



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Modelamiento hidrodinámico del tramo urbano del río Huarmey con fines de
ubicación y diseño de una estructura de contención, región Áncash - 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA CIVIL

AUTORA:

Rodriguez Iturre, Iris Yaricsa

ASESOR:

Mg. Marquina Callacna, Rodolfo

LINEA DE INVESTIGACION:

Diseño de obras hidráulicas y saneamiento

LIMA – PERU

2018

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a)

Rodriguez Iturre, Iris Yaricsa.

Cuyo título es:

“Modelamiento hidrodinámico del tramo urbano del rio Huarmey con fines de ubicación y diseño de una estructura de contención, Región Áncash – 2018”

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:16..... (número)Dieciséis..... (letras).

Lima 06 de julio del 2018



PRESIDENTE

MG. CECILIA ARRIOLA
MOSCOSO



SECRETARIO

MG. ORLANDO RIOS
DIAZ



VOCAL

MG. RODOLFO MARQUINA
CALLACNA

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------

DEDICATORIA

A mis amados padres, por su apoyo incondicional, por los valores inculcados y enseñarme a ser perseverante en cada meta propuesta.

A mis hermanos, por sus consejos y el apoyo moral que me brindaron en todo el transcurso de mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios, por darme la vida, fuerza, salud y guiarme en todo tiempo.

A mi madre **Teodora Iturre Jara** por su apoyo económico, ser ejemplo en mi vida y estar conmigo en cada paso personal y profesional que he dado.

A los ingenieros **Gerardo Cancho Zúñiga** y **Rodolfo Marquina Callacna**, por el apoyo y dirección que me brindaron.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Iris Yaricsa Rodriguez Iturre con DNI N° 70260213, me dispongo a cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico profesional de Ingeniería Civil, afirmo bajo juramento que toda la documentación brindada es auténtica y veraz.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información ofrecidos en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por la cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 06 de julio del 2018



Iris Yaricsa Rodriguez Iturre

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento a las normas fundadas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, presento ante ustedes la Tesis titulada: “Modelamiento hidrodinámico del tramo urbano del río Huarmey con fines de ubicación y diseño de una estructura de contención, región Ancash - 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero civil.

Autora:

Iris Yaricsa Rodríguez Iturre.

ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO	Error! Bookmark not defined.
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	Error! Bookmark not defined.
PRESENTACIÓN.....	vi
RESUMEN	14
ABSTRAC	15
I. INTRODUCCION.....	16
1.1 Realidad problemática.....	17
1.2 Trabajos previos	18
1.2.1 Antecedentes internacionales	18
1.2.2 Antecedentes nacionales	19
1.3 Teoría relacionada al tema.....	21
1.3.1 Fenómeno del Niño ocurrido en el Perú.....	21
1.3.1.1 Inundación en Huarmey	24
1.3.1.2 Daños provocados	25
1.3.2 Medidas preventivas estructurales	26
1.3.2.1 Estructuras de retención	26
1.3.2.1.1 Muros de contención.....	27
1.3.2.1.1.1 Estabilidad.....	28
1.3.2.1.1.2 Muros de gravedad	30
1.3.2.1.1.3 Muro cantiléver.....	31
1.3.2.1.1.4 Gaviones	32
1.3.2.1.1.5 Diseño sísmico de muros de contención.....	33
1.3.3 Morfología y dinámica fluvial	34

1.3.3.1	Morfología fluvial	34
1.3.3.1.1	Perfil longitudinal del cauce	34
1.3.3.1.2	Sinuosidad	34
1.3.3.2	Dinámica fluvial	35
1.3.4	Caudal máximo.....	36
1.3.4.1	Velocidad de flujo	36
1.3.4.2	Avenidas.....	36
1.3.4.3	Escorrentía superficial.....	37
1.3.5	Modelamiento hidrodinámico.....	37
1.3.5.1	Software HEC -RAS	38
1.3.5.1.1	Rugosidad de Manning.....	38
1.3.5.1.2	Modelo digital del terreno.....	40
1.4	Formulación del problema	40
1.4.1	Problema general	40
1.4.2	Problemas específicos	41
1.5	Justificación.....	41
1.6	Hipótesis.....	42
1.6.1	Hipótesis general.....	42
1.6.2	Hipótesis específicas	42
1.7	Objetivos	43
1.7.1	Objetivo general	43
1.7.2	Objetivos específicos.....	43
II.	METODO	44
2.1	Diseño de investigación.....	45
2.1.1	Tipo de investigación.....	45
2.1.2	Nivel de investigación.....	45
2.1.3	Diseño de investigación.....	45

2.2	Variables, Operacionalización	46
2.2.1	Variable 1: Modelamiento hidrodinámico del tramo urbano del río Huarmey	46
2.2.2	Variable 2: Estructura de contención	46
2.3	Operacionalización de variables	47
2.4	Población y muestra	48
2.4.1	Población	48
2.4.2	Muestra	49
2.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	49
2.5.1	Instrumento	49
2.5.2	Validez	50
2.5.3	Confiabilidad	50
2.6	Método de análisis de datos	50
2.7	Aspectos éticos	51
III.	RESULTADOS	52
3.1	Ubicación y localización del río Huarmey	53
3.2	Descripción de la cuenca	53
3.3	Recopilación de información	55
3.3.1	Ensayos de laboratorio	55
3.3.1.1	Trabajos previos a los ensayos de laboratorio	55
3.3.1.2	Ensayo de corte directo ASTM D3080	56
3.3.1.3	Clasificación de suelos (Granulometría)	56
3.3.2	Levantamiento topográfico	56
3.4	Caudales máximos del río Huarmey	58
3.4.1	Estaciones hidrológicas y meteorológicas	58
3.5	Caudal de diseño	60

3.6	Modelamiento en HEC-RAS.....	72
3.6.1	Cálculos Hidráulicos.....	82
3.6.1.1	Borde libre.....	83
3.6.1.2	Altura máxima del borde.....	83
3.6.1.3	Altura de socavación.....	83
3.7	Diseño del Muro Gavión.....	85
3.7.1	Datos de entrada.....	85
3.7.2	Pre dimensionamiento.....	86
3.7.3	Momento por deslizamiento:.....	86
3.7.4	Momento por volcamiento.....	87
3.7.5	Peso de la estructura:.....	87
3.7.6	Momento estabilizante.....	87
3.7.7	Factor de seguridad a volcamiento.....	87
3.7.8	Factor de seguridad al deslizamiento.....	87
3.7.9	Punto de aplicación de la normal:.....	88
3.7.10	Cálculo de la excentricidad:.....	88
3.7.11	Reacción del suelo:.....	88
3.8	Diseño del muro de concreto ciclópeo.....	89
3.8.1	Parámetros de diseño.....	89
3.8.2	Módulo de reacción:.....	90
3.8.3	Empujes y punto de aplicación:.....	90
3.8.4	Peso del muro de contención:.....	91
3.8.5	Calculo del volteo y deslizamiento:.....	92
3.8.6	Revisión por capacidad de carga del terreno.....	92
3.9	Diseño de Gavión en el software GEO – 5.....	93
3.9.1	Verificación por volcamiento.....	94
3.9.2	Verificación por carga ultima.....	95

3.10	Diseño de muro de concreto ciclópeo en el software GEO – 5	96
3.10.1	Verificación por volteo	97
3.10.2	Verificación por carga ultima	98
3.11	Presupuesto de muros	98
3.11.1	Presupuesto para muro Gavión.....	98
3.11.2	Presupuesto para muro de gravedad (concreto ciclópeo).....	100
IV.	DISCUSIÓN.....	101
V.	CONCLUSIONES	105
VI.	RECOMENDACIONES.....	107
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	109
VIII.	ANEXOS.....	115
	Anexo N° 1: Matriz de consistencia.....	116
	Anexo N°2: Ensayos de laboratorio	117
	Anexo N°3: Panel fotográfico de la zona de estudio.	121
	Anexo N°4: Panel fotográfico del levantamiento topográfico.....	123
	Anexo N°5: Panel fotográfico de las calicatas.....	126
	Anexo N°6: Calibración de la Estación Total.....	128
	Anexo N°6: Plano – Levantamiento topografico.....	128
	Anexo N°6: Plano – Secciones transversales.	128

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Representación del Fenómeno del niño en el Perú.....	22
Figura N° 2: Hidrogramas para la situación con y sin medidas de retención.....	27
Figura N° 3: Designaciones empleadas en muros.	28
Figura N° 4: Volcamiento por efecto del empuje del suelo.....	29
Figura N° 5: Revisión de falla por capacidad portante.	30
Figura N° 6: Dimensiones tentativas para diseño de muros de gravedad.....	31
Figura N° 7: Dimensiones tentativas para diseño de muro cantiléver.	32
Figura N° 8: Representación de muro de gaviones.....	33
Figura N° 9: Trazado del sistema fluvial.....	35
Figura N° 10: Representación de la escorrentía.....	37
Figura N° 11: Ubicación de la zona de estudio.	53
Figura N° 12: Progresivas 0+00 – Huarmey (Tramo estudiado).....	57
Figura N° 13: Ubicación de la zona de estudio.	57
Figura N° 14: Estaciones hidrológicas y meteorológicas.....	58
Figura N° 15: Caudal de diseño – Software River.....	66
Figura N° 16: Caudal de diseño – Software Hidroesta.....	72
Figura N° 17: Tirante crítico del rio Huarmey – Software HEC – RAS.	81
Figura N° 18: Identificación de puntos críticos – Software HEC-RAS.....	82
Figura N° 19: Pre dimensionamiento del muro de gaviones.	86
Figura N° 20: Pre dimensionamiento del muro de concreto ciclópeo.....	89
Figura N° 21: Empuje y punto de aplicación en el muro.....	91
Figura N° 22: Diseño del muro gavión en el software GEO – 5.	94
Figura N° 23: Verificación por volcamiento del muro gavión.	95
Figura N° 24: Verificación por carga ultima del muro gavión.....	96
Figura N° 25: Diseño de muro de concreto ciclópeo.	96
Figura N° 26: <i>Verificación por volteo del muro de concreto ciclópeo.</i>	97
Figura N° 27: Verificación por carga ultima del muro de concreto ciclópeo.	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Comparación de fenómenos más intensos ocurridos en el Perú.....	23
Tabla N° 2: Valores del coeficiente de rugosidad n.	39
Tabla N° 3: Definición operacional de la variable 1.	47
Tabla N° 4: Definición operacional de la variable 2.	48
Tabla N° 5: Ubicación geográfica de la cuenca del rio Huarmey.....	54
Tabla N° 6: Demarcación política de la cuenca del rio Huarmey.....	54
Tabla N° 7: Tabla de tamices.....	56
Tabla N° 8: Registro de caudales máximos anuales – Rio Huarmey.....	59
Tabla N° 9: Registro de caudales máximos anuales – Rio Huarmey.....	60
Tabla N° 10: Proceso de cálculo para el caudal de diseño.....	67
Tabla N° 11: Valores de Y_n y σ_n en función de N.	68
Tabla N° 12: Valores del coeficiente B para diferentes periodos de retorno.....	83
Tabla N° 13: Valores para el coeficiente X en suelos no cohesivos.	84
Tabla N° 14: Presupuesto del muro Gavión	99
Tabla N° 15: Presupuesto de muro de concreto ciclópeo.....	100

RESUMEN

La presente investigación hace un énfasis a los daños ocurrido en el Perú a causa de los fenómenos naturales como son los fenómenos del Niño, siendo el más reciente, el Fenómeno del Niño Costero ocurrido en el año 2017, ya que, esto ocasiona grandes daños debido a las intensas lluvias que este ocasiona, es por ello, que la investigación realiza un análisis mediante el modelamiento hidrodinámico para el pos diseño del muro de contención en la ribera del río Huarmey, con la finalidad de salvaguardar a la población ante un futuro evento natural de las mismas magnitudes o mayores a las que ya ocurrieron, ya que, actualmente en la zona mencionada no cuenta con ninguna estructura de protección. Frente al problema mencionado, se propuso la implementación de muros de contención en la zona que según la simulación nos muestra, y con ello, la mitigación de desastres naturales. Durante la investigación se realizó el levantamiento topográfico, así como los estudios de suelos que se realizan mediante los ensayos correspondientes para conocer las características principales del terreno; posterior a ello, se realizó los cálculos hidrológicos, para luego realizar el modelamiento hidrodinámico con la intención de conocer el lugar adecuado para la ubicación de los gaviones. Posteriormente, se realizó la comparación entre el muro de gravedad y los gaviones, no obstante, se tuvo como resultado, que la implementación de gaviones resultan ser más económicas.

Palabras Claves: Fenómeno del Niño, Modelamiento Hidrodinámico, Simulación, Mitigar, Cálculo hidrológico, Gavión, Río Huarmey.

ABSTRAC

The present investigation makes an emphasis to the damages happened in Peru because of the natural phenomena as the phenomena of the Child, being the most recent, the Coastal Child Phenomenon occurred in the year 2017, since, this causes great damages due to the intense rains that this causes, it is for that reason, that the investigation carries out an analysis through the hydrodynamic modeling for the pos design of the retaining wall on the banks of the Huarmey river, with the purpose of safeguarding the population before a future natural event of the same magnitudes or greater than those that already occurred, since, currently in the mentioned area does not have any protection structure. Faced with the aforementioned problem, the implementation of retaining walls was proposed in the area that, according to the simulation, shows us, and with it, the mitigation of natural disasters. During the investigation, the topographic survey was carried out, as well as the soil studies carried out through the corresponding tests to know the main characteristics of the land; after that, the hydrological calculations were made, to then perform the hydrodynamic modeling with the intention of knowing the right place for the location of the gabions. Subsequently, the comparison between the gravity wall and the gabions was made, however, as a result, the implementation of gabions turn out to be more economical.

Key Words: Child Phenomenon, Hydrodynamic Modeling, Simulation, Mitigate, Hydrological Calculation, Gabion, Huarmey River.

I. INTRODUCCION

1.1 Realidad problemática

Los desastres naturales, son sin duda una realidad problemática a nivel mundial, estas son producidas por fenómenos naturales, donde algunas de estas son de origen hidrometeorológico, es decir, que son factores atmosféricos como la lluvia o modificaciones de la temperatura que originan agentes negativos en determinadas zonas, y si se trata de inundaciones, aquellas que se encuentran en zona de poca pendiente o planicie, más aún, si la cota del fondo del río se encuentra a mas altura que la cota del terreno donde habita la población.

El Perú es uno de los países donde se ha generado cuantiosos impactos por los fenómenos climáticos, ya que, debido a las precipitaciones de alta intensidad, se ha podido contemplar numerosos desbordes, inundaciones y huaicos, entre los meses de diciembre a marzo. Dentro de las zonas más perjudicadas se registra la costa norteña entre ellas, Piura, Tumbes y Lambayeque, así como en la región amazónica, la cual ha sido afectada casi en su totalidad debido a que los ríos que se encuentran en dicha región tienen un comportamiento muy variado, es decir, pueden realizar cambios en su curso, así como desplazarse ciertos kilómetros perpendicular a su curso, por lo que, se produce una alta tasa anual de inundaciones.

En nuestro país el “Fenómeno del Niño Costero” ha provocado anomalías como el aumento de la temperatura del mar por encima de lo normal, la cual, como sabemos está directamente relacionada al ciclo regular del agua, es decir, la evaporación y la precipitación producida fue de mayor intensidad dando paso así a caudales de inundación en ríos donde no se ha realizados planes de prevención.

Por lo que según el COEN revelo que la cifra de damnificados a causa de las inundaciones ocasionadas en el año 2017 habría superado aproximadamente un millón de personas en todo el país, sobre todo en la Costa peruana, y parte de la selva central.

En la presente investigación se dará mayor énfasis a lo ocurrido en el norte del país, ya que a causa de ello una gran cantidad de localidades han sido afectadas

por el desborde de sus ríos aledaños; es por ello que la ciudad de Huarmey no fue ajena a dicho desastre, pobladores del lugar, algunos con conocimiento sobre el río Huarmey pueden afirmar que, este experimentó momentos antes de su desborde un comportamiento diferente, fuera de lo normal y pueden dar validez a la falta de planes de prevención que contemplen estructuras de mitigación de inundaciones.

Previo a las decisiones en la búsqueda de soluciones posterior a los desastres naturales, están los análisis situacionales, las preguntas y con ello, los estudios de perfil que se realizan para dar elección a la solución más idónea; dentro de las medidas contra inundaciones, se encuentra el análisis hidrodinámico, en pocas palabras, el modelamiento fluvial del tramo en estudio, con los respectivos parámetros de campo que nos permita observar el comportamiento aproximado – valido – para las ideas de solución. Es por ello, que la presente investigación pretende ahondar en lo antes mencionado, con el fin de otorgar soluciones idóneas posteriores al modelamiento hidrodinámico de un tramo del río Huarmey, el tramo que comprende el paso de la ciudad.

1.2 Trabajos previos

1.2.1 Antecedentes internacionales

En relación a los estudios internacionales, los más relevantes son:

(Rodríguez Vásquez, H. 2012) La tesis titulada: **“Inundaciones en zonas urbanas. Medidas preventivas y correctivas, acciones estructurales y no estructurales”**, para obtener el título de Magister en Ingeniería Civil, Universidad Nacional Autónoma de México - México. Establece como principal objetivo: El planteamiento de acciones para la prevención y atención de inundaciones en las regiones más susceptibles, también de especificar acciones estructurales y no estructurales que sirvan de control y protección con el apoyo de nuevas tecnologías proponiendo acciones para una mejor gestión, manejo y control de las inundaciones.

(Castro Salinas, S. 2015) La tesis titulada: “**Evaluación del comportamiento hidráulico de obras de captación mediante modelamiento hidrodinámico del flujo en 1 – D y 2 – D**”, para obtener el título de Ingeniería Civil, en la Universidad de Cuenca – Ecuador. La investigación establece como objetivo principal, analizar el comportamiento del flujo, realizando el modelamiento matemático con el apoyo de los modelos HEC – RAS e IBER en 1D y 2D respectivamente, todo ello será realizado ante el proyecto PACALORI, ya que el río Quevedo será quien abastecerá a proyecto mencionado, del cual se necesita 30 m³/s de agua, a fin de que, sea distribuido por túneles y canales hacia las zonas de riego.

(Ochoa, S. 2016) El artículo titulado: “**Modelación hidrodinámica del tramo medio el río Ctalamochita, Provincia de Córdoba**”, en la Universidad Nacional de Córdoba – Argentina. Muestra la importancia que es realizar el modelamiento hidráulico para el estudio de áreas inundables en épocas cuando los ríos alcanzan sus máximos caudales, es por ello que pretende plantear hipótesis que se asemejen más a la realidad para la prevención de desastres y la buena toma de decisiones, gracias al apoyo de los estudios hidrológicos y a los diferentes moldeamientos hidrodinámicos en diferentes dimensiones espaciales. En este artículo se ejecutó una modelación hidrodinámica a través del software HEC-RAS (unidimensional) y el Modelo IBER (bidimensional). Cabe mencionar que actualmente el software HEC – RAS puede realizar modelamiento bidimensional.

1.2.2 Antecedentes nacionales

(Rocha Felices, A. 2006) El artículo titulado: “**La costa norte peruana y su vulnerabilidad frente al Fenómeno de El Niño**”, Hidráulica – Perú. El cual tiene como objetivo: Dar a conocer en su magnitud sobre el Meganiño acontecido diez veces en los últimos cinco siglos, determinando examinar los aspectos de vulnerabilidad de la costa peruana y la mitigación de los efectos del FEN. También da conocer sobre el estado vulnerable que se encuentra la costa norteña y concluye de la manera que el clima de la costa depende de lo que ocurra en el mar a miles de kilómetros cuando se inicia la manifestación climática de origen

oceanográfico – atmosférico que es la encargada de determinar si se espera un año dado de sequedad o la abundancia de agua en la costa peruana.

