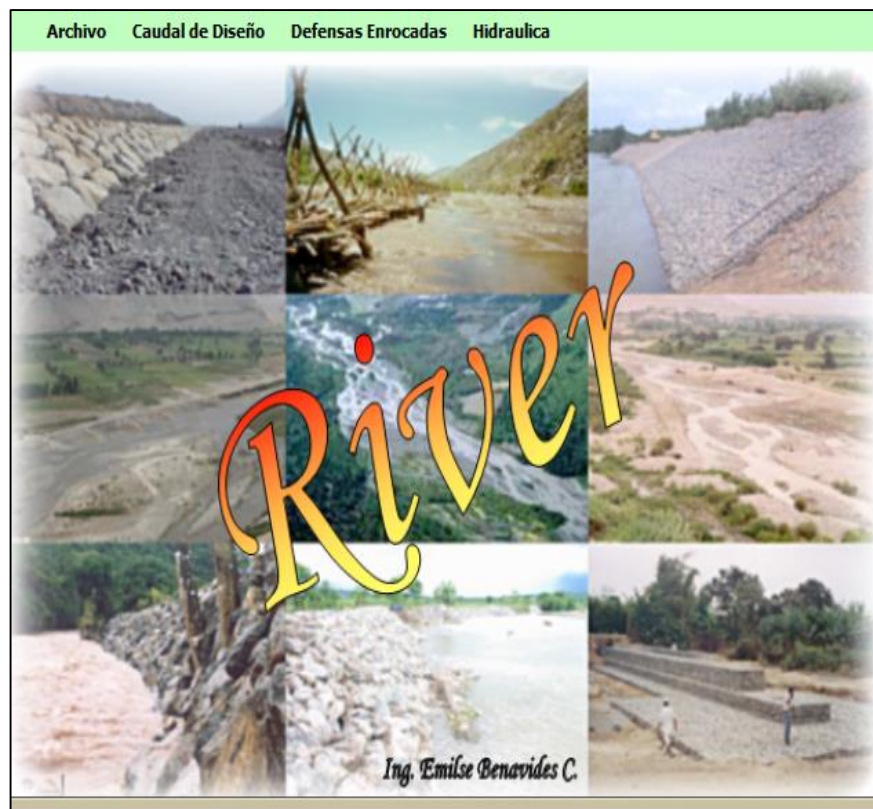
4.1.- CALCULOS HIDRAULICOS APLICANDO EL PROGRAMA

Los cálculos hidráulicos para el presente proyecto, se ha realizado utilizando el programa "RIVER", cálculos de obras de protección de cauces o defensas ribereñas.

- **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar una estructura de protección en la margen izquierda del río Chicama para evitar el paso de sus aguas hacia la vía de acceso a la zona Cas Cas y áreas cultivables aledañas en la margen izquierda del río.

Accedemos abrir el programa River para comenzar la realización del Diseño Hidráulico y Estructural de la Defensa Ribereña del Río Chicama tramo Punta Moreno Pampas de Jagüey.





**“DISEÑO HIDRAULICO Y ESTRUCTURAL DE DEFENSA RIBERENA DEL RIO
CHICAMA, TRAMO PUENTE PUNTA MORENO - PAMPAS DE JAGUEY,
APLICANDO EL PROGRAMA RIVER”**

4.2.- DATOS A UTILIZAR

REGISTRO DE DESCARGA MAXIMA DIARIA DEL RIO CHICAMA (m³/s)
AÑO 1971 - 2010

Estación Salinar - El Tambo Latitud 7°40'00" S Departamento La Libertad
 Tipo Longitud 78°58'00" W Provincia Ascope
 Altitud 350 msnm Distrito Chicama