(Alvaro L. y Henriquez L. 2014) En la tesis titulada: **“Diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña del río Chicama tramo puente Punta Moreno – Pampas de Jaguey aplicando el programa River”**, para obtener el título de Ingeniero Civil, en la Universidad Privada Antenor Orrego – Perú. La investigación tiene como finalidad realizar los estudios topográficos y de mecánica de suelos del tramo en estudio, realizar el estudio hidrológico del río Chicama y realizar el diseño de la defensa ribereña con revestimiento de enrocado con el apoyo del software River, con la finalidad que el río Chicama no continúe erosionando y desbordando por el margen izquierdo del tramo puente Punta Moreno.

(López Cabello, J. 2014) En la tesis titulada: **“Simulación hidráulica de inundación en la zona urbana de la cuenca baja del río Higuera – Huánuco – 2014”**, para obtener el título de Ingeniero Civil, en la Universidad de Huánuco – Perú. La investigación tiene como finalidad, conocer el comportamiento hidráulico cuando este alcanza caudales máximos en los diferentes periodos de retorno y la simulación de nuevas avenidas, todo ello fue realizado para la ubicación adecuada de una estructura hidráulica. Este procedimiento fue realizado con el apoyo del software Hec- Ras 4.0., y con ello, la simulación de avenidas en la zona urbana de la cuenca baja del río Higuera. Para la realización de esta investigación, se utilizó la información cartográfica actualizada y también el apoyo de los softwares: Excel, AutoCAD y ArcGis.

(Puño Lecarnaque, N. 2016) En la revista titulada: **“Control de las inundaciones en el valle de Río Tumbes mediante la habilitación de un cauce de alivio – Simulación hidráulica”**. Establece el uso del software MIKE 21 Flow Model FM para el modelamiento hidrodinámico bidimensional, haciendo el uso de mallas flexibles, este se empleó para la representación del río Tumbes que cuenta con un área de 143,10 km². Las simulaciones realizadas permitieron hallar el

caudal mínimo que producen los desbordes en la sección de estudio. Finalmente, determinaron que la habilitación del cauce de alivio posibilita la mitigación de desastres a consecuencia de las inundaciones, por lo tanto, se evitaría pérdidas económicas y daños infraestructurales que son generados anualmente por el río Tumbes.

1.3 Teoría relacionada al tema

1.3.1 Fenómeno del Niño ocurrido en el Perú

El Perú está sometido a diferentes tipos de fenómenos naturales que pueden ocasionar desastres en la población debido a su ubicación geográfica en la cuenca del pacífico, y esto se confirma con los innumerables desastres que sucedieron en el país a causa de los diferentes fenómenos ocurridos desde hace muchos siglos atrás.

“El Fenómeno de El Niño (FEN) es un fenómeno natural que representa para la ingeniería, la economía y las actividades humanas habituales, una modificación temporal, eventualmente fuerte, y algunas veces desastrosa, del clima predominante en una parte importante del planeta” (Rocha, 2007, p.6).

Figura N° 1: Representación del Fenómeno del niño en el Perú.



Fuente: Instituto Geofísico del Perú – “El fenómeno El Niño en el Perú”.

Los Fenómenos de El Niño más intensos ocurridos en nuestro país, hasta ese entonces, eran lo ocurridos entre los años 1982-1983 y 1997-1998 que fueron determinados como Meganiños por la magnitud del daño ocurrido en la costa peruana por lo que dejó más de 1.2 millones de damnificados en el Perú.

“Durante el siglo XX y hasta antes del El Niño extraordinario de 1997- 1998, ocurrieron unos 25 episodios de El Niño de diferente intensidad; las fuentes bibliográficas indican que los eventos El Niño de 1891 y 1925, fueron eventos de intensidad comparable a los de 1982 - 1983 y 1997 - 1998” (Senamhi, 2015, p.24).

El Instituto para la Migración de los Efectos del Fenómeno El Niño (IMEFEN), nos brinda a continuación un breve cuadro comparativo de los fenómenos más intensos ocurridos en el Perú.

Tabla N° 1: Comparación de fenómenos más intensos ocurridos en el Perú.

Indicadores	1982-83	1997-98
Personas afectadas	1,330	350,000
Personas fallecidas	233	285
Viviendas afectadas y dest.	125,703	130,000
Centros educativos afect.	875	811
Postas médicas	101	598
Carreteras destruidas (km)	2,600	884
Carreteras afectadas (km)	122	6,392
Puentes destruidos	47	62
Puentes afectados		28
Hidroeléctricas destruidas	3	
Aeropuertos afectados	4	2
Cultivos perdidos (hás)	192,825	42,738
Cultivos afectados (hás)	442,623	75,579
Cabezas de ganado perdidas	2,600	1,111

Fuente: El Comercio.

Si bien es cierto, el Perú en el presente año también se ha visto afectado una vez más por estos Fenómenos naturales; dentro de las regiones afectadas se encuentran las ciudades como Huancavelica, Tumbes Lambayeque, Ancash y Piura, causando intensos daños y dejando a muchos de ellos en una condición inhabitable, también se vieron afectados en cuanto a bienes materiales, áreas agrícolas, por lo que esto afecta la economía de la población.

“El centro de Operaciones de Emergencia Nacional (COEN) ha registrado más de 111 mil damnificados, 84 fallecidos, 2.188 kilómetros de carreteras destruidas y 194 puentes colapsados en todo el Perú, desde diciembre del 2016 hasta el 22 de marzo de este año” (Ojo público, 2017, “Fenómeno del Niño: tres décadas de muerte y destrucción en Perú, párr. 1).

Teniendo en cuenta lo sucedido el año 2017, se realiza un enfoque puntual hacia la ciudad de Huarmey. Según datos de los pobladores el día 15 de marzo

aproximadamente a las 7:00 de la noche, los hospitales de la ciudad de Huarmey estaban en peligro, debido a la inundación que se produjo horas antes, esto afectó tanto a las zonas urbanas como a zonas rurales, generando pérdidas materiales, económicas así como accidentes.

A todo ello, hacemos mayor énfasis a los daños que viene sufriendo el Perú a consecuencia de los diferentes fenómenos que ocurren cada año, las pocas o nulas acciones que se hayan o no realizado para mitigar estos desastres, forman parte de la justificación que permite el desarrollo de la presente investigación. La ciudad de Huarmey, no cuenta con un sistema de prevención de inundaciones y con ninguna medida preventiva frente a estos fenómenos, de modo que, dar propuestas a soluciones para la prevención de inundaciones es lo que se quiere lograr, por lo mismo de que, los daños que tendría serían pocas o nulas.

Enfocándose en la problemática principal de la ciudad de Huarmey frente al aumento de la intensidad de lluvia tenemos el principal desastre ocurrido producto del mismo, el cual será definido a continuación:

1.3.1.1 Inundación en Huarmey

Debido al aumento de la intensidad de lluvia, Huarmey fue azotada por un cambio repentino de la realidad que coge, es decir, la inundación casi al 100% de la ciudad bastó para dar paso a la afirmación de las pocas medidas de prevención que mantienen muchas ciudades costeras del Perú.

El pasado marzo del 2017, “La plaza de armas amaneció inundada, mientras que el personal policial de la Comisaría de Huarmey se refugió en el segundo piso de su local. El nivel del agua superó el metro de altura” expresó el popular medio noticioso – RPP.

Y siendo parte de la realidad problemática, posteriormente se ahondará en los parámetros necesarios para la modelación hidrodinámica del río Huarmey.

1.3.1.2 Daños provocados

Los daños ocasionados por el río Huarmey en el año 2017 han sido de gran magnitud, debido al Fenómeno del Niño ocurrido en la costa peruana, incrementando las lluvias de lo usual, esto ha ocasionado grandes daños materiales y económicos en la ciudad de Huarmey; y esto es confirmado por las noticias emitidas durante el periodo de los desastres ocurridos.

“El total de damnificados fue de 14 mil 835 en la provincia de Huarmey, afirmó el boletín informativo del COEN. Asimismo se dio a conocer que existen 425 viviendas y 12 instituciones educativas afectadas” (América noticias, 2017, “COEN: Fenómeno El Niño dejó cerca de 15 mil damnificados en Huarmey”, párr.2)

Por otro lado también se ha visto afectado las carreteras que conforman la ciudad de Huarmey y también se ha registrado pérdidas en las zonas de cultivo.

“Las carreteras destruidas comprenden una extensión de 41,5 kilómetros, en tanto que las afectadas son en total 61,9 kilómetros. Otras 309 hectáreas de cultivo se perdieron a consecuencias de los estragos del El Niño costero” (América noticias, 2017, “COEN: Fenómeno El Niño dejó cerca de 15 mil damnificados en Huarmey”, párr.4)

Las inundaciones ocasionadas en la ciudad de Huarmey ha dejado aislada a la población debido a los desbordes ocurridos, por lo tanto, el contacto y estancamiento de estas aguas contaminadas, ha ocasionado enfermedades en los habitantes de Huarmey, uno de los casos que se registro fue de leptospirosis donde el afectado fue un niño.

“Debido a la inundación de las viviendas, el área de Salud de Huarmey ha reportado el primer caso de leptospirosis en un niño. Esta enfermedad es causada por la orina de los roedores y puede provocar la muerte si no es atendida oportunamente” (El comercio, 2017, “Huarmey: el 90% de la población ha sido afectada por huaicos”, párr.5).

1.3.2 Medidas preventivas estructurales

Dentro de las tareas previas para la toma de decisiones en este aspecto, se encuentran las tareas de reconocimiento de campo y los modelamientos numéricos luego de la representación gráfica de la topografía (curvas de nivel) y de la composición de material de suelo, tipología y clasificación dentro de la sección del río.

Las medidas para la reducción de riesgos por inundación, consisten en la construcción de estructuras hidráulicas con el objetivo de brindar protección a las áreas que se encuentran al margen de un río. Estas medidas se dividen en tres grupos las cuales se explicaran a continuación:

1.3.2.1 Estructuras de retención

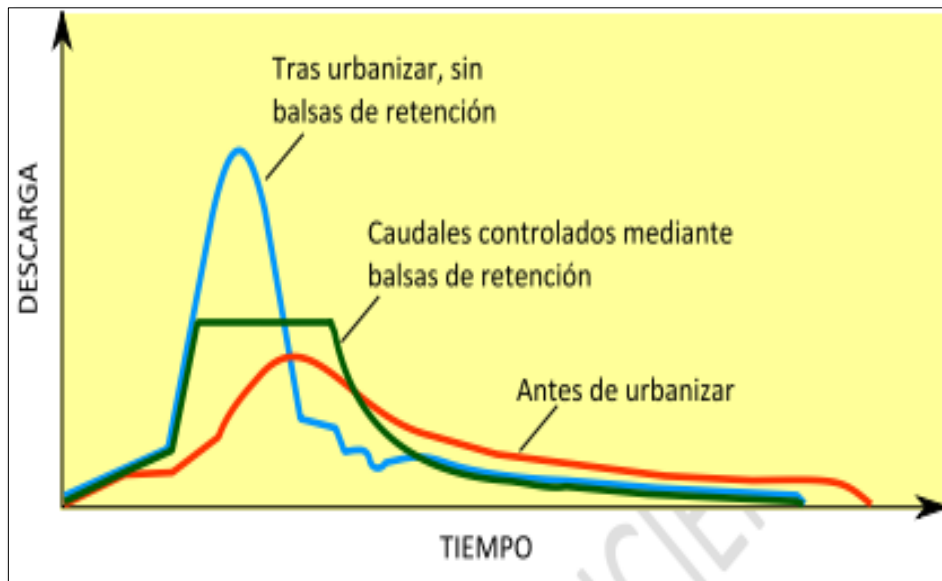
Tiene como misión, retener el agua para evitar el colapso o la salida de los ríos de su cauce normal, ya que cuando se produce esto, ocurren daños de gran magnitud afectando así a la propia estructura de retención o de estructuras existentes aguas abajo. Dentro de las estructuras existentes y más comunes que son empleados agua arriba, están los embalses y las presas

La presas tienen como función principal el almacenamiento de aguas para los diferentes usos: abastecimiento urbano, riego, producción eléctrica y brindar protección frente a amenazas de inundación.

(SUFRI, 2010, p.15) Las grandes presas pueden almacenar grandes volúmenes de agua y aportan un elevado grado de protección. Las tipologías más comunes son:

- Presas de gravedad
- Presas arco
- Presas contrafuertes
- Presas de materiales sueltos

Figura N° 2: Hidrogramas para la situación con y sin medidas de retención.



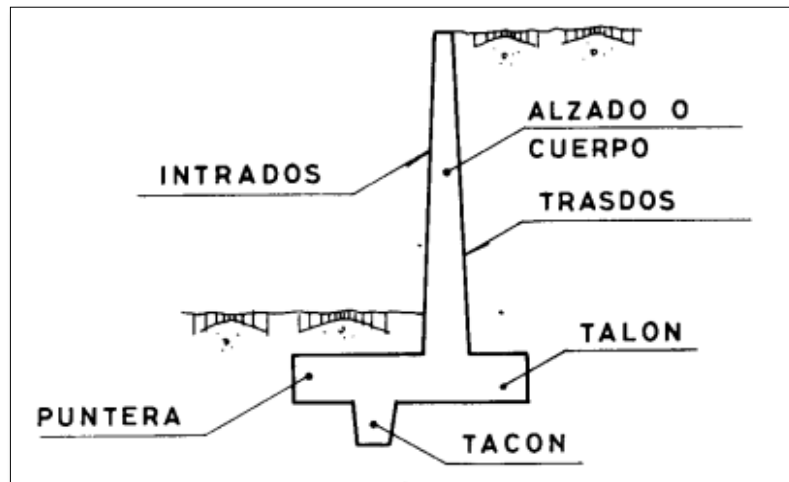
Fuente: SUFRI – Universidad Politécnica de Valencia.

1.3.2.1.1 Muros de contención

Se puede definir como estructuras de contención como un elemento que cumple la función de retención de materiales (suelos) soportando presiones laterales, puesto que generalmente se encuentran en un estado inestable, sin embargo, los muros de contención ayuda a brindar una estabilidad en una zona determinada con el fin de proteger construcciones adyacentes.

Por lo general los muros de contención son construidos de hormigón armado. Los factores que intervienen en el diseño de un muro de contención son muchos, sin embargo, un punto importante es conocer el empuje de relleno.

Figura N° 3: Designaciones empleadas en muros.



Fuente: Universidad de Castilla – La Mancha.

1.3.2.1.1.1 Estabilidad

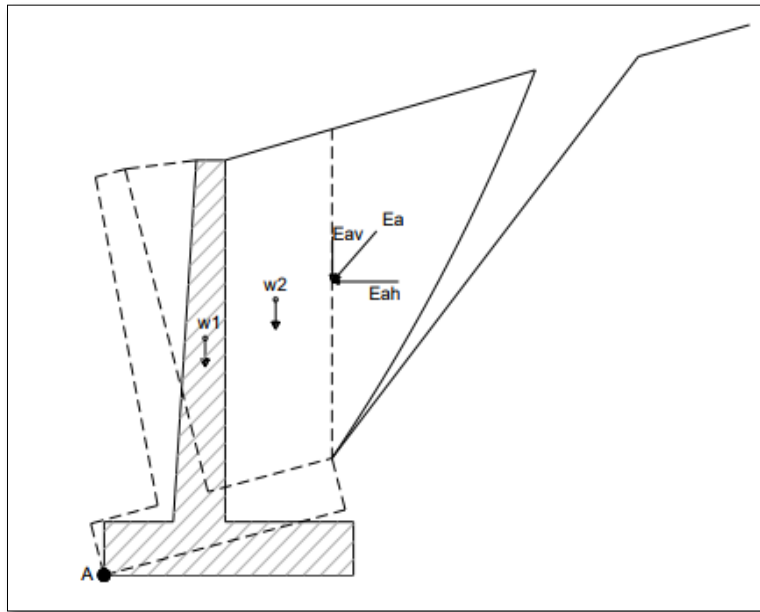
El diseño de muros de contención tiene como finalidad que las fuerzas que soporta como: peso propio, empuje de tierra, cargas, peso de la tierra de relleno, con la finalidad de garantizar su estabilidad al volcamiento y deslizamiento.

a) Estabilidad por vuelco

Uno de los principales análisis que se tiene que realizar para mantener su estabilidad, es que el muro a establecer no sufra un volcamiento.

La presión o empuje del suelo sobre el muro, permite que el muro se voltee en el punto A, sin embargo, los encargados para que esto no suceda son todas las fuerzas verticales, ya que, son capaces de producir momentos en sentido contrario.

Figura N° 4: Volcamiento por efecto del empuje del suelo.



Fuente: Universidad Central de Ecuador.

El factor de seguridad para que una estructura de contención no sufra un volcamiento, es definido como la relación que existe entre el momento de estabilidad y el de volteo.

$$FSV = \frac{Me}{Mv} \geq (1,5 - 2,0)$$

Donde:

FSV = Factor de seguridad al volcamiento.

Me = Momento estabilizador.

Mv = Momento de volcamiento.

b) Estabilidad por deslizamiento

Existen fuerzas horizontales que desplazan al muro y otras que resisten al mismo. Se dice que el muro ha fallado por desplazamiento cuando experimenta un movimiento en dirección libre. La fuerza que permite la estabilización de los muros y evitar su falla son: la fricción o rozamiento que existe entre el muro y el suelo y la fuerza que genera en la parte frontal superior del muro, mientras que, el componente principal

que trata de movilizar al muro es el empuje de suelos. El factor de seguridad por deslizamiento es:

$$FS_{deslizamiento} = \frac{\sum F'_R}{\sum F_d}$$

Donde:

$\sum F'_R$ = Suma de las fuerzas resistentes horizontales.

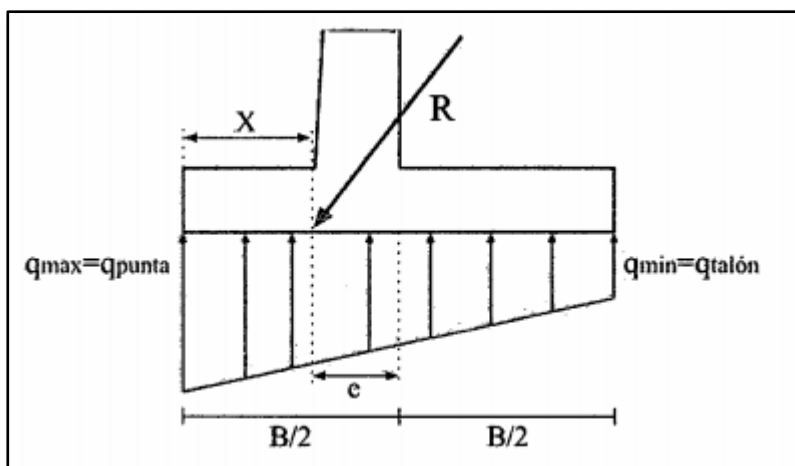
$FS_{deslizamiento}$ = Factor de seguridad contra el deslizamiento.

$\sum F_d$ = Suma de las fuerzas horizontales de empuje.

c) Estabilidad por presiones

Se conoce como presión de contacto a las cargas verticales que transmite la zapata hacia el suelo, el mismo que recibe presión hacia arriba por parte del suelo donde descansa.

Figura N° 5: Revisión de falla por capacidad portante.



Fuente: Universidad Nacional de Cajamarca

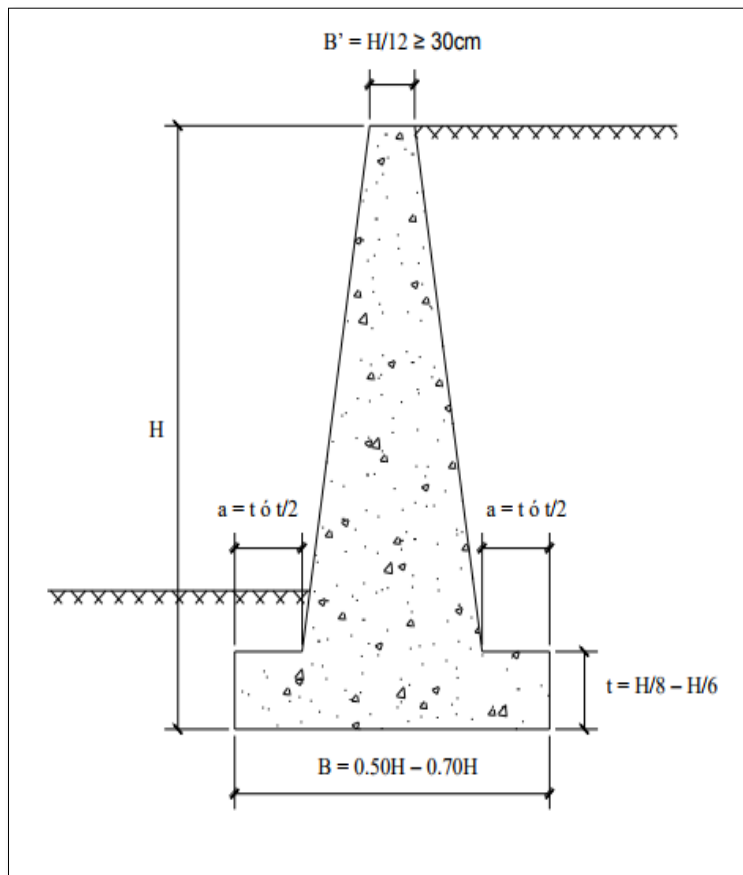
1.3.2.1.1.2 Muros de gravedad

Los muros de gravedad por lo general presentan un perfil trapezoidal y dependen de su peso propio, ya que, de esa manera asegura su estabilidad, es por tal motivo que no son de gran altura; son realizados de

concreto ciclópeo o piedras y no es reforzado de ningún otro material o elemento. Una característica importante es que suelen ser económicos para alturas moderadas menores 5m.

“La dimensión de la base de estos muros oscila alrededor de 0.5 a 0.7 de altura. Por economía, la base debe ser lo más angosta posible, pero debe ser lo suficientemente ancha para proporcionar estabilidad contra el volcamiento y deslizamiento, y para originar presiones de contacto no mayores que a máximas permisibles” (Torres, 2008, p.5)

Figura N° 6: Dimensiones tentativas para diseño de muros de gravedad.



Fuente: Universidad Central del Ecuador.

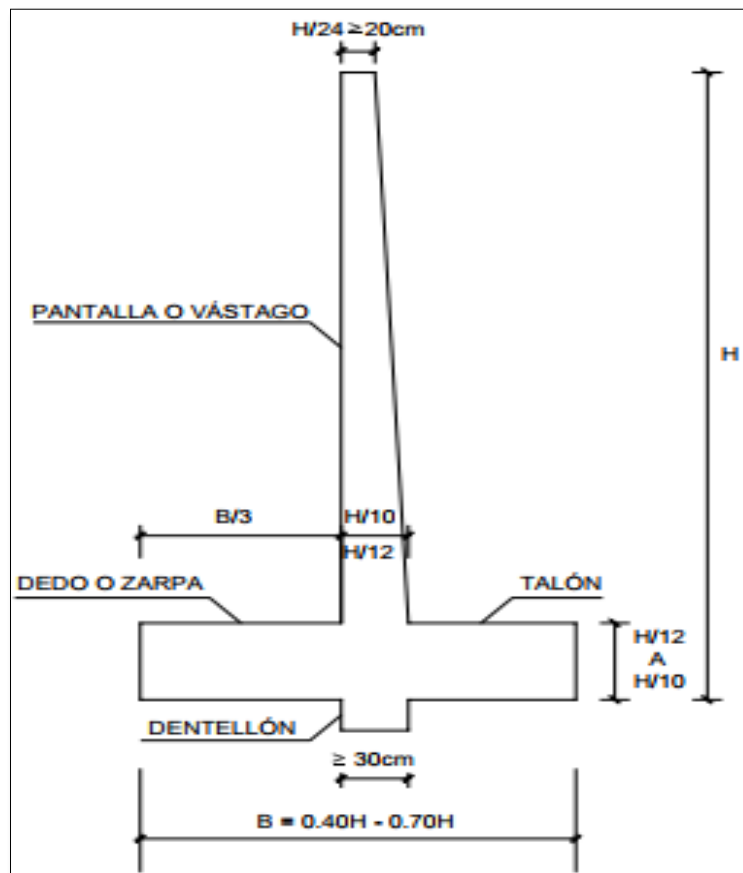
1.3.2.1.1.3 Muro cantiléver

Los muros en cantiléver resisten el empuje que es producido por la presión del relleno, por medio de un muro vertical y una base horizontal, suelen ser de hormigón armado y reforzado con acero para soportar

momentos flectores y cortantes ocasionadas por el empuje, sin embargo, son un poco costosas debido al hormigón utilizado durante su construcción, y no pueden ser construidos en bajas temperaturas.

“Para el diseño de la pantalla del muro se tomaran en cuenta las presiones que se producirán en cada punto producidos por el relleno, es decir, que en cada punto se producirá un momento y es para este momento que se calculara la cantidad de refuerzo” (Rodriguez, 2012, p.54)

Figura N° 7: Dimensiones tentativas para diseño de muro cantiléver.



Fuente: Universidad Central del Ecuador.

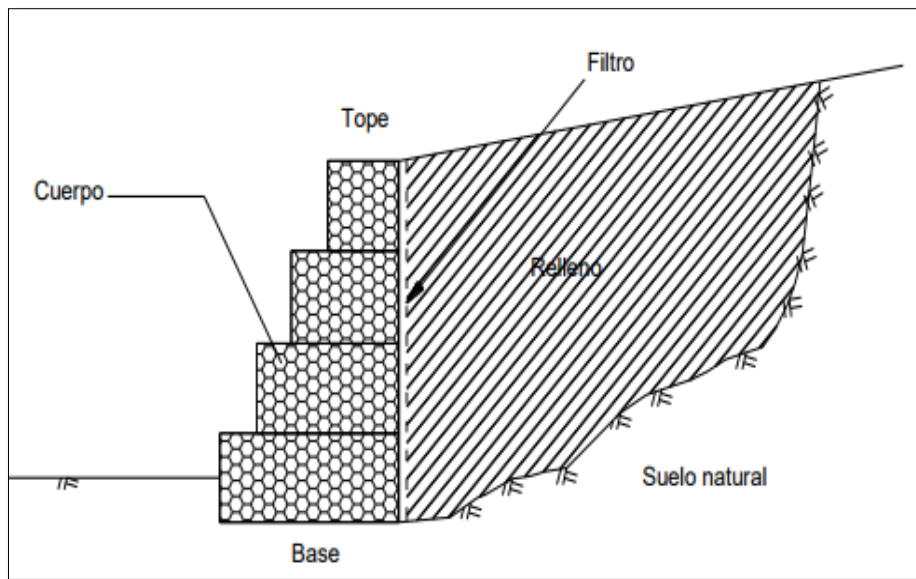
1.3.2.1.1.4 Gaviones

Los gaviones son estructuras rectangulares de malla de alambre galvanizado que son llenadas de cantos de roca, que son cajas de 2m x 1m x 1m y la forma básica empleada es trapezoidal. Se debe tener en cuenta el amarre que se realiza entre unidades aisladas para formar

estructuras monolíticas flexibles y permeables. Las ventajas de los muros de gaviones son:

- Facilidad al construir, mantener y utilizar el material de relleno (cantos y rocas) encontrado en el lugar.
- Presenta estructura flexible que puede tolerar asentamientos a comparación de otros muros y es fácil de reparar o demoler.
- Pueden ser construidas en fundaciones débiles.

Figura N° 8: Representación de muro de gaviones.



Fuente: Universidad Central del Ecuador

1.3.2.1.1.5 Diseño sísmico de muros de contención

Para el diseño sísmico se evaluarán los empujes activos de suelos sobre las estructuras de contención, evaluando los tipos de falla y el comportamiento de las estructuras bajo desplazamientos despreciables y determinados.

Un adecuado diseño de muros de contención debe establecer el equilibrio de las fuerzas de: empuje de suelo, masa del muro y fuerzas externas. Durante un sismo los cambios en la resistencia y las fuerzas inerciales de los suelos podrían ocasionar el equilibrio y provocar la deformación del muro.

1.3.3 Morfología y dinámica fluvial

1.3.3.1 Morfología fluvial

Es el estudio de las formas que presentan los ríos, es decir, de su apariencia, quiere decir, que deben ser descritos como se observan en el aire. Sin embargo, la forma de los ríos no es la misma a largo del tiempo, ya que también depende del caudal que presenta, puesto que, es un punto fundamental para definir la forma de un río.

1.3.3.1.1 Perfil longitudinal del cauce

El perfil longitudinal se encarga de describir la forma en la que el río varía su cota con respecto a su longitud y recorrido, del mismo modo, el perfil longitudinal plasmará su pendiente en cada tramo. Generalmente los perfiles longitudinales reflejan una forma cóncava con una pendiente que va de forma decreciente desde las zonas con mayor erosión hasta las zonas de mayor sedimentación de las zonas bajas.

1.3.3.1.2 Sinuosidad

Se refiere a la trayectoria que desarrolla el recorrido de un río, el resultado entre la longitud del río y la longitud del valle en un tramo determinado, nos muestran los siguientes trazados.

a) Trazado recto

Se observa un trazado recto cuando los coeficientes de sinuosidad son menores a 1.5, es por ello, que no se aprecian curvas en el cauce.

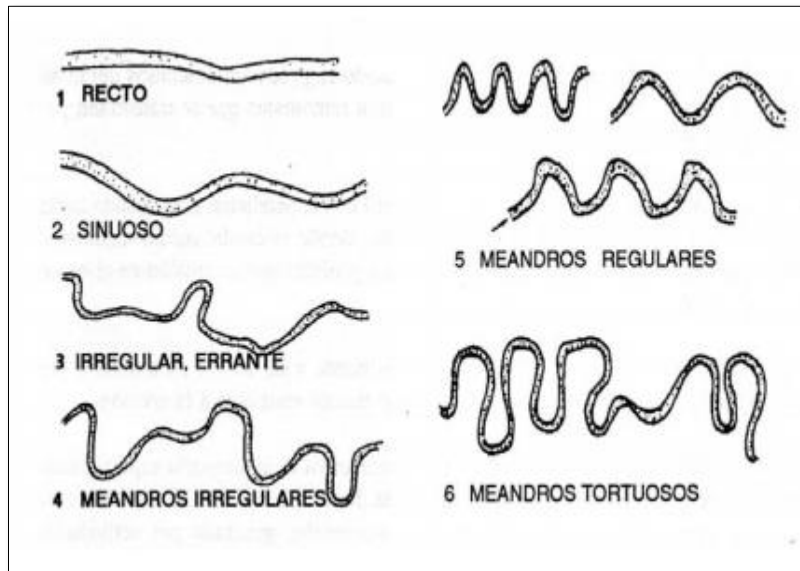
b) Trazado meandriforme

Este tipo de trazado se observa cuando supera los 1.5 debido a las curvas que se incrementan desplazando en sentido trasversal del valle.

c) Trazado trenzado

Este tipo de trazados son desarrollados en tramos donde existen mayores pendientes o cuando la cara solida se ve elevada y es caracterizado por la formación del curso de agua ancho y poco profundo.

Figura N° 9: Trazado del sistema fluvial.



1.3.3.2 Dinámica fluvial

La dinámica fluvial de un río está determinada por la acción de la misma, ya que, debido a ello se muestran variaciones que modifican el relieve terrestre y el trazado de los ríos

“Los estudios de dinámica fluvial esta soportados por las anotaciones cartográficas, fotográficas y satelitales del cauce del río en un periodo de tiempo de por lo menos 30 años. Para ello se constituye un sistema georeferenciado de mapas, fotografías aéreas e imágenes de satélite y se interpretan las orillas del cauce activo” (Vargas G., 2012, p.7).

La dinámica fluvial se refiere al conjunto de procesos que modifican los sistemas fluviales tanto en su componente espacial como temporal, por ejemplo, los procesos que sedimentan el cauce principal o colmatan, es decir los procesos que favorecen la saturación de carga de sedimentos del río, también los fenómenos que ensanchan el cauce o incrementan su amplitud, los

procesos que aceleran la erosión e incrementan la profundidad del río o los fenómenos que permiten la divagación del punto más bajo del cauce.

1.3.4 Caudal máximo

El caudal es el volumen de líquido que fluye por una sección transversal de un río o canal en una determinada unidad de tiempo, y que puede ser descrito en volumen o masa.

Para la determinación de caudales máximos se toma normalmente los valores extremos, y estos se encuentra en escenarios como avenidas y escorrentías.

1.3.4.1 Velocidad de flujo

De manera directa, el flujo es el estudio del movimiento de un fluido, de esto se desea conocer la velocidad con la que el flujo de un fluido se mueve en un punto determinado, por lo cual, dicho estudio le corresponde a la hidrodinámica.

El flujo está clasificado de diferentes maneras, es decir, con respecto a su cambio de velocidad y la dirección, al cambio de velocidad y posición de las partículas en un tiempo determinado, a sus variaciones de propiedades respecto al tiempo. Estos flujos pueden ser: laminar, turbulento, uniforme, no uniforme, permanente, no permanente etc.

1.3.4.2 Avenidas

Se llaman avenidas al incremento del nivel de agua en el cauce a valores no frecuentes, como consecuencia del aumento del caudal que pasa por la red de drenaje. En la mayoría de casos, este aumento de caudal, se debe a las precipitaciones no habituales que la cuenca del río no está acostumbrado y por lo tanto no asimila en su totalidad.

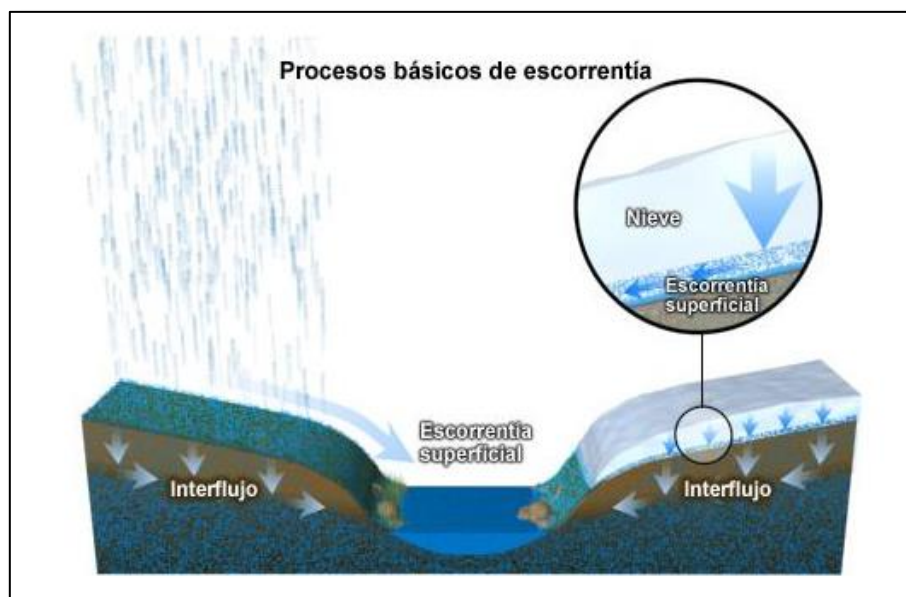
Los caudales de avenida pretenden describir la estimación de los caudales, de preferencia torrencial, y como varía su cauce a lo largo del recorrido y el transcurso del tiempo.

1.3.4.3 Escorrentía superficial

La escorrentía superficial es un componente del ciclo hidrológico, estas son aguas provenientes de las lluvias que circulan bajo y sobre la superficie terrestre, y llega a la corriente para ser drenada hasta la salida de la cuenca o punto de aforo.

“En cuencas con sistemas de drenaje y pendiente definidos la escorrentía superficial, forma el caudal total que fluye a la salida de la cuenca. Este caudal total se divide, por razones prácticas, en dos: escorrentía directa y flujo base. La primera es aquella parte de la escorrentía que llega rápidamente al sistema de canales de drenaje después de una lluvia formando la creciente; mientras que, la segunda es aquella componente que deriva del afloramiento de aguas subterráneas y el flujo subsuperficial” (Fattorelli S. y Fernández P., 2011, p. 74).

Figura N° 10: Representación de la escorrentía



1.3.5 Modelamiento hidrodinámico

De manera que, los fenómenos de los flujos a superficie libre que ocurren en la naturaleza son complicados para ser resueltos mediante métodos analíticos exactos, se busca adaptar modelos y simulaciones con el uso de técnicas numéricas y experimentales que ayuden a determinar las características de las variables en el flujo de los ríos.

“En la conjetura de la variables de flujo para diferentes condiciones tiene gran importancia el desarrollo de modelos y simulaciones numéricas hidrodinámicas con la exigencia adecuada que permiten la correcta planificación de obras” (REVISTA FCEFyN, 2016, párr. 3).

1.3.5.1 Software HEC -RAS

Es un modelo hidrodinámico, el cual nos permite realizar la simulación de cauces naturales o canales artificiales, por consiguiente la delimitación de zonas inundables, permite conocer la dinámica de los cauces de cualquier tipo, y lo más importante es que es un software gratuito.

(Revista Internacional, p.2) Un estudio hidráulico consta de dos elementos fundamentales, que son por un lado la geometría del cauce, y por otra, las combinaciones de distintas geometrías y condiciones de flujo provoca diferentes resultados, que pueden ser analizados por separado o conjuntamente. Esta es la filosofía de la estructura del proyecto Hec-ras.

Algunos de los campos de aplicación del software Hec - ras son:

- Modelización de flujo en régimen permanente
- Modelización de flujo en régimen no permanente
- Modelización de transporte de sedimentos
- Análisis de calidad de aguas

1.3.5.1.1 Rugosidad de Manning

Una de las mayores dificultades es la determinación del coeficiente de rugosidad n , ya que no existe un sistema exacto para seleccionar su valor.

La fórmula de Manning es la evolución de la fórmula de Chézy para el cálculo de la velocidad del agua en tuberías y canales abiertos.

$$V = \frac{1}{n} R_h^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

V = velocidad media del agua, en m/s.

n = rugosidad de la pared

R = radio hidráulico

S = pendiente de la línea de agua

Para la elección del valor de rugosidad se utiliza las siguientes tablas:

Tabla N° 2: Valores del coeficiente de rugosidad n.