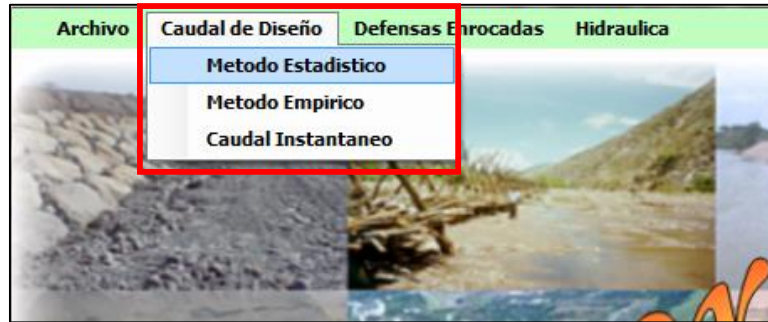
AÑOS	Caudal (m ³ /s)												MAXIMO
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
1971	26.04	101.72	427.09	286.43	32.62	12.43	7.31	5.79	7.02	10.48	8.58	26.69	427.09
1972	43.89	81.98	556.72	86.96	37.09	19.10	10.13	5.24	5.58	6.08	9.36	25.15	556.72
1973	118.22	100.05	161.79	466.69	97.09	26.83	15.55	9.84	10.83	21.23	14.93	26.51	466.69
1974	60.62	189.74	192.40	50.99	20.86	9.26	8.59	4.52	4.80	9.38	4.92	6.90	192.40
1975	38.04	245.94	406.90	212.75	43.20	18.59	8.98	10.00	10.12	32.50	12.03	6.20	406.90
1976	71.04	125.95	256.02	70.86	26.10	13.11	6.53	4.99	3.81	3.01	3.40	4.56	256.02
1977	35.92	382.00	184.00	149.00	43.70	13.30	8.00	5.95	5.12	7.49	4.90	4.90	382.00
1978	6.03	14.26	49.44	35.58	22.14	7.47	3.41	2.12	1.71	1.65	2.69	4.67	49.44
1979	6.78	37.50	181.52	36.20	9.69	6.60	3.10	2.38	2.21	1.29	0.96	0.89	181.52
1980	2.04	1.80	9.92	25.39	1.16	0.83	0.68	0.46	0.37	7.48	10.32	58.20	58.20
1981	17.87	289.00	326.50	30.33	13.71	6.70	4.12	2.64	1.88	6.86	19.71	34.88	326.50
1982	24.83	53.79	25.69	84.62	13.12	6.83	3.00	1.72	2.20	11.50	16.01	66.22	84.62
1983	112.35	81.80	900.00	600.00	400.00	72.00	15.60	9.00	9.12	11.80	9.06	38.32	900.00
1984	23.10	334.00	510.00	63.00	80.00	26.00	14.00	8.00	5.80	14.60	26.80	44.50	510.00
1985	9.30	24.46	71.00	24.40	10.52	4.86	2.99	1.94	4.14	2.70	1.40	7.32	71.00
1986	163.70	41.50	47.28	99.00	35.34	10.32	4.03	2.75	2.00	1.08	7.64	22.02	163.70
1987	123.42	153.78	72.61	59.04	46.29	7.19	3.73	4.34	2.24	2.99	7.27	3.40	153.78
1988	49.52	45.44	45.81	77.86	35.02	8.64	3.06	1.98	1.42	3.26	9.41	6.34	77.86
1989	32.13	178.21	137.04	116.08	46.86	9.95	6.98	4.02	2.96	18.12	13.38	1.69	178.21
1990	9.34	30.53	17.63	13.08	6.78	3.75	2.50	0.89	0.38	6.44	31.00	35.00	35.00
1991	8.88	21.63	79.51	36.89	18.25	4.76	1.59	0.63	0.30	3.04	3.10	12.51	79.51
1992	18.24	8.04	48.77	123.70	26.34	8.79	2.40	0.98	0.40	4.20	2.03	1.37	123.70
1993	7.69	78.40	297.94	177.18	47.44	20.30	6.99	4.04	9.09	23.34	57.91	47.06	297.94
1994	57.36	94.84	123.06	167.57	51.00	18.60	8.69	4.43	2.97	3.06	7.87	15.51	167.57
1995	15.78	77.27	43.46	61.85	13.54	6.40	3.46	2.73	1.14	0.88	6.76	24.29	77.27
1996	54.46	117.67	158.82	99.90	28.10	10.90	5.42	2.96	1.78	5.97	7.70	0.80	158.82
1997	2.46	33.39	23.14	24.18	20.21	3.36	1.84	0.43	0.18	3.46	16.53	112.42	112.42
1998	433.25	1,500.00	806.53	496.67	89.94	28.58	14.96	9.47	7.23	14.11	8.88	9.71	1,500.00
1999	38.67	313.15	155.57	69.87	78.18	20.43	13.79	7.34	9.38	13.87	7.94	29.68	313.15
2000	21.39	147.82	309.98	176.90	136.27	20.83	13.01	7.31	6.67	7.38	4.08	24.75	309.98
2001	71.55	93.30	328.94	255.60	29.76	20.22	11.10	7.22	6.75	5.39	27.41	21.54	328.94
2002	17.36	62.96	146.08	157.76	36.70	15.84	8.82	6.59	3.55	12.93	20.24	31.09	157.76
2003	26.72	44.27	44.45	40.11	27.22	8.93	5.22	2.78	1.74	1.30	1.81	28.78	44.45
2004	10.30	32.78	43.76	32.38	10.32	5.58	2.38	0.88	0.86	12.00	19.70	9.54	43.76
2005	25.25	39.74	63.81	51.26	14.42	3.94	2.46	1.01	0.45	3.02	0.93	18.70	63.81
2006	28.80	80.58	168.10	108.40	31.90	12.18	5.86	3.12	2.37	1.81	11.49	35.26	168.10
2007	39.34	47.46	112.53	120.94	43.66	14.94	6.24	4.27	2.90	8.58	14.46	10.88	120.94
2008	66.85	196.50	135.42	160.94	40.56	18.50	11.28	6.37	5.38	16.66	23.47	13.92	196.50
2009	65.15	131.38	186.21	95.68	45.44	20.67	11.26	7.04	4.82	9.89	29.36	51.94	186.21
2010	23.12	58.46	59.60	82.94	0.06	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	82.94
Nº Datos	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	
Promedio (m ³ /s)	50.17	142.33	197.88	128.23	45.27	13.69	6.73	4.20	3.79	8.27	12.14	23.10	250.29
Maxima (m ³ /s)	433.25	1,500.00	900.00	600.00	400.00	72.00	15.60	10.00	10.83	32.50	57.91	112.42	1,500.00
Desv. Estándar	72.03	239.33	205.50	131.16	63.86	11.95	4.44	2.87	3.07	7.05	11.18	22.35	269.20
Prom. de desviacion	39.80	118.23	147.50	88.44	31.03	7.81	3.70	2.39	2.56	5.43	8.05	16.24	173.90

Tomamos los caudales máximos de cada año según el informe de SENAMHI entre los años de (1971-2010), para darle mayor exactitud y así obtener el caudal de diseño.

4.3.- CALCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO

Acceder al menú principal y optamos por la pestaña **caudal de diseño**. El programa considera tres métodos para calcular el caudal de diseño: Estadístico, Empírico y Caudal Instantáneo.

Utilizaremos el Método Estadístico.