Descripción de la corriente	Mínimo	Normal	Máximo
A Cauces naturales			
A.1 Cursos secundarios (ancho de la superficie libre en crecida < 30 m)			
A.1.1 Cursos en planicies			
- Limpios, rectos, sin fallas ni pozos	0,025	0,030	0,033
- Rectos con algunas piedras y pastos	0,030	0,035	0,040
- Limpios con meandros, con algunos pozos y bancos	0,033	0,040	0,045
- Meandros con algunas piedras y pastos	0,035	0,045	0,050
- Meandros con muchas piedras	0,045	0,050	0,060
- Tramos sucios, con pastos y pozos profundos	0,050	0,070	0,080
- Tramo con mucho pasto, pozos profundos y cauce en crecida con muchos arbustos y matorral	0,075	0,100	0,150
A.1.2 Cursos montañosos, carentes de vegetación en el fondo, laderas con pendientes pronunciadas y árboles y arbustos en las laderas que se sumergen en niveles de crecida			
- Cauce de grava, cantos rodados y algunas rocas	0,030	0,040	0,050
- Cauce de cantos rodados, con grandes rocas	0,040	0,050	0,070
A.2 Cursos en planicies inundadas			
A.2.1 Zonas de pastos, sin arbustos			
- Pasto corto	0,025	0,030	0,035
- Pasto alto	0,030	0,035	0,050
A.2.2 Zonas cultivadas			
- Sin cultivo	0,020	0,030	0,030
- Cultivos sembrados en línea en fase de madurez fisiológica	0,025	0,035	0,045
- Cultivos sembrados a voleo en fase de madurez fisiológica	0,030	0,040	0,050
A.2.3 Zonas arbustivas			
- Escasos arbustos y pasto abundante	0,035	0,050	0,070
- Pequeños árboles y arbustos sin follaje (parada invernal)	0,035	0,050	0,060
- Pequeños árboles y arbustos con follaje (fase vegetativa)	0,040	0,060	0,080
- Arbustos medianos a densos durante la parada invernal	0,045	0,070	0,110
- Arbustos medianos a densos durante la fase vegetativa	0,070	0,100	0,160
A.2.4 Zonas arbóreas			
- Sauces densos, temporada invernal	0,110	0,150	0,200
- Terreno claro con ramas sin brotes	0,030	0,040	0,050
- Terreno claro con ramas con gran crecimiento de brotes	0,050	0,060	0,080
- Zonas de explotación maderera con árboles caídos, poco crecimiento en las zonas bajas y nivel de inundación por debajo de las ramas	0,080	0,100	0,120
- Zonas de explotación maderera con árboles caídos, poco crecimiento en las zonas bajas y nivel de inundación que alcanza a las ramas	0,100	0,120	0,160
A.3 Cursos importantes (ancho de la superficie libre en crecida > 30 m)			
En este caso, los valores del coeficiente n son inferiores a los correspondientes de cauces secundarios análogos, ya que los bancos ofrecen una resistencia efectiva menor,			
- Sección regular sin rocas ni arbustos	0,025		0,060
- Sección irregular y rugosa	0,035		0,100

Fuente: Libro de Hidráulica de Canales Abiertos (pág. 108) - Ven Te Chow.

1.3.5.1.2 Modelo digital del terreno

También conocido como MDE (Modelo digital de elevaciones). Es una estructura numérica de datos que representan las diferentes características de la superficie terrestre procedentes de una capa de elevaciones.

Dentro del MDE existen dos cualidades muy importantes que son la exactitud y la resolución horizontal de representación en formato digital, sin embargo, estas varían de acuerdo al método utilizado.

El uso del Modelo digital es muy variado y son:

- Trazados de perfiles topográficos
- Creación de mapas de relieve
- Análisis de terreno en geografía física y geomorfología
- Tratamiento de visualizaciones en 3D
- Modelos climáticos
- Modelos hidrológicos

1.4 Formulación del problema

“El planteamiento del problema está íntimamente ligado con la formulación de las hipótesis; como el hilo conductor que orienta correctamente el desarrollo del problema” (Rojas S., 2010, p.35).

“El planteamiento del problema consiste en describir de manera amplia la situación objeto de estudio, ubicándola en un contexto que permita comprender su origen, las relaciones e incógnitas por responder” (Fidias A., 2012, p.41).

Mencionado lo anterior, se plantea los siguientes problemas de investigación:

1.4.1 Problema general

- ¿De qué manera el modelamiento hidrodinámico del tramo urbano del río Huarmey influye en la ubicación y diseño de una estructura de contención, región Ancash-2018?

1.4.2 Problemas específicos

- ¿De qué forma las propiedades físicas del suelo del tramo urbano del río Huarmey interviene en la ubicación y diseño de una estructura de contención?
- ¿Cómo influye el estudio hidrológico del tramo urbano del Río Huarmey en la ubicación y diseño de una estructura de contención?
- ¿De qué manera las condiciones del cauce del tramo urbano del río Huarmey intervienen en la ubicación y diseño de una estructura de contención?

1.5 Justificación

“Por justificación se entiende sustentar la realización de un estudio con argumentos convincentes, para lo cual se requiere apoyarse en elementos teóricos, empíricos e históricos pertinentes y en las necesidades institucionales y sociales. En otras palabras, en la justificación tiene que exponerse en forma clara y precisa porqué y para que se va a llevar a cabo el estudio” (Rojas R., 2013, p.63).

De acuerdo a lo mencionado por el autor se puede decir que:

El motivo principal de esta investigación es realizar el modelamiento hidrodinámico para visualizar el comportamiento del flujo en el río Huarmey cuando alcanza su caudal de inundación, es por ello que se pretende realizar el modelamiento del cauce con el fin de implementar este sistema, ya que es un avance en cuanto a la prevención de inundaciones que se puede aplicar para tener una mayor orientación de la magnitud del daño que puede ocasionar un eventual fenómeno, y a su vez, dar a solución la problemática que vive la ciudad de Huarmey, debido a que la población no cuenta con un sistema de prevención de inundaciones y tampoco existe la presencia de alguna obra hidráulica que se haya realizado en la zona, es por ello, que también se presentara el diseño de una estructura de contención, el cual servirá como propuesta a ser realizada o empleada posteriormente.

Realizándose la presente investigación se puede dar camino a su implementación en la toma de decisiones de propuestas de solución para cualquier ciudad que presente la misma problemática, y por ende, también una de sus principales justificaciones es el aporte hacia la búsqueda de políticas de prevención en el Perú.

1.6 Hipótesis

“La hipótesis puede surgir como una tentativa del investigador para solucionar el problema que investiga. Para aclarar esta idea, podemos afirmar que una hipótesis es como un enunciado sobre un acontecimiento futuro, o cuyo resultado aún se desconoce” (Gómez S., 2012 p.31).

Es por ello que el planteamiento de nuestro problema va directamente relacionado con nuestra posible solución que sería la hipótesis planteada acerca del modelamiento hidrodinámico como medida de alerta ante futuras inundaciones.

1.6.1 Hipótesis general

- El modelamiento hidrodinámico del tramo urbano del río Huarmey determina la ubicación y diseño de una estructura de contención, región Ancash-2018.

1.6.2 Hipótesis específicas

- Las propiedades físicas del suelo en el tramo urbano del río Huarmey influye en la ubicación y diseño de una estructura de contención.
- El estudio hidrológico del tramo urbano del río Huarmey determina la ubicación y diseño de una estructura de contención.
- Las condiciones del cauce del tramo urbano del río Huarmey intervienen en la ubicación y diseño de una estructura de contención.

1.7 Objetivos

“El objetivo de la investigación es el enunciado claro y preciso de los propósitos por los cuales se lleva a cabo la investigación. El objetivo del investigador es llegar a tomar decisiones y a desarrollar una teoría que le permita generalizar y resolver en la misma forma problemas semejantes en el futuro” (Tamayo M., 2004, p.137).

De esta manera el planteamiento de nuestros objetivos se enfocara en el análisis hidrodinámico que se realizara en el rio Huarmey con el propósito de prevenir desastres frente a un futuro fenómeno.

1.7.1 Objetivo general

- Realizar el modelamiento hidrodinámico del tramo urbano del río Huarmey con el fin de ubicar y diseñar la estructura de contención, región Ancash-2018.

1.7.2 Objetivos específicos

- Determinar las propiedades físicas del suelo del tramo urbano del río Huarmey para la ubicación y diseño de una estructura de contención.
- Realizar el estudio hidrológico del tramo urbano del rio Huarmey para la ubicación y diseño de una estructura de contención.
- Definir las condiciones del cauce del tramo urbano del río Huarmey para la ubicación y diseño de una estructura de contención.

II. METODO

2.1 Diseño de investigación

2.1.1 Tipo de investigación

“En la ciencia existen diferentes tipos de investigación y es necesario conocer sus características para saber cuál de ellos se adapta mejor a la investigación que se realizará” (Borja S., 2012, p.10).

Es por ello que, la presente investigación es de tipo aplicada, ya que, busca conocer y actuar frente a una realidad problemática, aplicando conocimientos teóricos y prácticos obtenidos de la investigación básica.

2.1.2 Nivel de investigación

“El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio” (Fidias A., 2012, p.23).

Es de nivel explicativo ya que, relaciona dos variables de investigación hacia el aspecto causa – efecto, con el fin de dar solución a una problemática presentada.

2.1.3 Diseño de investigación

“El diseño de investigación se refiere a la estrategia que adopta el investigador para responder al problema, dificultad o inconveniente planteado en el estudio. Para fines didácticos, se clasifican en diseño experimental, diseño no experimental y diseño bibliográfico” (Palella y Martins, 2012, p.86).

“Se define como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.152).

La presente investigación es de diseño no experimental, es decir que no se manipulara la variable independiente, siendo el caso “Modelamiento

hidrodinámico del tramo urbano del río Huarmey”, ya que, solo se realizara el análisis para obtener los criterios necesarios y una propuesta de solución.

2.2 Variables, Operacionalización

2.2.1 Variable 1: Modelamiento hidrodinámico del tramo urbano del río Huarmey

Según fuentes confiables el modelamiento hidrodinámico o también conocido como modelamiento numérico, es la visualización y evaluación del comportamiento del flujo, haciendo el uso del modelo HEC - RAS, con el fin de poder determinar los niveles de flujo y las obras hidráulicas a realizar en un determinado lugar que carece de estas, es por ello, que una vez conocido los niveles que alcanza el flujo y el caudal indicado (máximo), se hará nuevamente el modelamiento, pero esta vez con la implementación de una estructura hidráulica, puesto que, esto servirá para la toma de decisiones de solución para la mitigación de desastres por inundaciones.

2.2.2 Variable 2: Estructura de contención

Se conoce como prevención a las acciones que se realiza para anticipar o prever algo. En esta ocasión las acciones que se realizarán, es el modelamiento hidrodinámico que servirá como apoyo para la prevención de inundaciones, ya que esto nos mostrara un panorama del comportamiento del cauce, y que, de esa manera se puedan realizar obras de ingeniería (obras estructurales) que sirvan de protección ante las futuras crecidas o aumento del caudal.

2.3 Operacionalización de variables

Tabla N° 3: Definición operacional de la variable 1.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE 1: Modelamiento hidrodinámico del tramo urbano del Río Huarmey	Modelación numérica de la hidrodinámica de ríos que representa el flujo en lámina libre y de los métodos numéricos para resolver las ecuaciones de conservación. La modelación hidrodinámica permite entre uno de sus aportes, visualizar las zonas inundables teniendo como datos de entrada, el hidrograma, caudal máximo y el modelo digital del terreno (Topografía).	Se realiza el modelamiento hidrodinámico del río Huarmey para visualizar el área inundable de la ciudad y reconocer los puntos críticos de salida de flujo, con el fin de proponer medidas preventivas en base a acciones estructurales.	Propiedades físicas del suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Ensayo de corte directo • Granulometría • Densidad min. y max.
			Estudio hidrológico	<ul style="list-style-type: none"> • Caudal • Velocidad de flujo • Tirante crítico
			Condiciones del cauce	<ul style="list-style-type: none"> • Topografía • Pendiente • Rugosidad de Manning

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 4: Definición operacional de la variable 2.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE 2: Estructura de contención	Se llaman estructuras de contención, a las obras de ingeniería implementadas para reducir el riesgo de crecidas, con el fin de mitigar y/o reducir los riesgos y daños provocados por inundaciones tras el desbordamiento de un río.	Plantear medidas estructurales de contención para la mitigación de riesgos por inundación en la ciudad de Huarmey provocados por el desborde del Río Huarmey y el modelamiento del mismo con la más óptima.	Muro de gravedad	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicación • Diseño estructural • Estabilidad
			Gaviones	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicación • Diseño estructural • Estabilidad

Fuente: Elaboración propia.

2.4 Población y muestra

2.4.1 Población

“La población en una investigación es el conjunto de unidades de las que se desea obtener información y sobre las que se van a generar conclusiones. La población puede ser definida como el conjunto finito o infinito de elementos, personas o cosas pertinentes a una investigación y que generalmente suele ser inaccesibles” (Palella y Martins, 2012, p. 105).

La población de estudio es el Río Huarmey que tiene aproximadamente 90 kilómetros de longitud.

2.4.2 Muestra

“La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (Fidias A., 2012, p.83).

El tipo de muestra de la presente investigación es no probabilística, ya que se pretende realizar el modelamiento hidrodinámico y no depende de una fórmula de probabilidad, por lo tanto, el tipo de muestreo es espontánea, por lo que se ajusta las características de lo que se pretende hacer, que es el modelamiento hidrodinámico del tramo urbano del río Huarmey.

El tramo en estudio es de 500 metros del río Huarmey (altura- puente el Olivar), tramo donde se encuentra comprendido la ciudad de Huarmey (tramo urbano).

2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Concierne a las actividades que permitieron obtener información confiable para dar solución a las preguntas de investigación, por lo tanto, para la recolección de datos se utilizó la técnica de la observación y estudios de campo, de tal modo que, permitieron conocer el estado en el que se encuentra la zona de estudio y obtener muestras que fueron analizados, y con ello se obtuvo los parámetros necesarios para la modelación hidrodinámica que se realizó con el apoyo del software HEC – RAS.

2.5.1 Instrumento

“Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato, que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información” (Fidias A., 2012, p.83).

La presente investigación, tiene como instrumento de medición de variables, al modelamiento hidrodinámico que será realizado en el software Hec - Ras, previo a ello, se realizó el levantamiento topográfico con el apoyo de una estación total (*ver calibración, anexo*); posterior al modelamiento hidrodinámico se realizó el diseño de los muros de contención (gaviones y muro de gravedad), en el cual, se

tuvo como instrumento al software Excel y Geo -5 para las verificaciones por volcamiento y deslizamiento.

Dimensiones	Instrumento
Propiedades físicas de suelo	Granulometría (Tamices), ensayo de Corte directo y densidades min. y max.
Estudio hidrológico	Software Hidroesta y Hec -Ras
Condiciones del cauce	Estación total, fotos.

2.5.2 Validez

“La validez, en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir” (Hernández, R., 2010, p.200).

La validez del estudio fue determinado de manera técnica y especializada, ya que se tuvo el apoyo del software HEC – RAS, además, el trabajo que fue realizado en campo, es decir, el levantamiento topográfico y los estudios de suelo fueron validados por un ingeniero especialista.

2.5.3 Confiabilidad

“La confiabilidad es definida como la ausencia de error aleatorio en un instrumento de recolección de datos” (Palella y Martins, 2012, p. 164).

Los datos que fueron digitalizados en el software presentan concordancia con los datos que se obtuvo durante la recolección de estos, y de esa manera se evitó la alteración de algún dato o información.

2.6 Método de análisis de datos

“El análisis de datos que se realizarán dependerá del tipo de datos que se hayan recolectado durante el trabajo de campo” (Borja M., 2012, p.35).

El método de análisis de datos es estadístico inferencial, ya que se determinó con criterio la muestra más representativa. Es así que se logró un nivel de validez óptimo, a fin de que la confiabilidad de nuestro estudio no se vea vulnerada.

Se realizó el modelamiento hidrodinámico de acuerdo a los parámetros obtenidos en campo con el apoyo de los ensayos del estudio de mecánica de suelos, con la finalidad de conocer los criterios necesarios y proponer soluciones técnicas para la prevención de inundaciones en la ciudad de Huarmey.

2.7 Aspectos éticos

Para la recopilación de información, se hizo una investigación clara, a fin de que se obtenga una información veraz siendo citadas con el sistema ISO correctamente, por lo tanto fueron descritos de manera apropiada.

Toda información fue redactada de manera eficaz y verídica, respetando los lineamientos establecidos por la Universidad César Vallejo.

III. RESULTADOS

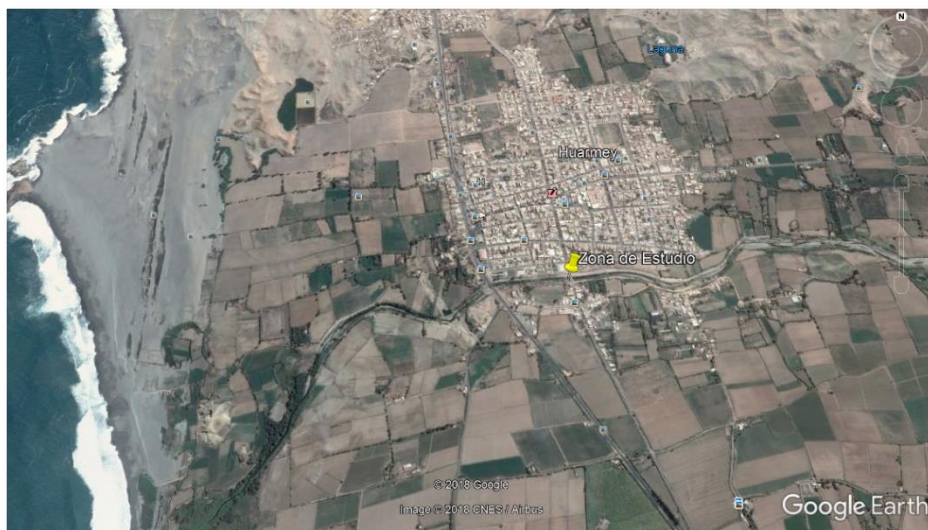
3.1 Ubicación y localización del río Huarmey

Políticamente el Río Huarmey pertenece al departamento de Ancash, Provincia de Huarmey y Distrito de Huarmey.

Geográficamente está comprendido entre los paralelos $10^{\circ} 01'28.52''$ y $10^{\circ} 57.32''$ de latitud sur y $78^{\circ} 3'59.22$ y $78^{\circ} 9'58.39''$ de longitud oeste. La zona de estudio se encuentra localizada en la parte baja del Río Huarmey, siguiendo su curso por la misma ciudad de Huarmey y finalizando su curso en el Océano Pacífico.

Fisiográficamente la cuenca del Río Huarmey se origina a la altura del poblado de Huamba, entre la zona límite de Totoral y Acucuta Alto entre la confluencia de los ríos Malvas y Aija, la cual también forman parte de la vertiente del Pacífico.

Figura N° 11: Ubicación de la zona de estudio.



Fuente: Google Earth.

3.2 Descripción de la cuenca

a) Ubicación Geográfica

La cuenca del Río Huarmey se encuentra ubicada en entre los paralelos $10^{\circ} 06'12''$ y $09^{\circ} 56'22''$ de latitud sur y los meridianos $78^{\circ} 10'43''$ y $77^{\circ} 27'19''$ de longitud oeste; la ubicación de la cuenca según coordenadas UTM y geográficas se muestran en la siguiente figura.

Tabla N° 5: Ubicación geográfica de la cuenca del río Huarmey.

Sistemas	Datum	Componentes	Valor	
			Mínimo	Máximo
Coordenadas Geográficas	Horizontal WGS 1984	Longitud Oeste	78° 10' 49"	77° 27' 12"
		Latitud Sur	10° 11' 10"	9° 37' 46"
Coordenadas UTM Zona 17	Horizontal WGS 1984	Metros Este	809030	888944
		Metros Norte	8934641	8872176
Coordenadas UTM Zona 18	Horizontal WGS 1984	Metros Este	151524	230848
		Metros Norte	8935449	8871712
Altitud	Vertical Nivel Medio del Mar	m.s.n.m	0	4950 m.s.n.m. Cerro Pashcurshirca

Fuente: Instituto Nacional de Recursos Naturales- INRENA.

a) Demarcación Política

La cuenca del Río Huarmey se encuentra políticamente ubicada en el departamento de Ancash, sin embargo, este abarca tres provincias del departamento mencionado, de las cuales la provincia de Aija es la que cuenta con una mayor extensión y la provincia de Recuay es la que cuenta con menor proporción, como lo indica el siguiente cuadro.

Tabla N° 6: Demarcación política de la cuenca del río Huarmey.

Departamento	Provincia	Distrito	Área (Km ²)	Porcentaje
Ancash	Aija	Aija	162.6	7.2
		Coris	162.1	7.2
		Huacllan	40.7	1.8
		La Merced	156.5	7.0
		Succha	77.2	3.4
	Huarmey	Cochapeti	100.6	4.5
		Huarmey	994.8	44.3
		Huayan	112.4	5.0
		Malvas	169.3	7.5
	Recuay	Cotaparaco	176.6	7.9
		Pararin	63.0	2.8
Tapacocha		29.2	1.3	
Total			2245.0	100.0

Fuente: Instituto Nacional de Recursos Naturales- INRENA.

b) Límites y Extensión

La cuenca del río Huarmey tiene una extensión que abarca 994.8 km², presenta una forma rectangular de noreste a noroeste, y limita con las siguientes cuencas:

Por el Norte: Cuenca del Río Culebras y Casma

Por el Sur: Cuenca del Río Intercuenca Pararín y Río Fortaleza

Por el Este: Cuenca del Río Santa

Por el Oeste: Océano Pacífico

3.3 Recopilación de información

3.3.1 Ensayos de laboratorio

Los ensayos que se realizaron en el laboratorio, fueron los ensayos de corte directo, con ello se pudo conocer el ángulo de fricción interno, también se realizó la clasificación de suelo (granulometría por tamizado), que se obtuvo como resultado un tipo de suelo área gravosa de la C1 y C2 y por último, el ensayo de densidad mínima y máxima (ver Anexos), los cuales sirvieron para conocer el peso específico del terreno y con ello la capacidad portante.

3.3.1.1 Trabajos previos a los ensayos de laboratorio

Para obtener el material que sería procesado por los diferentes ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos, se extrajo el material mediante calicatas, es decir, son huecos de profundidad variable el cual nos permite una observación directa del terreno para su posterior análisis. Las calicatas fueron realizadas de acuerdo a la norma E – 0.50 con un NTP 339.162 (ASTM D420).

Para una buena obtención del material a estudiar, y de los resultados posteriores a los ensayos se contó:

- Personal capacitado y con conocimientos de las propiedades y variedades de los suelos a encontrarse.
- Ensayo de laboratorio a de personal competente como los ingenieros civiles y técnicos expertos de su rama de estudios.

3.3.1.2 Ensayo de corte directo ASTM D3080

El ensayo de corte directo nos permite conocer dos resultados del suelo muy importantes e influyentes, es decir, el ángulo de fricción interna y la cohesión. Para el procedimiento se utilizó el aparato de corte directo, siendo esta una caja de sección cuadrada y en algunos casos circular dividida horizontalmente en dos partes iguales, posteriormente se sitúa la muestra de suelo con piedras porosas en los dos extremos, con ello la carga vertical de confinamiento, para luego aplicar la carga en dirección horizontal, que ocasiona un desplazamiento de la mitad de la caja móvil, generando el corte de la muestra (ver resultados Anexo).

3.3.1.3 Clasificación de suelos (Granulometría)

Este ensayo tiene como objetivo principal separar y clasificar por tamaños que componen las partículas del suelo y conocer la cantidad que pasan por los diferentes tamices desde 4.75 (N°4) hasta el de 0.075 mm (N°200) empelados por la ASTM D422.

Tabla N° 7: Tabla de tamices.

3 in (75.0 mm)	N° 4 (4.75mm)
2 in (50.0 mm)	N°10 (2.00 mm)
1 1/2 in (37.5 mm)	N° 20 (0.850mm)
1 in (25.0mm)	N° 30 (0.600mm)
3/4 in (19.0 mm)	N°40 (0.425mm)
1/2 in (12.5mm)	N°60 (0.250mm)
3/8 in (9.5 mm)	N°100 (0.150 mm)
1/4 i (6.3 mm)	N° 200 (0.075mm)

Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería.

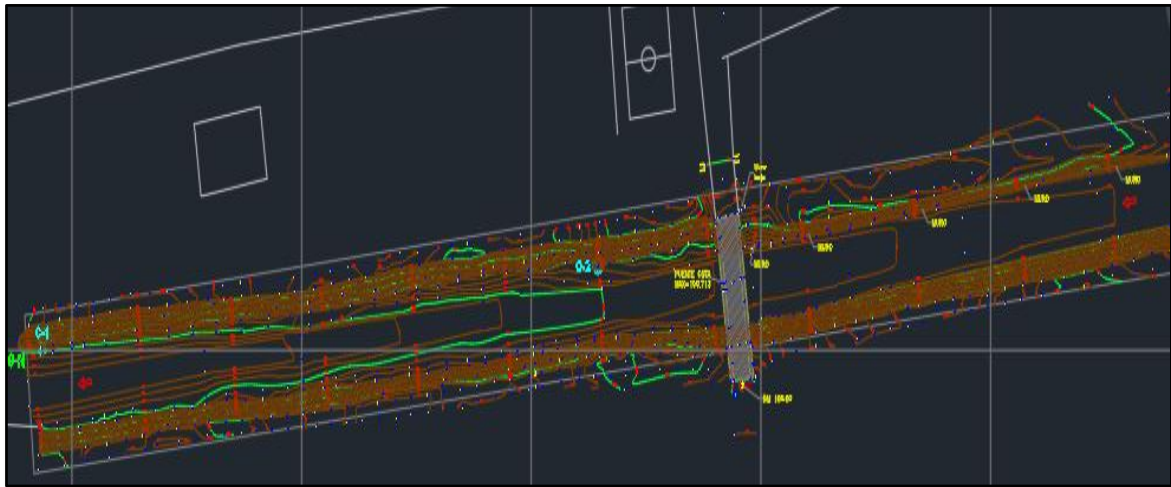
3.3.2 Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico fue realizado en el cauce del río Huarmey, en el tramo que comprende la ciudad que lleva el mismo nombre, se tomó detalles de las pendientes en cada sección del río, las secciones transversales y longitudinales. Posteriormente se efectuara el dibujo en AutoCAD para poder obtener un Modelo de terreno digital, que serán datos que servirán para el

modelamiento hidrodinámico en el software HEC-RAS y el diseño que se realizará en el Geo-5.

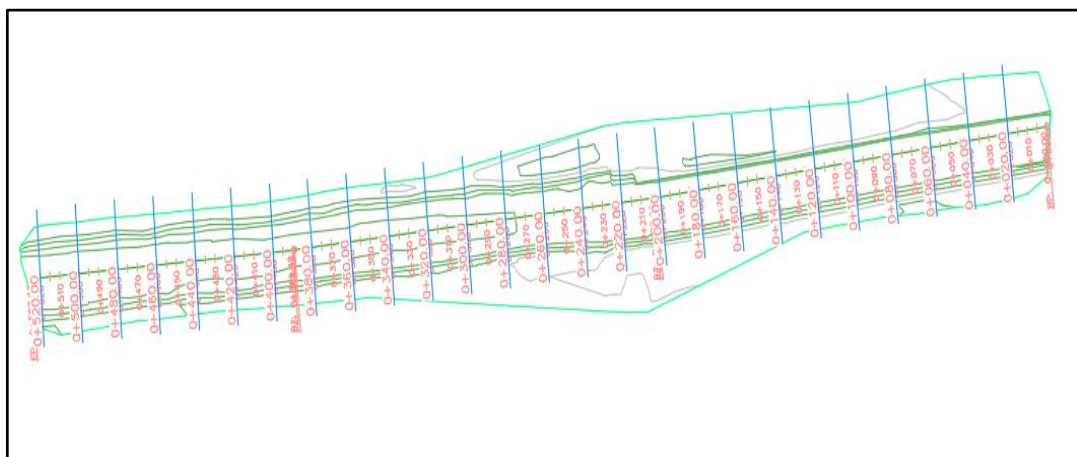
Para el desarrollo del levantamiento topográfico, se contó con una Estación total, marca GEOMAX AG, modelo ZOOM 35 PRO (certificado de calibración, ver anexo), el método que se realizó durante el trabajo fue el radial (medición de ángulos y distancias) como se observa en las siguientes imágenes.

Figura N° 13: Ubicación de la zona de estudio.



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 12: Progresivas 0+00 – Huarmey (Tramo estudiado).



Fuente: Elaboración propia.

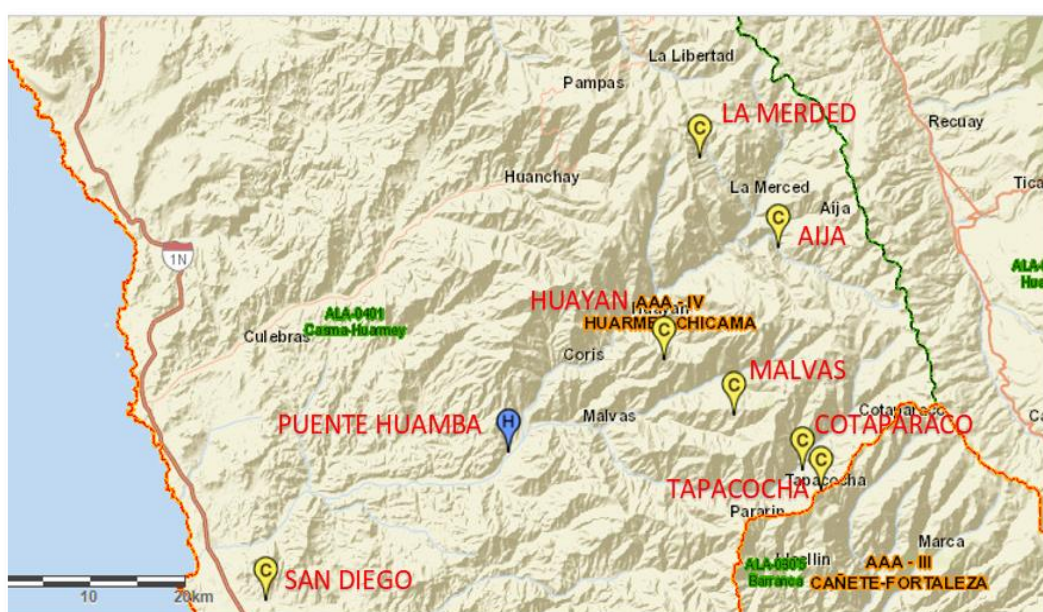
3.4 Caudales máximos del río Huarmey

3.4.1 Estaciones hidrológicas y meteorológicas

La hidrografía de la cuenca del río Huarmey se encuentra conformado el cauce principal (río Huarmey), tiene como afluentes principales (río Aija y el río Malvas) y presenta un régimen regular y turbulento.

Las estaciones hidrológicas y meteorológicas de la cuenca del río Huarmey que fueron consideradas para este proyecto de investigación desde la parte baja, media y alta pueden observarse en la siguiente figura:

Figura N° 14: Estaciones hidrológicas y meteorológicas.



Fuente: Autoridad Nacional del Agua – ANA.

La cuenca del río Huarmey, cuenta con una estación hidrológica y siete estaciones meteorológicas, tal como se puede observar en la *Tabla N°7*; según un estudio de máximas avenidas en las cuencas de la zona centro de la vertiente del Pacífico realizado por el ANA (Autoridad Nacional del Agua), muestran el siguiente cuadro histórico de caudales máximo anuales que fueron registrados en la estación Puente Huamba.

Tabla N° 8: Registro de caudales máximos anuales – Río Huarmey.

Cuadro N°11: Descargas máximas diarias (m ³ /s)										
Año	R.Nepeña	R.Casma	R.Huarmey	Pativilca	R.Huaral	R.Rimac	R.Cañete	R.Pisco	R.Ica	R.Grande
	San Jacinto	Sector Tutuma	Pte. Huamba	Yonanpampa Larga	Santo Domingo	Chosica	Socsi	Letrayoc	La Achirana	Pte. Carretera Grande
1960	21,0	75,0	34,3		67,1	77,4		312,9	69,1	60,0
1961	40,0	135,0	42,0		101,4	70,5		272,0	177,0	80,0
1962	43,0	70,0	80,0		116,0	84,1		423,1	115,6	60,0
1963	24,0	70,0	50,0		123,1	92,2		231,8	150,2	120,0
1964	12,0	30,0	40,0		98,0	78,8		238,4	59,3	18,0
1965	17,0	78,0	90,0		180,2	108,1		162,4	70,3	70,0
1966	11,0	13,0	10,0		61,0	100,6		192,3	83,3	30,0
1967	80,0	65,0	45,0		400,6	100,5		521,9	146,6	112,5
1968	2,7	25,0	4,3		37,5	46,4		184,2	45,8	26,6
1969	12,0	20,0			106,1	75,6		132,9	79,5	15,9
1970	60,0	120,0			158,8	124,8		454,3	117,4	67,8
1971	40,0	105,0	100,0		83,2	109,1		194,4	55,0	62,8
1972	160,0	140,0	150,0		484,2	135,9		509,9	114,0	70,0
1973	40,0	50,0			172,1	141,3		293,6	146,1	125,0
1974	50,0	50,0	80,0		143,2	84,2	326,0	194,7	103,4	55,0
1975	50,0	50,0	72,0		97,3	111,3	298,0	141,9	150,3	45,0
1976	10,0	60,0	85,0	130,7	125,4	90,5	332,0	237,6	187,7	65,0
1977	22,0	40,0	40,0	216,1	115,5	125,0	249,0	218,0	169,6	35,0
1978	3,5	19,3	6,0	63,2	64,8	86,8	216,0	80,3	37,6	
1979	50,0	84,5	14,5	254,0	90,1	84,8	182,8	213,1	78,6	11,0
1980	15,0	33,4	6,0	72,0	78,7	72,3	100,1	91,2	53,2	11,0
1981	34,5	43,6	45,0	353,1	142,5	116,3	257,1	252,0	126,9	30,9
1982	21,0	32,0	40,0	159,8	81,0	99,2	172,0	274,0	132,9	50,0
1983	150,0	80,0	70,0	808,4	120,0	64,6	228,0	256,2	86,6	13,2

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA)- 2010.

Tabla N° 9: Registro de caudales máximos anuales – Río Huarmey.

Cuadro N°11: Descargas máximas diarias (m ³ /s)										
Año	R.Nepeña San Jacinto	R.Casma Sector Tutuma	R.Huarmey Pte. Huamba	Pativilca Yonanpampa Larga	R.Huaral Santo Domingo	R.Rimac Chosica	R.Cañete Socsi	R.Pisco Letrayoc	R.Ica La Achirana	R.Grande Pte. Carretera Grande
1984	80,0	47,0	100,0	517,8	116,6	110,7	425,5	482,6	99,9	123,8
1985	8,0	25,8	20,0	65,0	73,2	94,3	165,6	200,5	229,6	
1986	12,0	33,9		169,8	70,0	99,0	370,5	355,0	151,2	120,0
1987	35,0	22,5	40,0	174,6	80,0	82,9	487,3	146,2	67,8	47,5
1988	15,0	20,0	33,0	99,2	52,0	90,2	420,3	369,0	101,5	63,5
1989	4,3	34,0	12,3	207,9	110,9	92,7	377,0	247,5	98,7	85,0
1990	5,0	13,0	32,5	87,5	28,9	63,6	189,0	49,4		17,0
1991	10,2	40,0	3,5	125,6	72,0	95,3	372,0	320,0		25,5
1992	1,0	7,0	16,0	102,5	28,5	38,5	164,3	47,8		3,3
1993	12,0	80,0	45,0	351,6	78,3		390,0	118,0		
1994		80,0	9,5	307,7	65,9	90,5	550,0	312,5		61,0
1995	9,0	15,0	60,0	120,2		62,9	500,0	336,0		1,5
1996		100,0	119,0	343,2	125,4	70,6	310,0	190,0	141,0	86,0
1997	40,0	60,0	270,0	174,3		67,4	182,7	150,0	54,3	
1998	232,5	180,0		509,5		67,7	310,7		233,4	72,3
1999	125,0			379,6	120,0	75,8	318,2	355,0	166,8	197,5
2000	70,0	120,0		340,0	112,4	106,1	322,0	215,0	101,5	
2001	70,0	65,0		409,4	165,1	82,3		228,0		123,5
2002				333,7	97,5		274,0	300,0	155,4	32,5
2003				128,3	158,5		195,0	186,0	67,3	43,0
2004	4,4	9,2		117,7	61,2	49,0		215,0	60,6	27,6
2005		19,5			92,7		250,0	137,5	66,8	10,3
2006					114,7	64,7	285,0		118,1	136,3
2007					128,3			235,0		33,5

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA) – 2010.

3.5 Caudal de diseño

De acuerdo a la tabla de registro de caudales máximos anuales brindados por el ANA, se realizó el cálculo del caudal de diseño máximo en el software River, para obtener resultados por los métodos de Pearson III, Gumbel y Log. Normal.

A continuación se muestra el procedimiento para hallar el caudal de diseño mediante el software River.

El software RIVER muestra tres metodos para el calculo del caudal de diseño, no obstante, para el calculo del caudal de diseño del rio Huarmey se utilizo el metodo estadistico, siendo esta el metodo mas utilizado para el calculo de caudales.



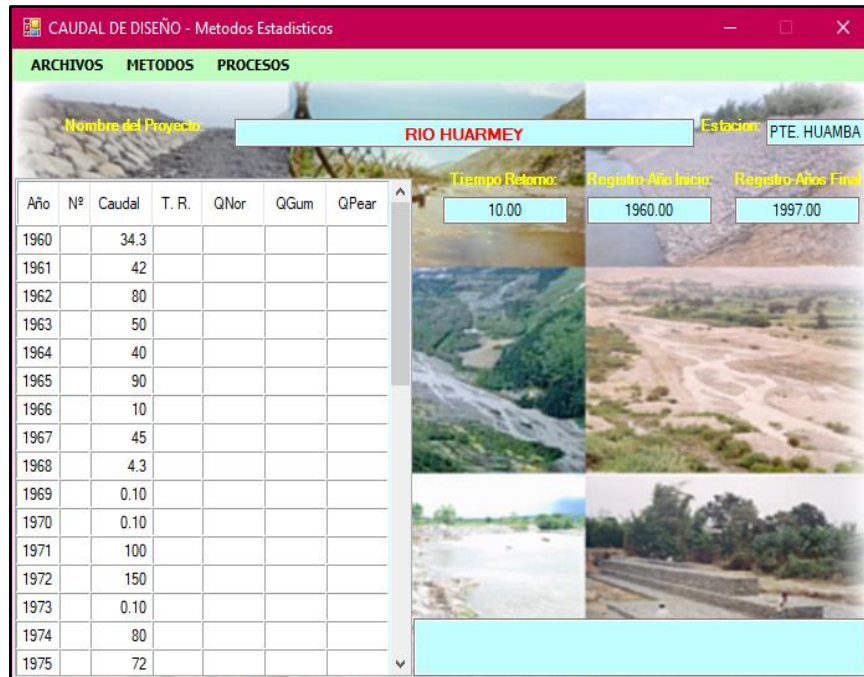
Fuente: Elaboración propia.