4.3.1.- EL PROGRAMA SOLICITA INGRESAR LOS DATOS BASICOS

CAUDAL DE DISEÑO - Metodos Estadisticos

ARCHIVOS METODOS PROCESOS

Nombre del Proyecto: **CHICAMA TRAMO PUNTA MORENO PAMPAS DE JAGUEY** Estacion: Salinar-Tambo

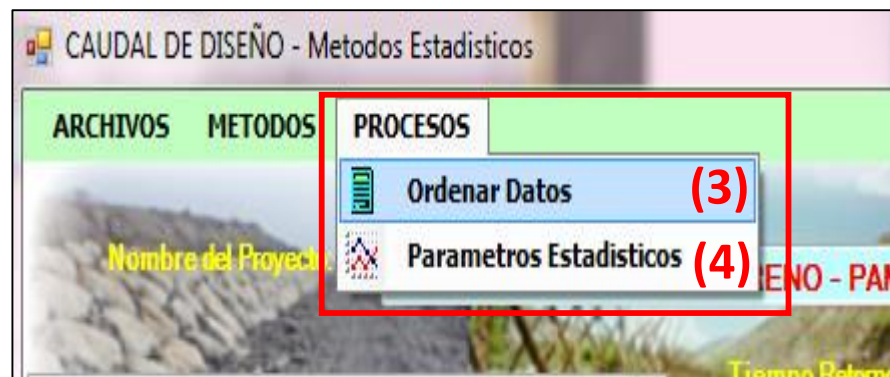
Tiempo Retorno: 50.00 Registro-Año Inicio: 1971.00 Registro-Años Final: 2010.00

Año	Nº	Caudal	T. R.	QNor	QGum	QPear
1988		77.86				
1989		178.21				
1990		35.00				
1991		79.51				
1992		123.70				
1993		297.94				
1994		167.57				
1995		77.27				
1996		158.82				
1997		112.42				
1998		1500.00				
1999		313.15				
2000		309.98				
2001		328.94				
2002		157.76				
2003		44.45				

RIVER-001 - Existe

(1) Se ingresará los siguientes Datos Basicos:

- Nombre del Proyecto: Diseño Hidráulico y Estructural de Defensa Ribereña del Rio Chicama, Tramo Puente Punta Moreno – Pampas de Jaguey.
 - Estación: Salinar - Tambo
 - Periodo de Retorno: (50 años)
 - Registro de Año Inicial y Final.
- (2) Ingresamos los Caudales en m³/s. año por año (1971 - 2010).
- (3) Para continuar con el Cálculo del Caudal de Diseño, se debe ordenar la información para calcular los parámetros estadísticos.
- (4) Optar por la opción Parámetros Estadísticos.



- (5) Los parámetros estadísticos considerados en el programa son: Suma de registros, Media, Desviación Estándar, Coeficiente de Asimetría, Coeficiente de Variación, Número de Registros, Media-Log, Log-Desviación Estándar, Log Coeficiente de Asimetría y Log-Coeficiente de Variación.

ARCHIVOS METODOS PROCESOS

Nombre del Proyecto: **CHICAMA TRAMO PUNTA MORENO PAMPAS DE JAGUEY** Estacion: Salinar-Tambo

Tempo Retorno: 50.00 Registro Año Inicio: 1971.00 Registro Años Final: 2010.00

Año	Nº	Caudal	T. R.	QNor	QGum	QPear
1972	3	556.72	13.33			
1984	4	510.00	10.00			
1973	5	466.09	8.00			
1971	6	427.09	6.67			
1975	7	406.90	5.71			
1977	8	382.00	5.00			
2001	9	328.94	4.44			
1981	10	326.50	4.00			
1999	11	313.15	3.64			
2000	12	309.98	3.33			
1993	13	297.94	3.08			
1976	14	256.02	2.86			
2008	15	196.50	2.67			
1974	16	192.40	2.50			
2009	17	186.21	2.35			
1979	18	181.52	2.22			

(5)

Parametros Estadísticos

Suma de Registros: 10010.82 Numero Registros: 40

Media: 250.271 Media-Log: 5.13946

Desviacion Estandar: 269.185 Log-Desviacion Estandar: 0.86678

Coefficiente Asimetria: 3.050 Log-Coefficiente Asimetria: 0.25073

Coefficiente Variacion: 1.076 Log-Coefficiente Variacion: 0.16865

Caudal de Diseño (m3/s)

Met. Log. Normal Met. Gumbel Met. Pearson Qdiseño

Coeficiente R2

RIVER-001 - Existe

RIO CHICAMA TRAMO PUNTA MORENO PAMPAS DE JAGUEY
APLICANDO EL PROGRAMA RIVER

(6) Cálculos estadísticos, el programa incluye tres modelos probabilísticos: Log Normal, Gumbel y Pearson III, para ello acceder al menú principal, considerando la opción Métodos.

CAUDAL DE DISEÑO - Metodos Estadísticos

ARCHIVOS METODOS PROCESOS

(6)

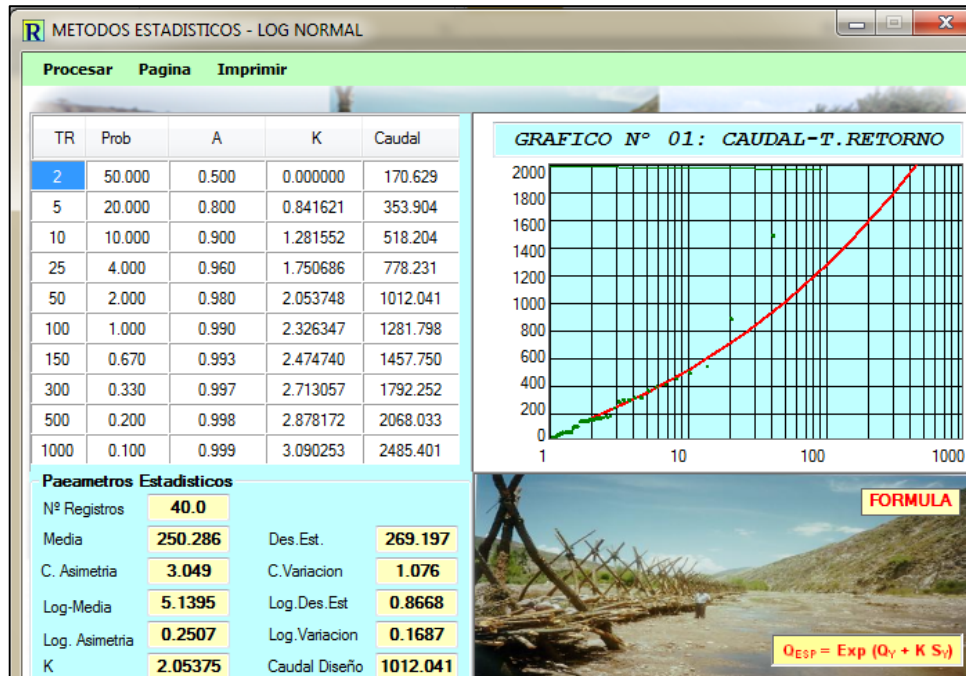
Log. Normal

Gumbel

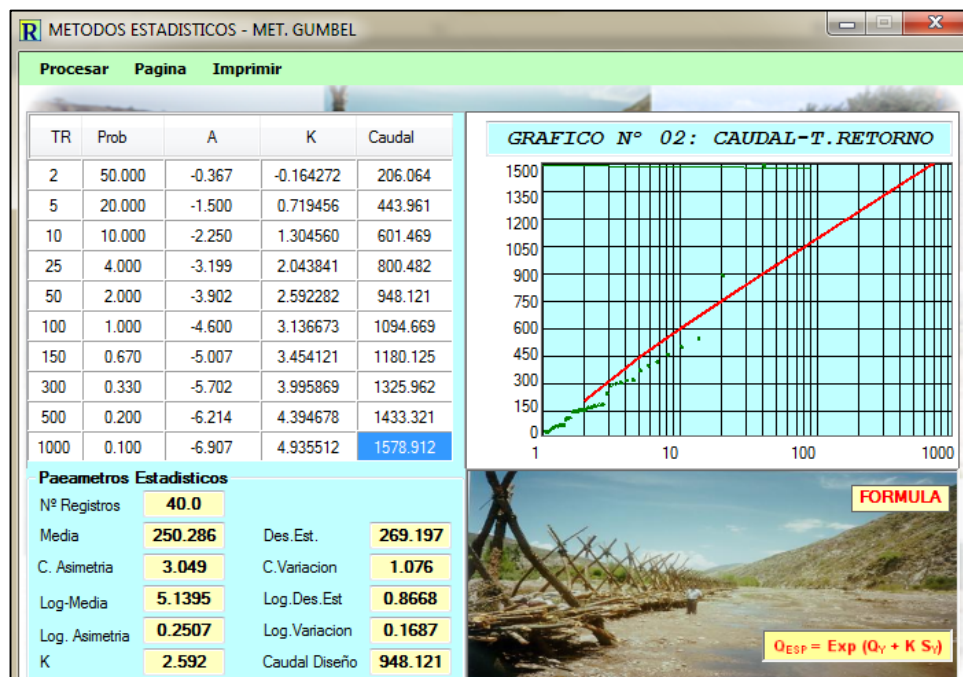
Pearson III

PUENTE P

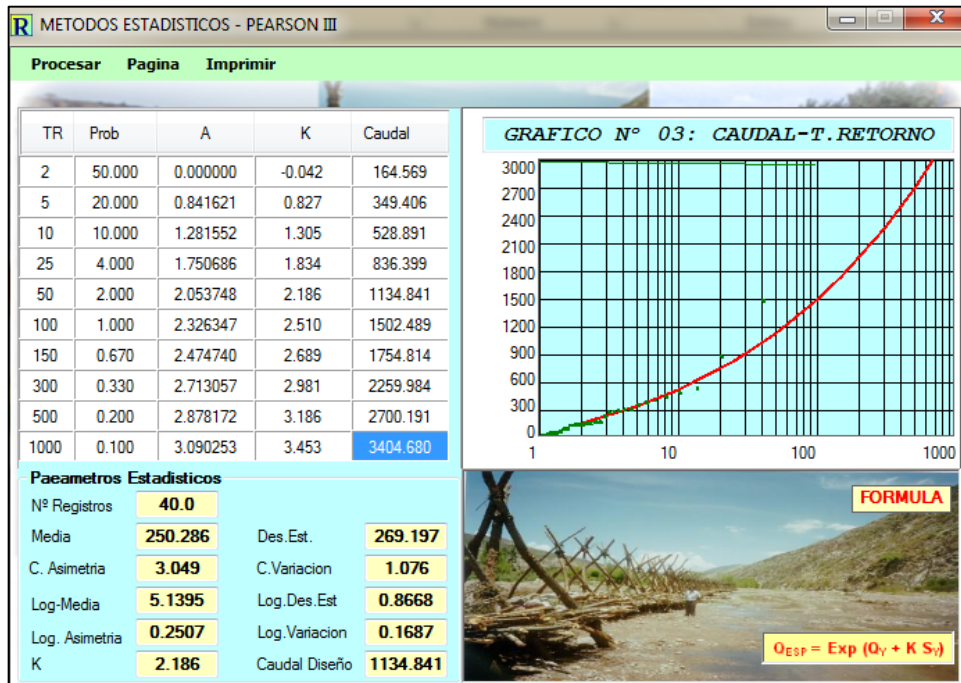
- Opción METODO LOG NORMAL, damos un click en la pestaña **Calcular** dentro del Menú **Procesar**.