Una vez elegido el metodo para el caudal de diseño, el programa requiere de informacion como: nombre del proyecto, estacion, tiempo de retorno y el registro de año de inicio y final.



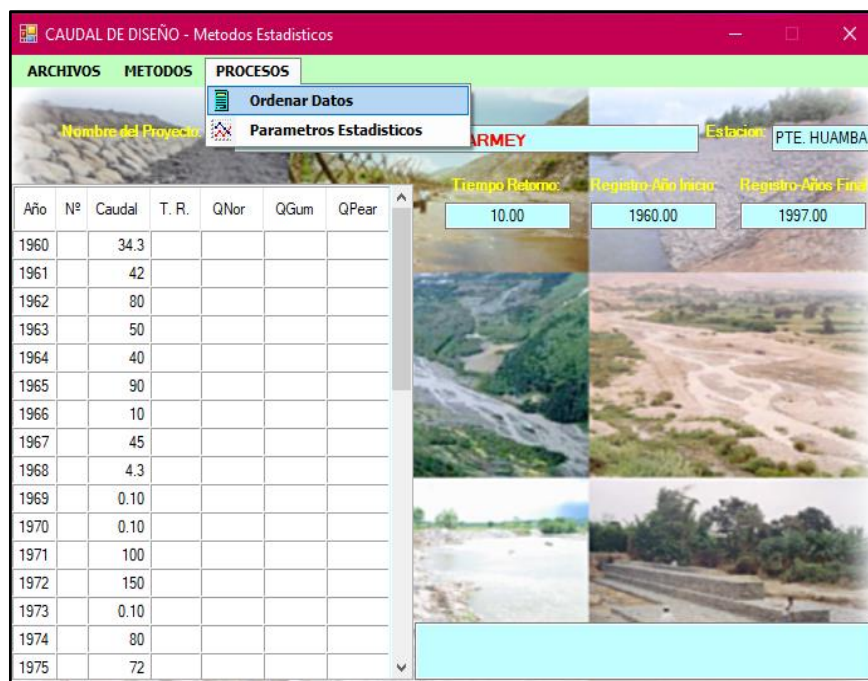
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se ingresara los caudales maximos anuales que fueron brindadas por la Autoridad Nacional del Agua (ANA).



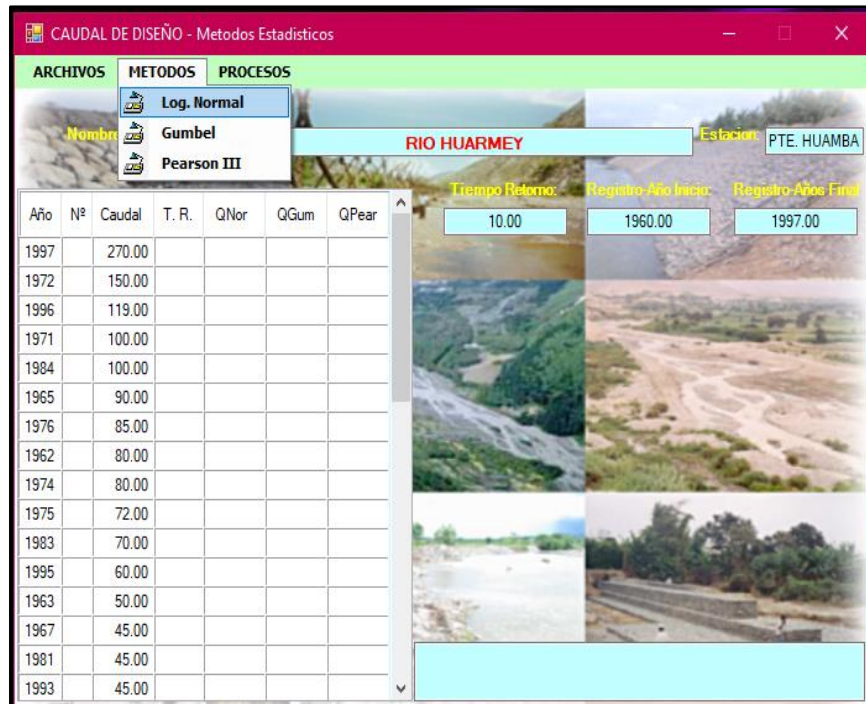
Fuente: Elaboración propia.

Después de haber ingresado los caudales máximo anuales, se procederá a ordenar los datos.



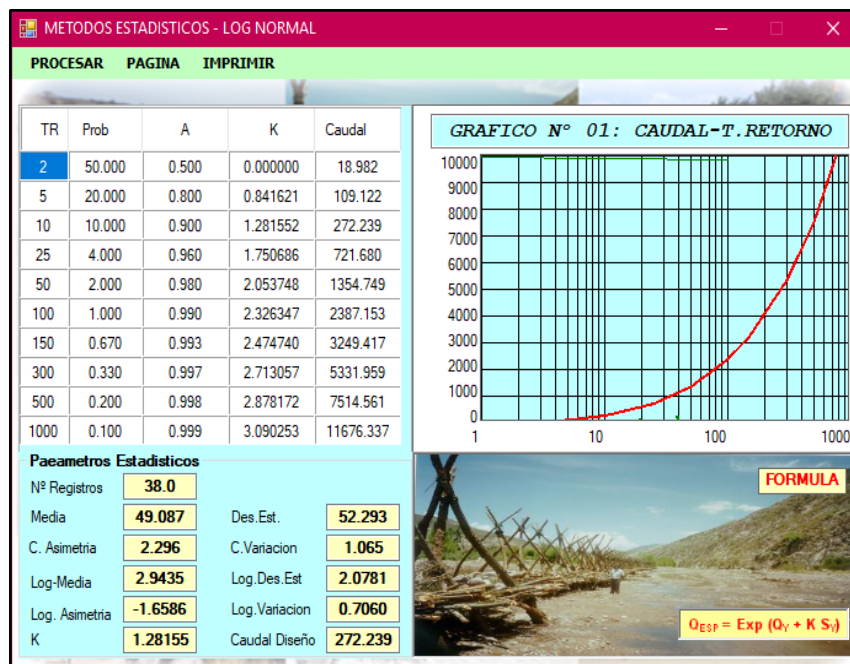
Fuente: Elaboración propia.

Una vez ingresada la información requerida por el software, se procederá a calcular los caudales de diseño por los métodos: Log. Normal, Gumbel y PearsonIII.



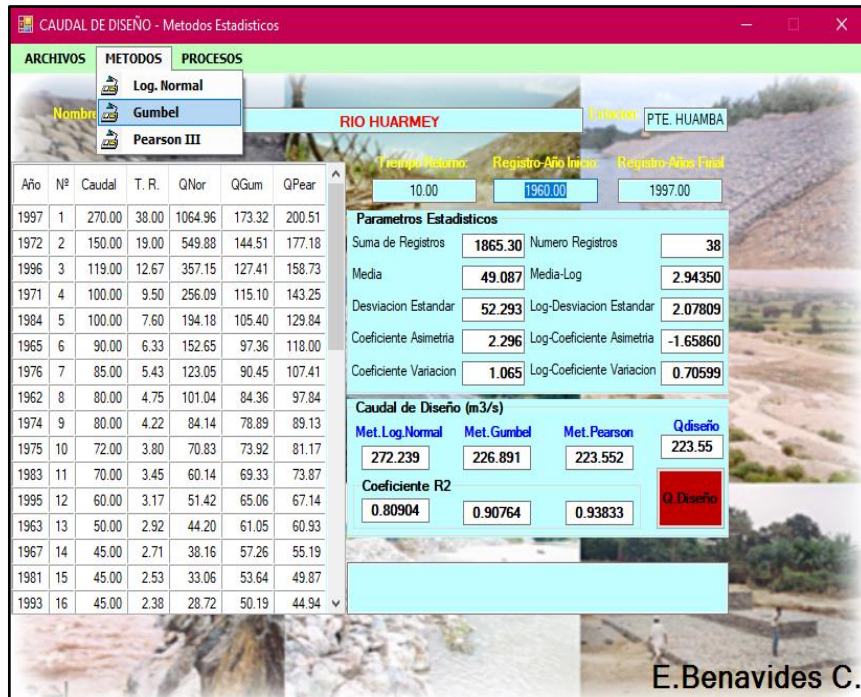
Fuente: Elaboración propia.

Cálculo del caudal por el método de Log. Normal, que se obtuvo como resultado un caudal de diseño igual a 272.239 m3/seg.



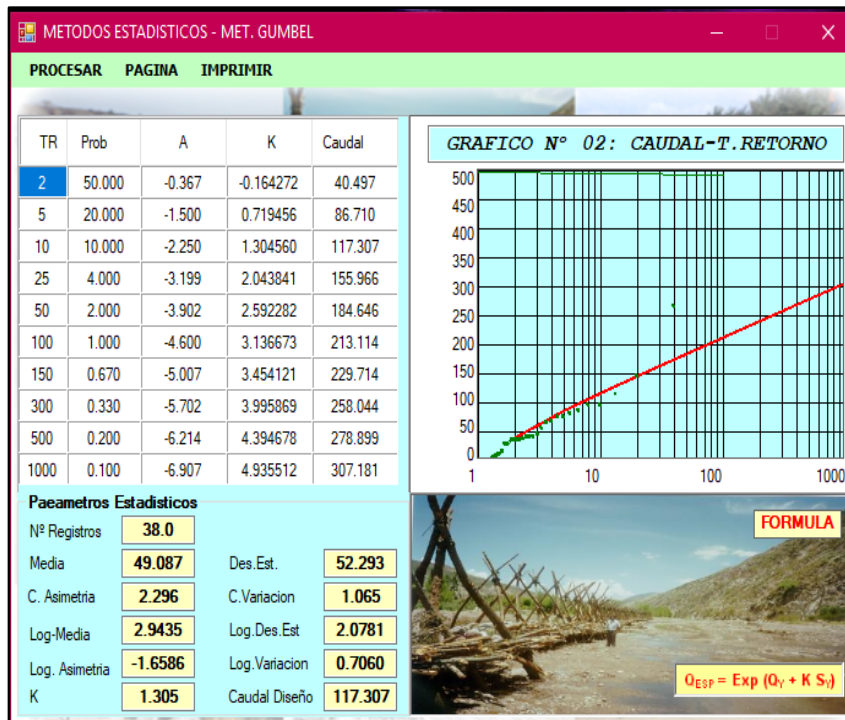
Fuente: Elaboración propia.

Cálculo del caudal de diseño por el método de Gumbel.



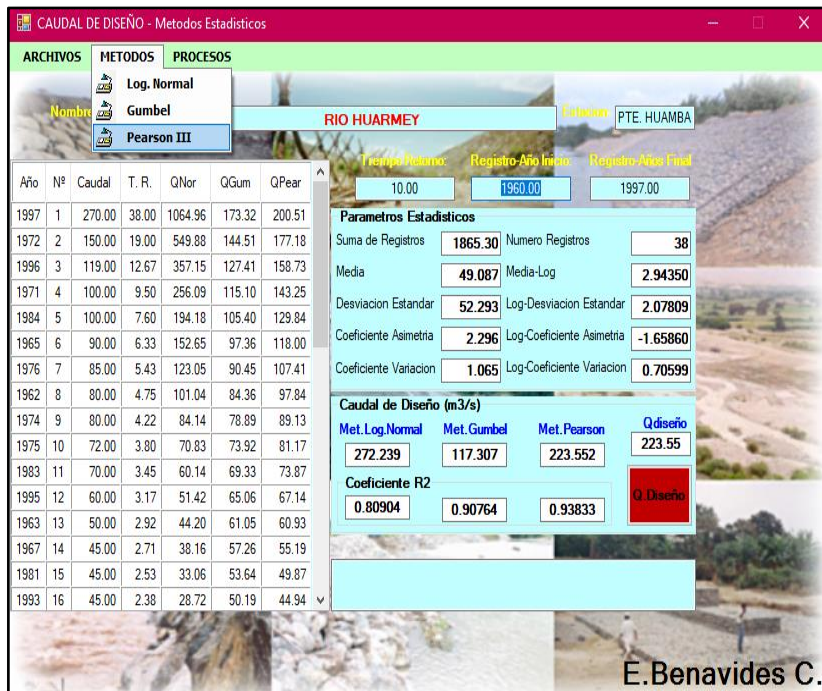
Fuente: Elaboración propia.

Resultado y gráfica del cálculo por el método de Gumbel, que se obtuvo como resultado un caudal de diseño de 117.307 m3/seg.



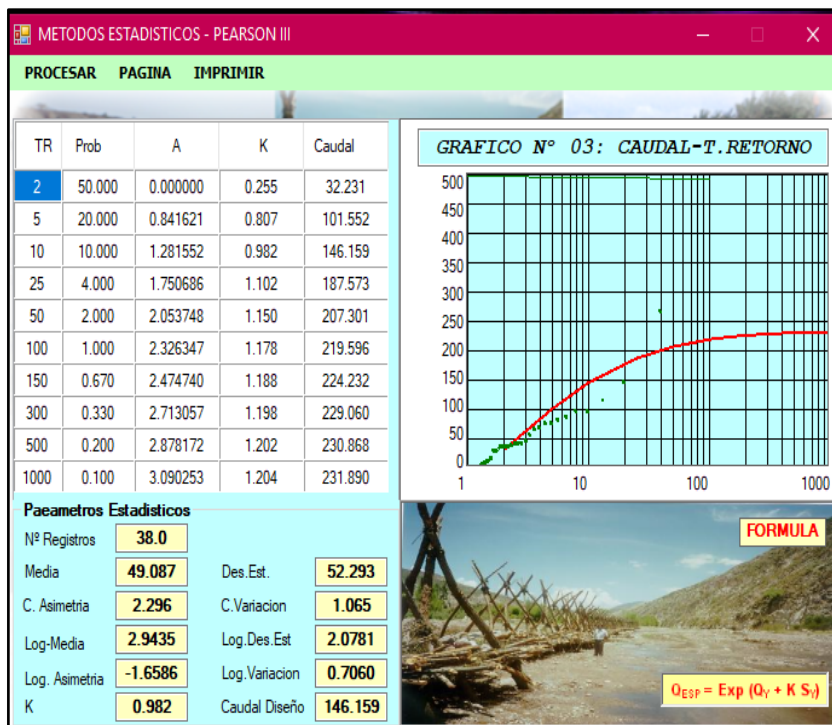
Fuente: Elaboración propia.

Cálculo del caudal de diseño por el método de Pearson III.



Fuente: Elaboración propia.

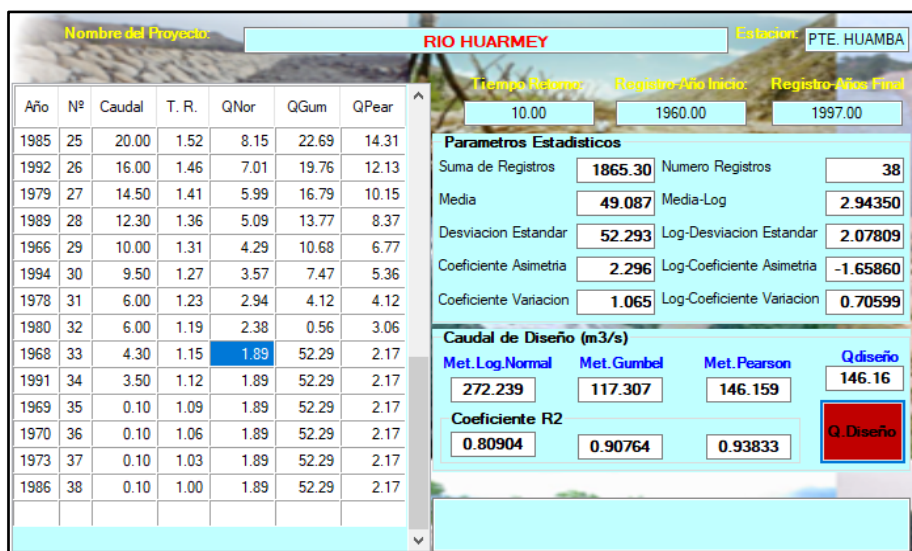
Resultado y grafica del cálculo por el método de Pearson III, que se obtuvo como caudal de diseño un valor igual a 146.159 m3/seg.



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente el software River, muestra los caudales hallados por los tres métodos, sin embargo, el programa elegirá el caudal que tenga mayor coeficiente de correlación, y como se observa, toma como caudal de diseño al cálculo realizado por el método de Pearson III, que es igual a 146.16 m³/seg.

Figura N° 15: Caudal de diseño – Software River



Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, para corroborar este resultado se realizaron cálculos en el software Hidroesta y Excel, el cual nos proporciona un caudal de diseño por el método de Gumbel de 211.40 m³/seg, por lo cual, para un mejor diseño se optó por el mayor valor, puesto que, en ambos software los resultados fueron iguales.

A continuación se muestra el procedimiento del cálculo del caudal en Excel por el método de Gumbel y Log. Normal; y finalmente se mostrará el cálculo del caudal máximo en el software Hidroesta, para la comparación de valores.

- **Método de Gumbel**

Tabla N° 10: Proceso de cálculo para el caudal de diseño

N	AÑO	Q(m3/s)	(Qi-Qm)^2
1	1960	34.30	218.34
2	1961	42.00	50.07
3	1962	80.00	956.27
4	1963	50.00	0.85
5	1964	40.00	82.38
6	1965	90.00	1674.75
7	1966	10.00	1526.96
8	1967	45.00	16.62
9	1968	4.30	2004.92
10	1969	0.00	2408.48
11	1970	0.00	2408.48
12	1971	100.00	2593.22
13	1972	150.00	10185.59
14	1973	0.00	2408.48
15	1974	80.00	956.27
16	1975	72.00	525.50
17	1976	85.00	1290.51
18	1977	40.00	82.38
19	1978	6.00	1855.57
20	1979	14.50	1195.52
21	1980	6.00	1855.57
22	1981	45.00	16.62
23	1982	40.00	82.38
24	1983	70.00	437.80
25	1984	100.00	2593.22
26	1985	20.00	845.43
27	1986	0.00	2408.48
28	1987	40.00	82.38
29	1988	33.00	258.45
30	1989	12.30	1352.50
31	1990	32.50	274.77
32	1991	3.50	2077.20
33	1992	16.00	1094.04
34	1993	45.00	16.62
35	1994	9.50	1566.28
36	1995	60.00	119.33
37	1996	119.00	4889.32
38	1997	270.00	48807.27
PROMEDIO		49.08	52.30
Qminimo		0.00 m3/s	
Qmaximo		270.00 m3/s	

Con el apoyo de la tabla proporcionada por el Libro de Hidráulica de Máximo Villon, obtenemos los valores para Y_n y S_n en la interacción con el periodo de retorno.

Tabla N° 11: Valores de Y_n y σ_n en función de N .