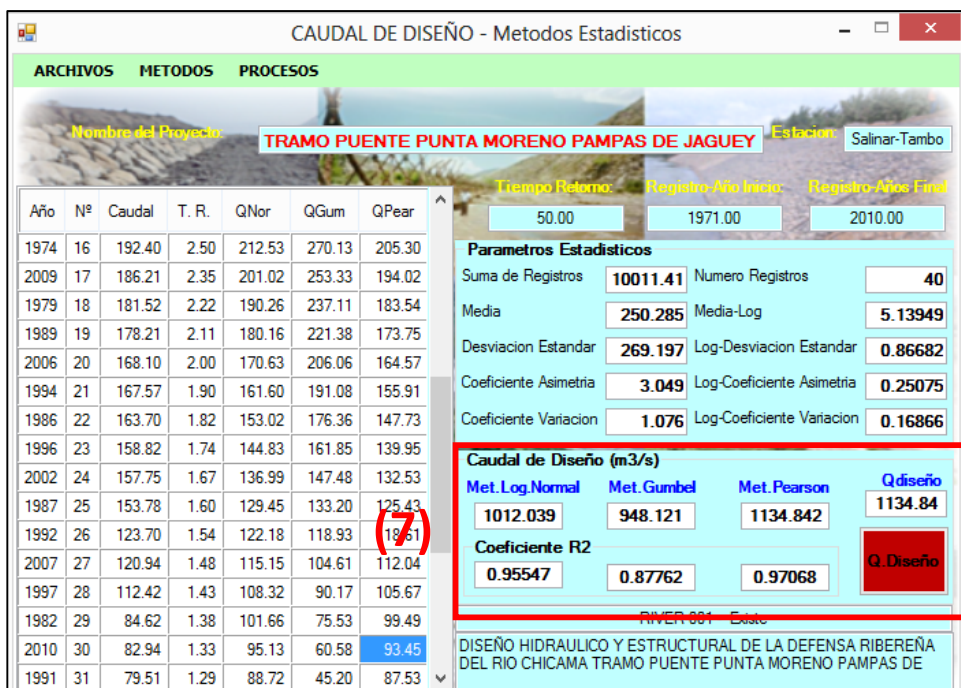
- Opción MÉTODO GUMBEL, damos un click en la pestaña **Calcular** dentro del Menú **Procesar**.



- Opción PEARSON III, damos un click en la pestaña **Calcular** dentro del Menú **Procesar**.



(7) Finalmente se tendrá el cálculo de caudales mediante los tres modelos probabilísticos. El programa elegirá el Caudal de Diseño, haciendo click en

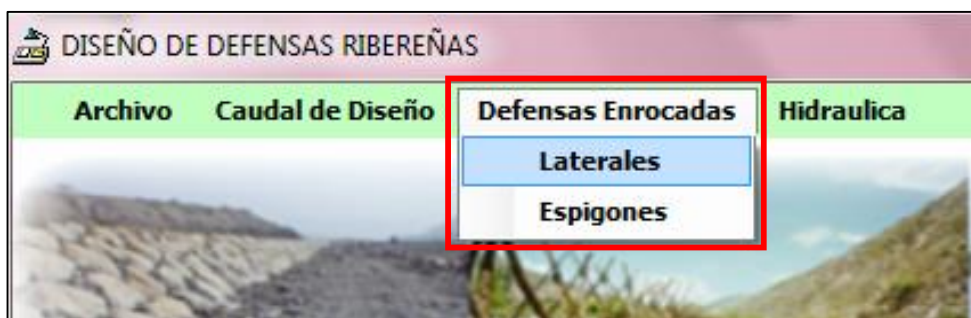


El caudal de diseño para el río Chicama según el Programa RIVER, es de 1,134.84 m³/Seg.

4.4.- CALCULO DE DEFENSAS ENROCADAS

El Programa “River”, ha incluido dos tipos de obras: Laterales y Espigones. Para ingresar al cálculo del primer tipo de obra, ir al menú principal optamos por la pestaña **Defensas Enrocadas**.

Utilizaremos Defensas Enrocadas – Laterales.



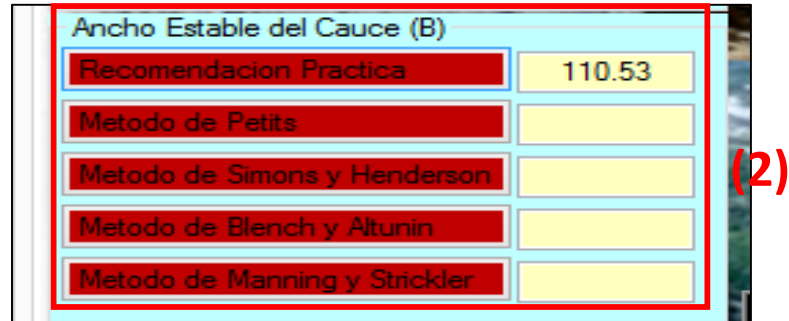
4.4.1.- DIMENSIONAMIENTO DEL DIQUE LATERAL

(1) Primero ingreso la siguiente información inicial:

- Caudal: 1134.84 m³/s, por defecto incluye el caudal del ultimo método trabajado.
- Periodo de Retorno: 50 años
- Pendiente: 0.007 mm (Tramo Puente Punta Moreno – Pampas de Jaguey).



(2) Para el Ancho Estable del Cauce (B), se tiene las siguientes consideraciones:



- Recomendación Practica, está dada por una tabulación del caudal con apoyo del siguiente cuadro:

Q (M³/S)	ANCHO ESTABLE (B2)
3000	200
2400	190
1500	120
1000	100
500	70

- Método de Petits, esta fórmula está en función del caudal de diseño. Hacemos click en el nombre M. Petits.

$$B = 4.44 Q^{0.5}$$

- Método de Simons y Henderson, está en función del caudal de diseño y de las condiciones de fondo y de su orilla del rio, se calcula con:

- Método de Blench y Atunin, el cálculo va a depender de Fb (diámetro del material de fondo) y de Fs (diámetro del material de Orilla), con los siguientes datos:

- Método de Manning y Strickler, pide seleccionar el coeficiente de rugosidad “n”, coeficiente del tipo de material (k) y coeficiente del cauce (m).



Finalmente se aprecian los valores del ancho estable del rio "B", mediante los 5 métodos.

Ancho Estable del Cauce (B)	
Recomendacion Practica	110.53
Metodo de Petits	149.57
Metodo de Simons y Henderson	192.02
Metodo de Blench y Altunin	172.46
Metodo de Manning y Strickler	163.20
Seccion Teorica del Cauce	
Metodo de Manning	Plantilla (B) 158.00

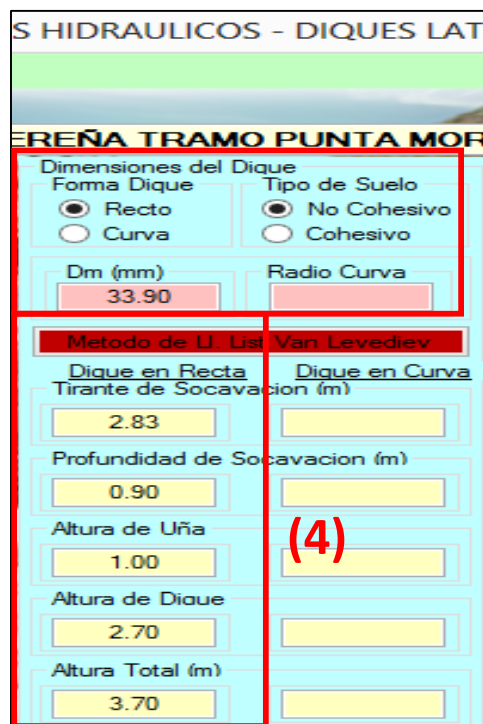
- (3) Sección Teórica del Cauce, comprende calcular el Tirante (Y), Ancho (T), Area (A), Perimetro, Velocidad y N° Froude; mediante el Metodo de Manning y Strickler. Mediante el Método de Manning, el programa calculara los elementos hidráulicos de la sección del cauce, haciendo click en el cajetín del Método de Manning.

PROCESAR	PAGINA	IMPRIMIR
PROYECTO: DEFENSA RIB		
Informacion Inicial		
Caudal (Q)	P. Retomo	Pendiente
1134.84	50.00	0.00700
Ancho Estable del Cauce (B)		
Recomendacion Practica	110.53	
Metodo de Petits	149.57	
Metodo de Simons y Henderson	192.02	
Metodo de Blench y Altunin	172.46	
Metodo de Manning y Strickler	163.20	
Seccion Teorica del Cauce		
Metodo de Manning	Plantilla (B)	158.00
Tirante (Y)	Ancho (T)	Talud (Z)
1.93	165.72	2.00
Area (A)	Perimetro	B. Libre (Bl)
312.39	166.63	0.77
Velocidad	Nº Froude	Rugosidad
3.634	0.835	0.0350

(3)

(4) Cálculo de las dimensiones del dique, el programa requiere definir el tipo del dique y el tipo de suelo. El programa incluye dique recto y dique curvo, con respecto al tipo de suelo, éste considera dos tipos: suelo cohesivo y no cohesivo.

Tanto para el tipo de dique recto y curvo se debe ingresar el diámetro de la partícula en milímetros, para el caso de dique curvo, adicionalmente ingresar el radio de curva.

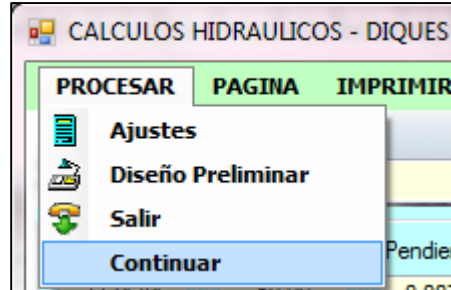


(5) Diseño Preliminar Sugerido, Se puede considerar un diseño preliminar, accediendo al menú Procesar, luego la opción Diseño Preliminar.

Diseño Preliminar Sugerido		
	D.Recto	D.Curva
Ancho Corona (m)	4.00	
Altura Dique (m)	2.70	
Altura Enrocado	2.70	
Altura Uña (m)	1.00	
Ancho de Uña (m)	1.50	
Altura Total (m)	3.70	

(5)

Para continuar con el diseño de la estructura de protección, ir al menú **Procesar**, y seguir con **Continuar**.



4.4.2.- DIMENSIONAMIENTO DE ENROCADO

El diámetro de la roca es dimensionado a través de las fórmulas de Maynard e Isbash.

Formula de Isbash

$$D_{50} = 0.58823 \frac{V^2}{(w g)}$$

Gravedad: 9.81
Velocidad: 3.63
Wroca: 2.00

Formula de Maynard

$$D_{50} = t C_1 F^3$$

$$F = C_2 \frac{V}{(g y)^{0.5}}$$

Gravedad: 9.81
Velocidad: 3.63
Tirante: 1.93
Tirante Socavacion: 2.83
C1: 0.32
C2: 1.25

DIQUE EN RECTA- D50 (m)