N	\bar{Y}_N	σ_N	N	\bar{Y}_N	σ_N
8	0.4843	0.9043	49	0.5481	1.1590
9	0.4902	0.9288	50	0.54854	1.16066
10	0.4952	0.9497	51	0.5489	1.1623
11	0.4996	0.9676	52	0.5493	1.1638
12	0.5053	0.9833	53	0.5497	1.1653
13	0.5070	0.9972	54	0.5501	1.1667
14	0.5100	1.0095	55	0.5504	1.1681
15	0.5128	1.02057	56	0.5508	1.1696
16	0.5157	1.0316	57	0.5511	1.1708
17	0.5181	1.0411	58	0.5515	1.1721
18	0.5202	1.0493	59	0.5518	1.1734
19	0.5220	1.0568	60	0.55208	1.17467
20	0.52355	1.06283	62	0.5527	1.1770
21	0.5252	1.0696	64	0.5533	1.1793
22	0.5268	1.0754	66	0.5538	1.1814
23	0.5283	1.0811	68	0.5543	1.1834
24	0.5296	1.0864	70	0.55477	1.18538
25	0.53086	1.09145	72	0.5552	1.1873
26	0.5320	1.0961	74	0.5557	1.1890
27	0.5332	1.1004	76	0.5561	1.1906
28	0.5343	1.1047	78	0.5565	1.1923
29	0.5353	1.1086	80	0.55688	1.19382
30	0.53622	1.11238	82	0.5572	1.1953
31	0.5371	1.1159	84	0.5576	1.1967
32	0.5380	1.1193	86	0.5580	1.1980
33	0.5388	1.1226	88	0.5583	1.1994
34	0.5396	1.1255	90	0.55860	1.20073
35	0.54034	1.12847	92	0.5589	1.2020
36	0.5410	1.1313	94	0.5592	1.2032
37	0.5418	1.1339	96	0.5595	1.2044
38	0.5424	1.1363	98	0.5598	1.2055
39	0.5430	1.1386	100	0.56002	1.20649
40	0.54362	1.14132	150	0.56461	1.22534
41	0.5442	1.1436	200	0.56715	1.23598
42	0.5448	1.1458	250	0.56878	1.24292
43	0.5453	1.1480	300	0.56993	1.24786
44	0.5458	1.1499	400	0.57144	1.25450
45	0.5463	1.15185	500	0.57240	1.25880
46	0.5468	1.1538	750	0.57377	1.26506
47	0.5473	1.1557	1000	0.57450	1.26851
48	0.5477	1.1574		0.57722	1.28255

Fuente: Libro de Hidrología - Máximo Villon pág. 284.

N	Y_n	S_n
10	0.4952	0.9497
20	0.52355	1.06283
50	0.54854	1.16066

$$Q_{max} = Q_m - (S_q/S_n)(Y_n - \ln T)$$

10 Q _{max} =	148.62 m ³ /s
50Q _{max} =	237.25 m ³ /s

Cálculo de caudales de diseño:

10 Q _d =	211.40 m ³ /s
10 Q _d =	85.83 m ³ /s

- **Método de Pearson**

N	AÑO	CAUDAL max	Coficiente Modular (K)	k-1	(k-1) ²	(k-1) ³	% Prob
38	1997	270.00	5.50163548	4.50163548	20.264722	91.2243913	97.4358974
13	1972	150.00	3.05646415	2.05646415	4.22904481	8.69687907	33.3333333
37	1996	119.00	2.4247949	1.4247949	2.03004049	2.89239133	94.8717949
12	1971	100.00	2.03764277	1.03764277	1.07670252	1.11723258	30.7692308
25	1984	100.00	2.03764277	1.03764277	1.07670252	1.11723258	64.1025641
6	1965	90.00	1.83387849	0.83387849	0.69535334	0.57984019	15.3846154
17	1976	85.00	1.73199635	0.73199635	0.53581866	0.39221731	43.5897436
3	1962	80.00	1.63011422	0.63011422	0.39704392	0.25018302	7.69230769
15	1974	80.00	1.63011422	0.63011422	0.39704392	0.25018302	38.4615385
16	1975	72.00	1.46710279	0.46710279	0.21818502	0.10191483	41.025641
24	1983	70.00	1.42634994	0.42634994	0.18177427	0.07749945	61.5384615
36	1995	60.00	1.22258566	0.22258566	0.04954438	0.01102787	92.3076923
4	1963	50.00	1.01882138	0.01882138	0.00035424	6.6674E-06	10.2564103
8	1967	45.00	0.91693925	-0.08306075	0.00689909	-0.00057304	20.5128205
22	1981	45.00	0.91693925	-0.08306075	0.00689909	-0.00057304	56.4102564
34	1993	45.00	0.91693925	-0.08306075	0.00689909	-0.00057304	87.1794872
2	1961	42.00	0.85580996	-0.14419004	0.02079077	-0.00299782	5.12820513
5	1964	40.00	0.81505711	-0.18494289	0.03420387	-0.00632576	12.8205128
18	1977	40.00	0.81505711	-0.18494289	0.03420387	-0.00632576	46.1538462
23	1982	40.00	0.81505711	-0.18494289	0.03420387	-0.00632576	58.974359
28	1987	40.00	0.81505711	-0.18494289	0.03420387	-0.00632576	71.7948718
1	1960	34.30	0.69891147	-0.30108853	0.0906543	-0.02729497	2.56410256
29	1988	33.00	0.67242211	-0.32757789	0.10730727	-0.03515149	74.3589744
31	1990	32.50	0.6622339	-0.3377661	0.11408594	-0.03853436	79.4871795
26	1985	20.00	0.40752855	-0.59247145	0.35102241	-0.20797076	66.6666667
33	1992	16.00	0.32602284	-0.67397716	0.45424521	-0.30615089	84.6153846
20	1979	14.50	0.2954582	-0.7045418	0.49637915	-0.34971986	51.2820513
30	1989	12.30	0.25063006	-0.74936994	0.56155531	-0.42081267	76.9230769
7	1966	10.00	0.20376428	-0.79623572	0.63399133	-0.50480654	17.9487179
35	1994	9.50	0.19357606	-0.80642394	0.65031957	-0.52443326	89.7435897
19	1978	6.00	0.12225857	-0.87774143	0.77043002	-0.67623835	48.7179487

21	1980	6.00	0.12225857	-0.87774143	0.77043002	-0.67623835	53.8461538
9	1968	4.30	0.08761864	-0.91238136	0.83243975	-0.75950251	23.0769231
32	1991	3.50	0.0713175	-0.9286825	0.86245119	-0.80094333	82.0512821
10	1969	0.00	0	-1	1	-1	25.6410256
11	1970	0.00	0	-1	1	-1	28.2051282
14	1973	0.00	0	-1	1	-1	35.8974359
27	1986	0.00	0	-1	1	-1	69.2307692
PROMEDIO		49.08					

Basados en la tabla de Foster - Rybkin, se calculan los caudales:

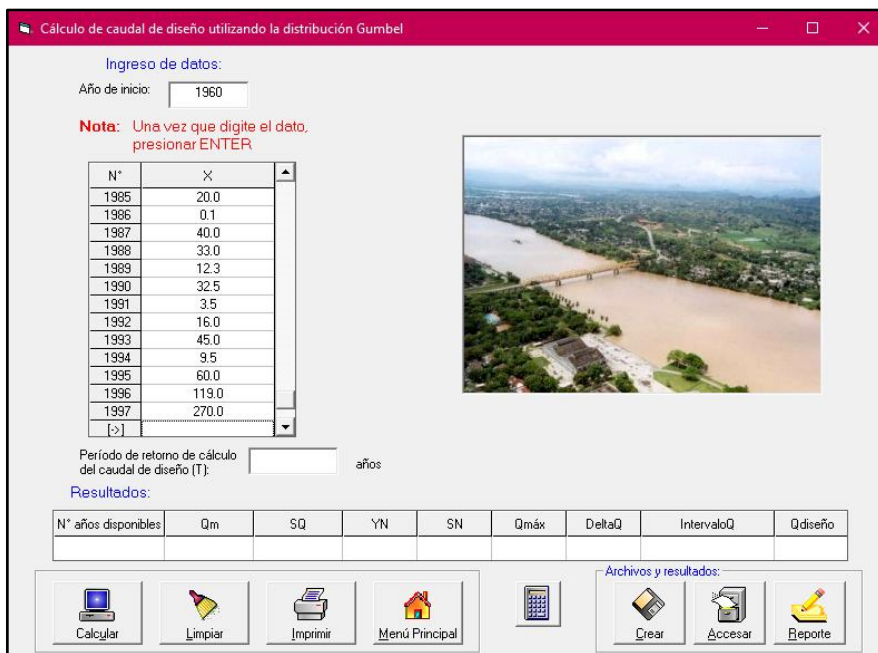
%Prob.	Desv. Norm	Q(m3/s)	Periodo de Retorno
0.2	3.33	114.446	500
0.5	2.98	107.575	200
0.668	2.86	105.220	175
1	2.61	100.312	100
2	2.39	95.993	50
5	1.75	83.430	20
10	1.32	74.989	10

- **Hidroesta- Método de Gumbel**

El software Hidroesta, nos permite calcular el caudal de diseño por el método de Gumbel, esto es realizado con la finalidad de corroborar los valores hallados anteriormente por los diferentes software, para obtener el valor adecuado que sera utilizado posteriormente en el modelamiento hidrodinamico.

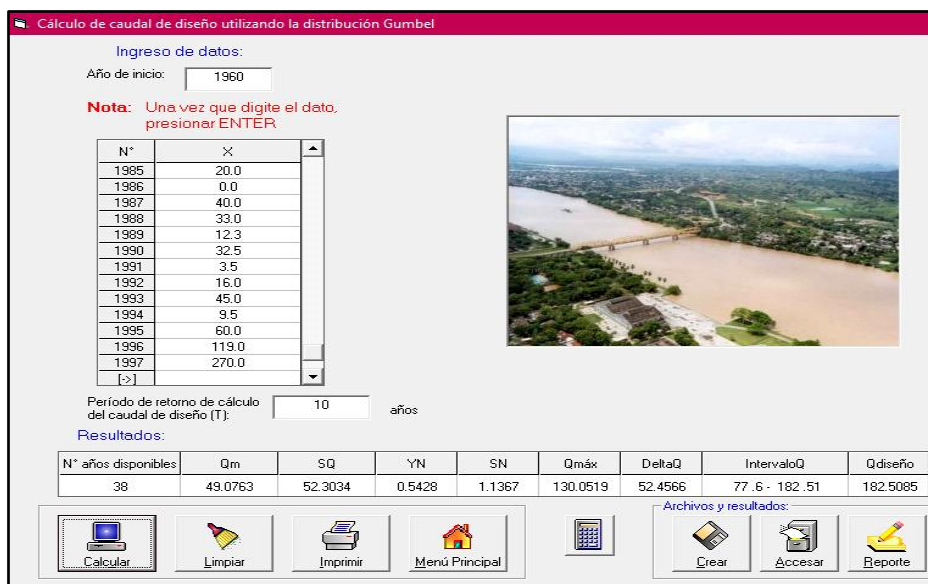


Una vez determinado el método a utilizarse para el caudal de diseño, se ingresará los datos como: año de inicio el registro de caudales máximos anuales y el periodo de retorno.



Finalmente obtenrmos el resultado del caudal de diseño por el método de Gumbel que tiene un valor igual a 182.4932 m3/seg.

Figura N° 16: Caudal de diseño – Software Hidroesta.



Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, se obtiene este caudal debido a que los valores Yn y Sn son mayores a los valores mostrados en la tabla del libro Hidroesta (Máximo Villon), ya que al ser reemplazados por los valores del software se puede observar que se obtiene el mismo resultado, es por ello que se concluye que el software Hidroesta nos brinda un valor de caudal de diseño confiable.

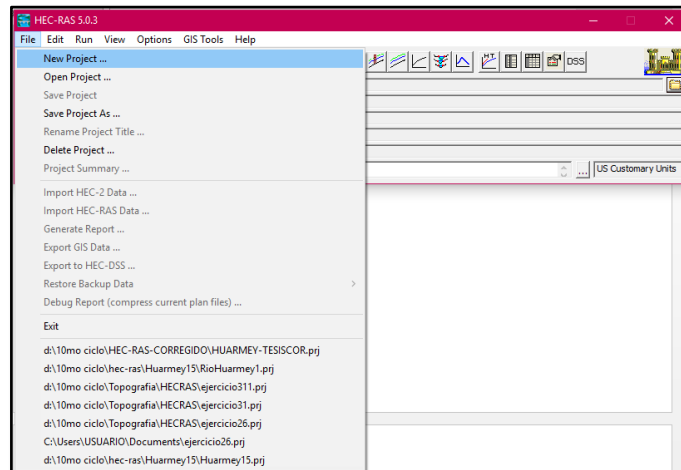
3.6 Modelamiento en HEC-RAS

Para realizar el modelamiento en el software Hec- ras es necesario conocer los datos más relevantes, los cuales son:

- Curvas de nivel (topografía).
- Caudal de diseño: 211.40 m3/seg.
- Rugosidad: 0.030,0.035 (paredes del rio) y 0.040 (fondo del rio).
- Pendiente: 0.007

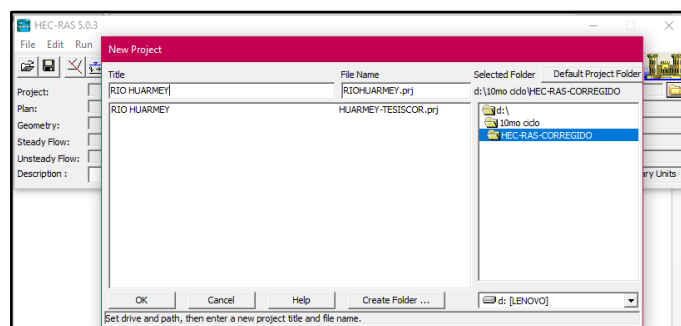
Posterior a ello, se inicia con el modelamiento hidrodinámico realizado en el software Hec –ras; a continuación se mostrara el procedimiento realizado para la obtención del tirante crítico y la progresiva a emplearse el muro de contención.

Seleccionar “New Project” para guardar el procedimiento que se ira realizando para lograr el modelamiento del rio Huarmey.



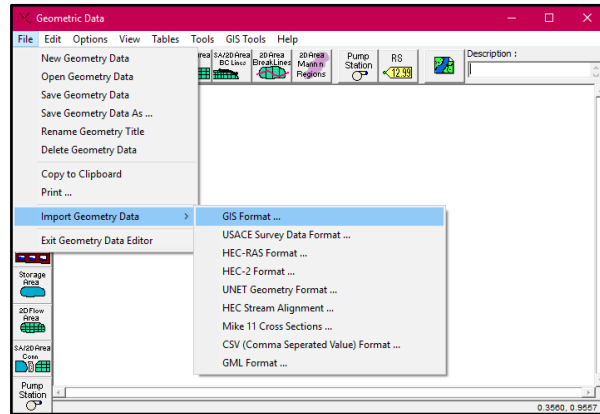
Fuente: Elaboración propia.

Seleccionar la carpeta donde el proyecto será guardado y colocar el título correspondiente.



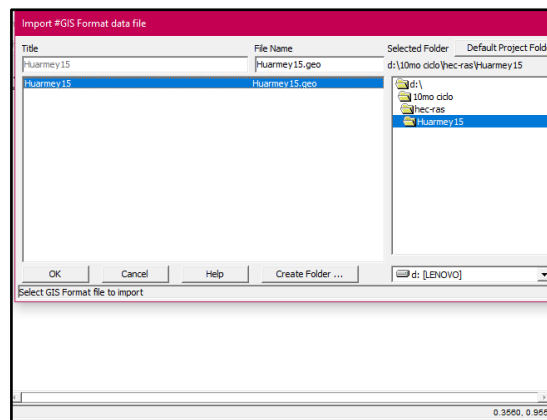
Fuente: Elaboración propia.

Una vez guardado el proyecto, seleccionar el icono que lleva por nombre “Geometric Data”, es aquí donde se importará las curvas de nivel que fue elaborado en el software Civil 3D.



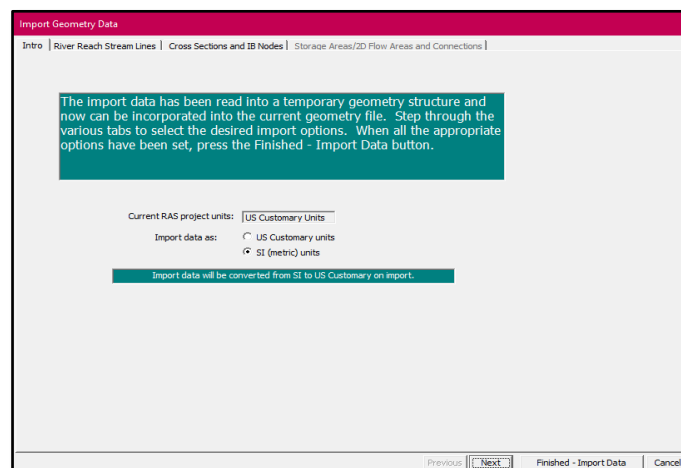
Fuente: Elaboración propia.

Seleccionar el nombre de archivo con el cual fue guardado al momento de exportar del software civil 3D al Hec –ras.

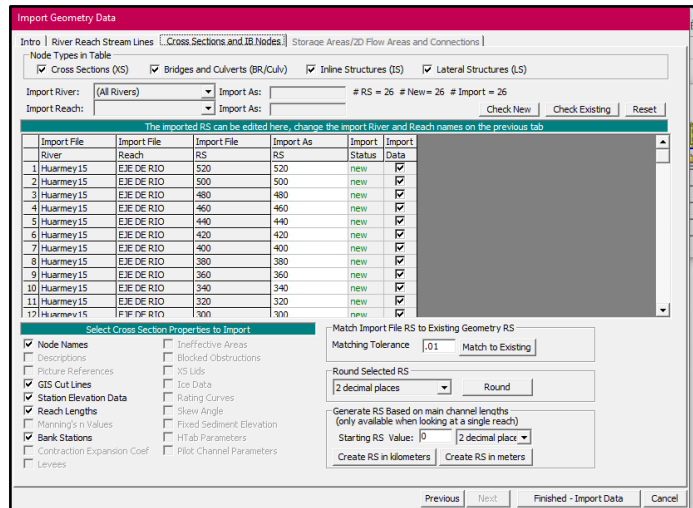


Fuente: Elaboración propia.

Luego, seleccionar el sistema de unidades correspondiente, para la correcta verificación del tirante crítico.

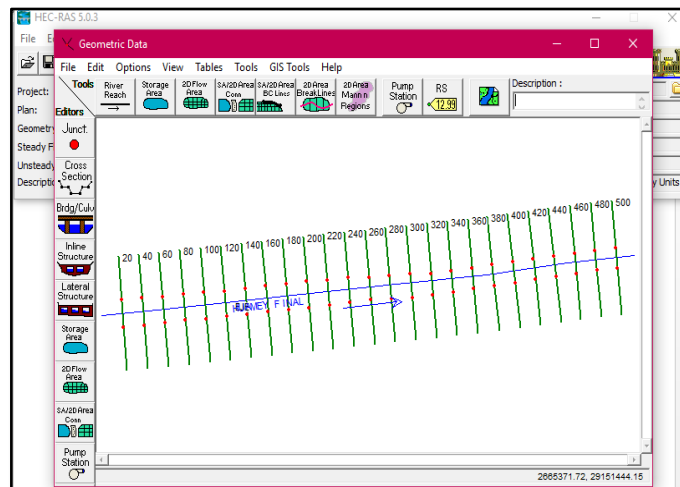


Fuente: Elaboración propia.