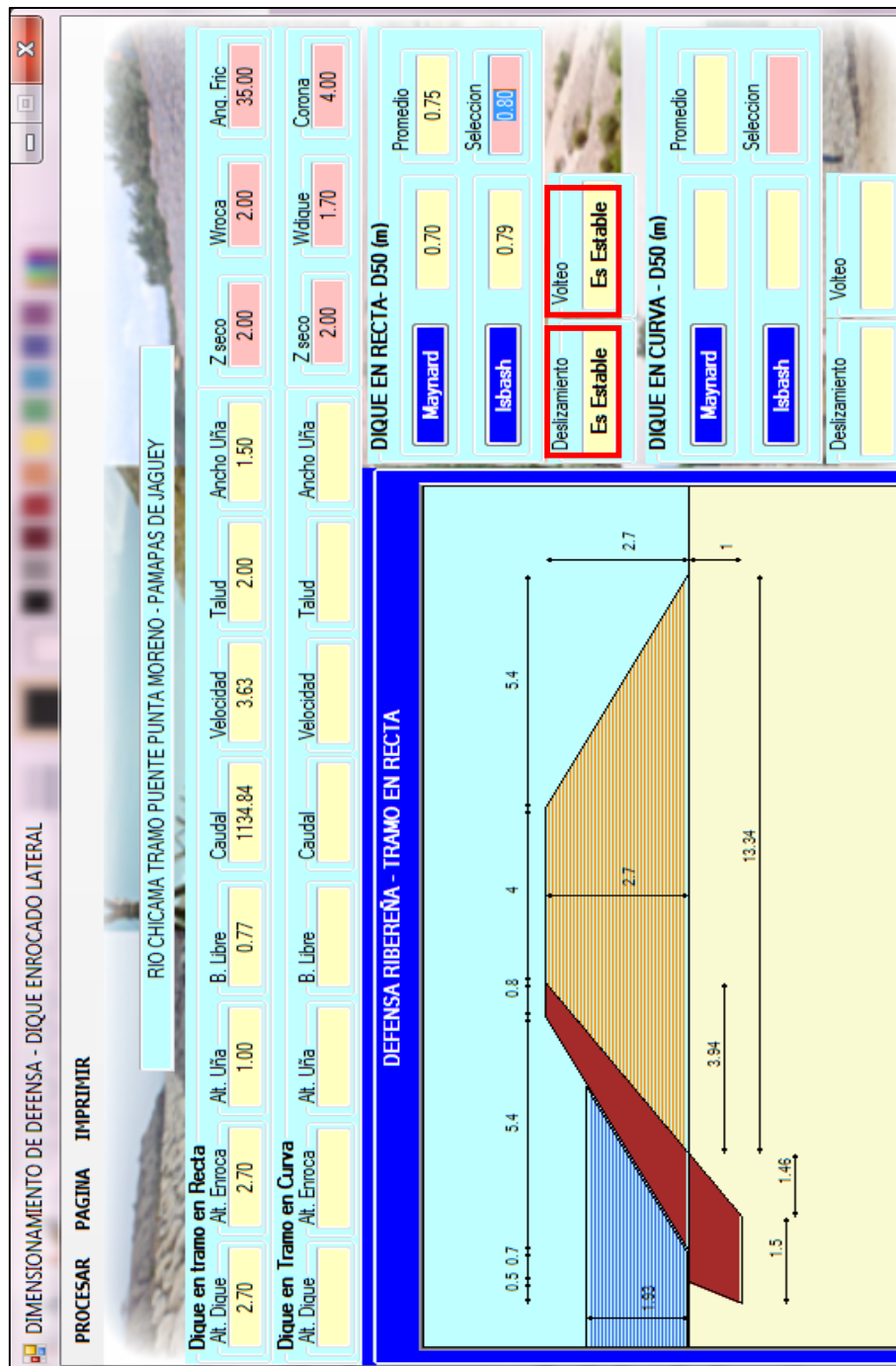
Maynard [] Promedio []
Isbash [] Seleccion []

Deslizamiento [] Volteo []

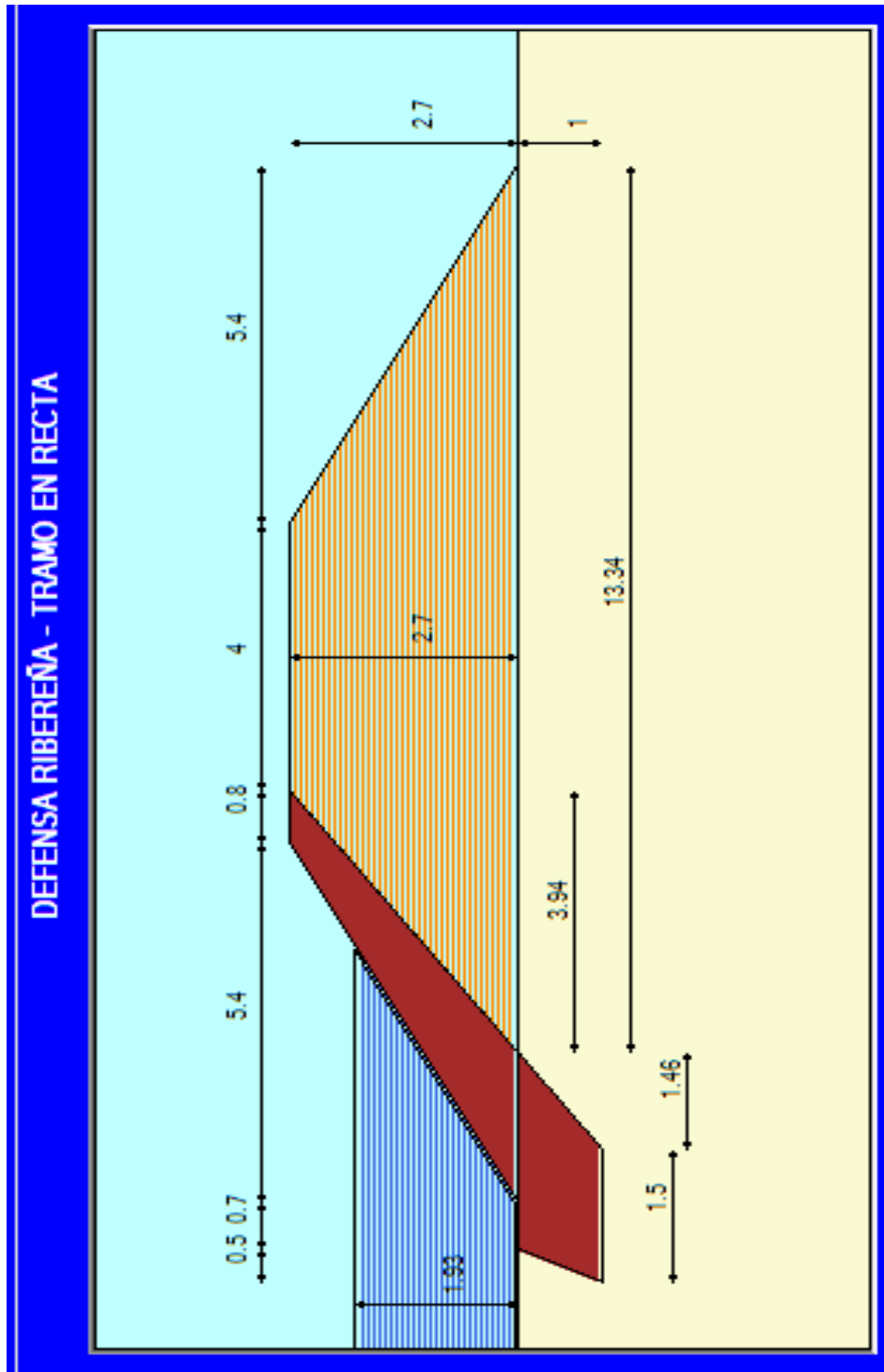
DIQUE EN CURVA - D50 (m)

Maynard [] Promedio []
Seleccion []

El programa considera el diámetro como el promedio de estos métodos. Adicionalmente se puede visualizar gráficamente la estructura con sus dimensiones, tanto para el dique de forma recta como curva. Además, nos permite verificar la estabilidad de la estructura al deslizamiento y volteo.



4.5.- DISEÑO FINAL DE DEFENSA RIBEREÑA CON REVESTIMIENTO DE ENROCADO





CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



5.1.- TOPOGRAFICAS

- El alineamiento vertical viene dado básicamente en dirección descendente con pendientes bastante moderadas o bajas típicas de relieves de ríos costeros.
- La monumentación de los BMs de control viene siendo bastante detallada para su fácil ubicación en el área del proyecto.
- La poligonal sobre la cual se trabajó viene a ser una poligonal abierta trazada básicamente en la margen y flanco izquierdo del río Chicama.

5.2.- SUELOS Y CANTERAS

- De acuerdo a los estudios realizados podemos concluir que los depósitos donde han de ser emplazadas las obras de contención diseñadas, vienen a ser en su totalidad depósitos aluviales estables y buena potencia, acumulados por parte del río Chicama a lo largo de los diferentes cursos adoptados por este durante su tiempo de vida.
- Los materiales componentes de los depósitos aluviales para el presente proyecto constan básicamente en bolones y gravas heterométricas redondeadas de diferentes tonalidades, alternados en algunos casos con limos componentes de suelos agrícolas productos del arranque y acciones erosivas de las aguas de río hacia las áreas de cultivo.
 - La calidad de los materiales presentes en las canteras vienen garantizados por los ensayos de laboratorio practicados, así como por el uso dado a estos por otros proyectos similares como son:
- Las canteras propuestas viene siendo debidamente saneadas y aptas para las diferentes estructuras proyectadas en el presente estudio ya que no se encuentran en lugares protegidos por el INC, reservas o parques ecológicos por lo cual su uso no viene a ser



restringido como se demuestra mediante el empleo de los mismos en otros proyectos.

5.3.- HIDROLOGICAS

- En el desarrollo de del informe hidrológico se ha tomado en cuenta la información hidrométrica correspondiente a la estación de aforo denominado SALINAR – EL TAMBO. El periodo que se consideró para el análisis estadísticos de datos es de 1971 – 2010
- Se utilizó el Programa River para encontrar el caudal de diseño, empleando el Método Estadístico; una vez ingresados los datos, finalmente se tendrá el cálculo de caudales mediante los tres modelos probabilísticos. Del cual se concluye que Pearson III es el más apropiado según el Programa RIVER, el caudal es de 1,134.84 m³/Seg.
- Las Dimensiones del Dique según el programa son:
 - Ancho corona 4.00m
 - Altura de Dique 2.70m
 - Altura Enrocado 2.70m
 - Altura de Uña 1.00m
 - Ancho de Uña 1.50m
 - Altura Total 3.70m

5.4.- AMBIENTALES

- Una vez concluidas las 3 etapas metodológicas de todo Estudio de Impacto Ambiental que son: Etapa Preliminar de Gabinete, Etapa de Campo y Etapa Final de Gabinete. Se concluyó que la defensa rivereña del río Chicama tramo Puente Punta Moreno – Pampas de Jaguey margen izquierda resulta ser ambientalmente viable, siempre que se cumplan las especificaciones técnicas y diseños contenidos en el expediente técnico y las prescripciones ambientales planteadas en el Plan de Manejo Ambiental, el cual forma parte del presente Estudio de Impacto Ambiental.



CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS



- BADILLO J. y RODRIGUEZ. **Mecánica de Suelos**. Tomo II.
- REIMBERT M y A. **Muros de Contención**. Tomo I. (1976).
- LOPEZ CARDEMNAS DE Lano F. **Diques para la Corrección de Cursos Torrenciales y Métodos de Cálculo**.
- FELD Jacob. **Biblioteca Internacional del Ingeniero Civil**. Volumen III. Ediciones Ciencia y Tecnología, S.A. (1988).
- MINISTERIO DE AGRICULTURA y AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. **Tratamiento de Cauce del Río para el control de Inundaciones en la Cuenca Chicama**. (2010).



CAPITULO VII: ANEXOS

7.1.- PANEL FOTOGRAFICO



FOTO 01: Puente Punta Moreno que Une Cascas Con Gran Chimú.



Foto 02: Vías de Acceso en Mal Estado por la Erosión Causada por la Crecida del Rio Chicama.



Foto 03: Erosión de la Red Vial Causado por la Crecida del Rio Chicama.



Foto 04: En Esta Foto se Puede Observar la Erosión del Suelo que Afecta la Red en el Margen Izquierdo del Rio Chicama



Foto 05: Erosión de los Terrenos Agrícolas Producido por la Crecida del Rio Chicama.



Foto 06: Áreas Agrícolas Afectadas Por las Crecidas del Rio Chicama



Foto 07: Defensas Ribereñas en Situación Actual.



Foto 08: Defensas Ribereñas de Protección con Caballetes Contra la Crecida del Rio Chicama.



FOTO 09: Trabajo Topográfico de Campo de la Infraestructura Hidráulica.



Foto 10: Trazo del Eje de la Defensa Ribereña Planteada.



*“DISEÑO HIDRAULICO Y ESTRUCTURAL DE DEFENSA RIBEREÑA DEL RIO
CHICAMA, TRAMO PUENTE PUNTA MORENO - PAMPAS DE JAGUEY,
APLICANDO EL PROGRAMA RIVER”*