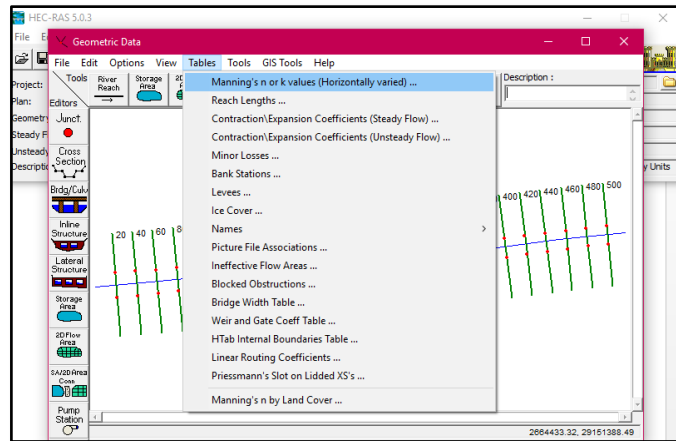
Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, el sentido del rio Huamey se encuentra en sentido contrario a la realidad (tal como se exporto del Civil 3D) , esto es debido a que posteriormente el software Hec –ras tomara la direccion inversa a la que fue importada.



Fuente: Elaboración propia.

Luego se ingresara el valor de Manning que corresponde a cada tramo.



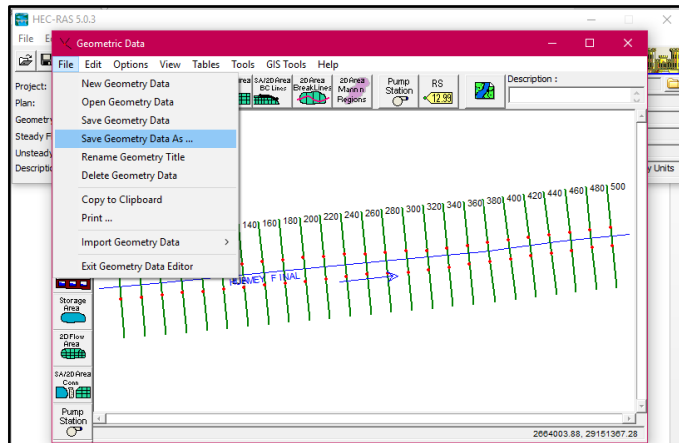
Fuente: Elaboración propia.

Para el modelamiento del río Huarmey se ingresó un Manning (según la tabla de Ven Te Chow) de 0.035 del tramo 0+20.00 al tramo 0+280.00 para ambos lados; sin embargo, para la parte posterior a ello se ingresó un Manning de 0.030 para el lado izquierdo y derecho del tramo 0+300.00 al 0+500.00.

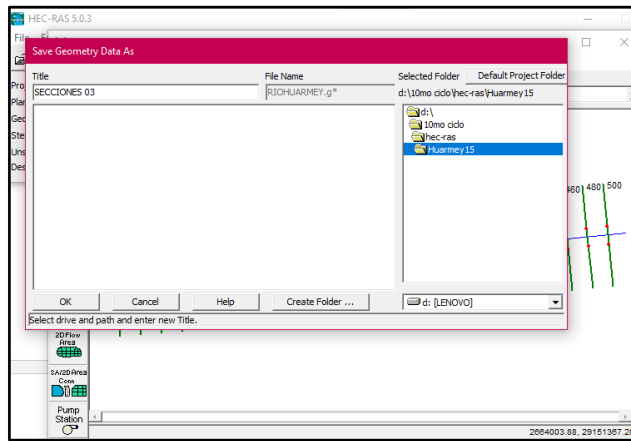
River Station	Frictn (n/K)	n #1	n #2	n #3
1 520	n	0.030	0.040	0.030
2 500	n	0.030	0.040	0.030
3 480	n	0.030	0.040	0.030
4 460	n	0.030	0.040	0.030
5 440	n	0.030	0.040	0.030
6 420	n	0.030	0.040	0.030
7 400	n	0.030	0.040	0.030
8 380	n	0.030	0.040	0.030
9 360	n	0.030	0.040	0.030
10 340	n	0.030	0.040	0.030
11 320	n	0.030	0.040	0.030
12 300	n	0.030	0.040	0.030
13 280	n	0.035	0.040	0.035
14 260	n	0.035	0.040	0.035
15 240	n	0.035	0.040	0.035
16 220	n	0.035	0.040	0.035
17 200	n	0.035	0.040	0.035
18 180	n	0.035	0.040	0.035
19 160	n	0.035	0.040	0.035
20 140	n	0.035	0.040	0.035
21 120	n	0.035	0.040	0.035
22 100	n	0.035	0.040	0.035
23 80	n	0.035	0.040	0.035
174 60	n	0.035	0.040	0.035

Fuente: Elaboración propia.

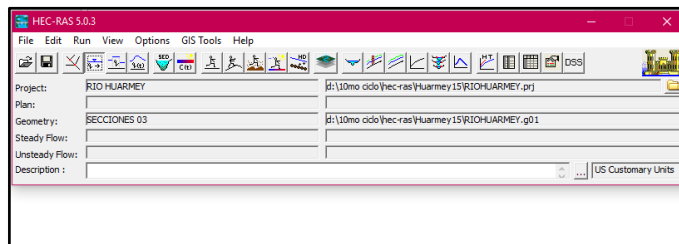
Luego se procede a guardar la data de los datos ingresados anteriormente.



Fuente: Elaboración propia.

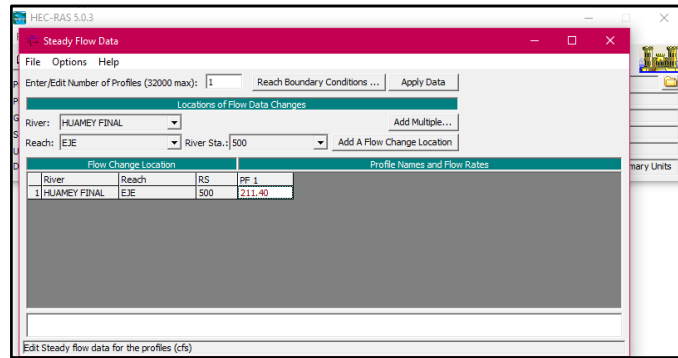


Fuente: Elaboración propia.



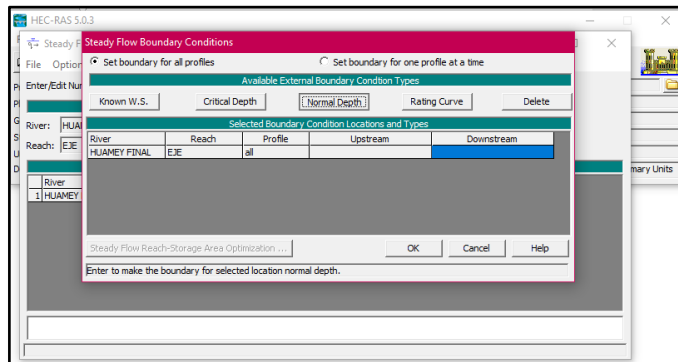
Fuente: Elaboración propia.

Luego se ingresará al comando “Steady Flow Data”

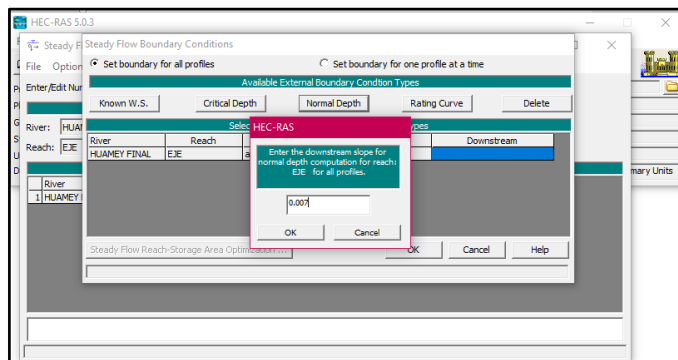


Fuente: Elaboración propia.

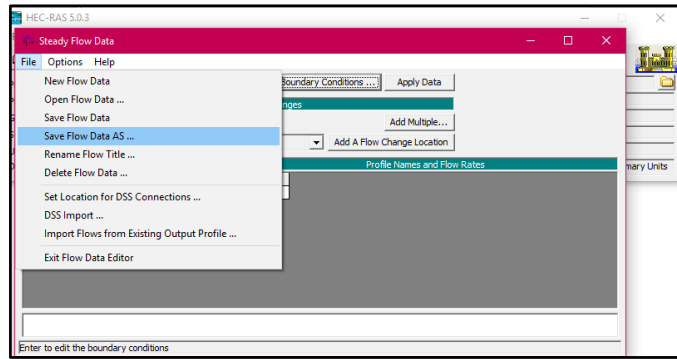
En el mismo comando, ingresar a “Reach Boundary Conditions”, donde se ingresa el valor de la pendiente que presenta el rio Huarmey.



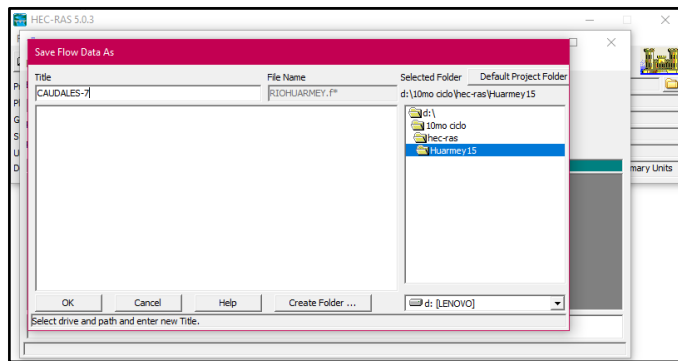
Fuente: Elaboración propia.



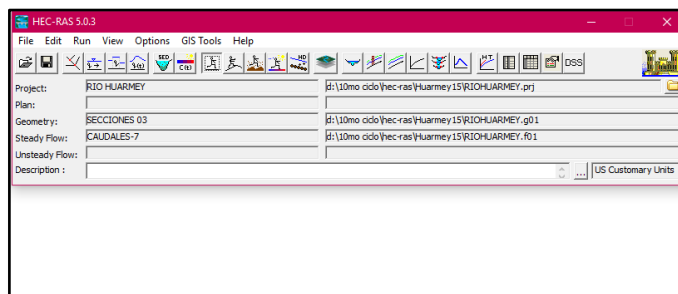
Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

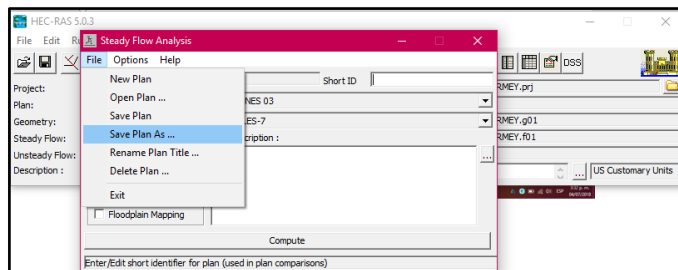


Fuente: Elaboración propia.

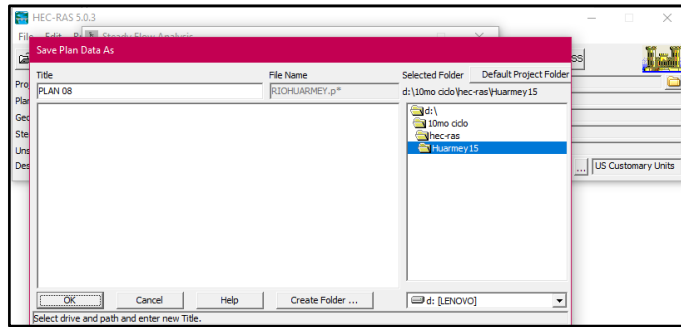


Fuente: Elaboración propia.

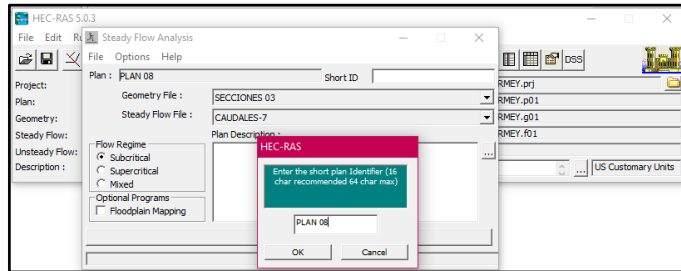
Finalmente se crea el Plan, que debe ser guardado para poder ser analizado por el software.



Fuente: Elaboración propia.

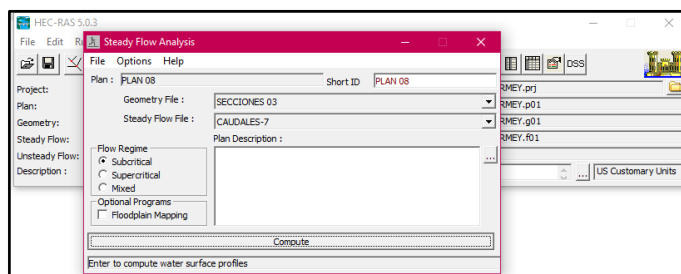


Fuente: Elaboración propia.

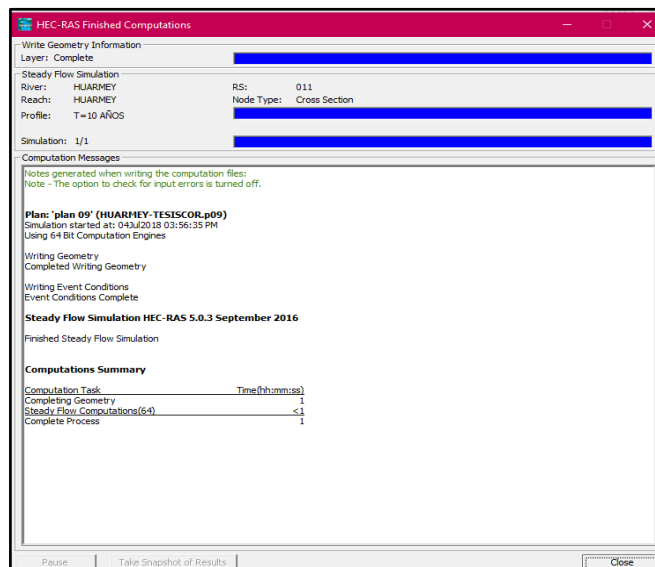


Fuente: Elaboración propia.

Seleccionar el rango del flujo, para el caso del modelamiento del rio Huarney será analizado como flujo subcritico.

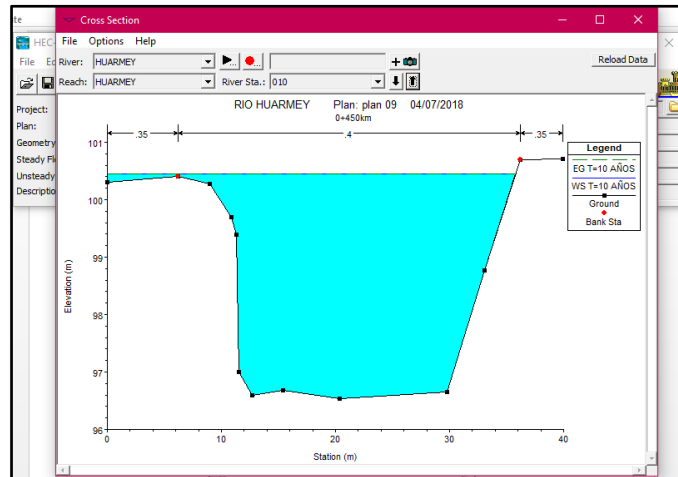


Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

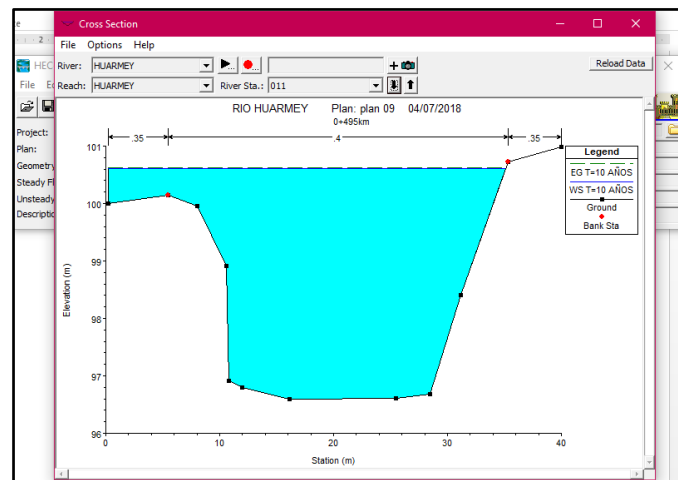
Como se puede observar, en la sección 10 presenta desborde y alcanza un tirante de 3.91m.



Fuente: Elaboración propia.

En la sección 11 es cuando empieza el desborde del rio, de acuerdo al sentido que presenta el rio Huarmey se puede visualizar que el tramo 11 esta antes del tramo 10; en el presente tramo alcanza un tirante crítico e 4.02, el cual será utilizado para los cálculos del diseño de los muros de contención.

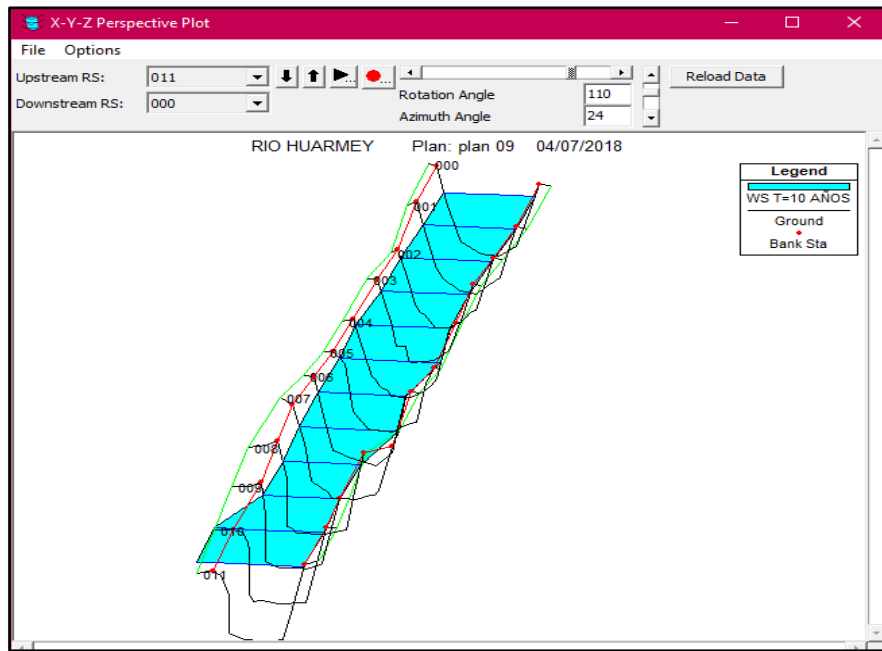
Figura N° 17: Tirante crítico del rio Huarmey – Software HEC – RAS.



Elaboración propia.

Después de realizar el modelamiento en el software HEC – RAS, con los datos necesarios ingresados correctamente se pudo identificar las zonas de riesgo o puntos críticos tramo (10 y 11), donde se planteara posteriormente la implementación de muros de contención.

Figura N° 18: Identificación de puntos críticos – Software HEC-RAS.



Elaboración propia.

3.6.1 Cálculos Hidráulicos

Para poder realizar los cálculos hidrológicos del río Huarmey, se tomaron en cuenta los siguientes puntos; dado que el río presenta un ancho variable de 10 metros como mínimo y 19 metros como máximo, se tomó en cuenta un ancho de 15m para un mejor diseño y un $Z=1.0$. Los cálculos hidrológicos se realizaron en software Excel, con el apoyo del caudal de diseño (211.40m³/seg) calculado el cual fue corroborado por lo diferentes métodos, también se utilizó la fórmula de Manning que sirvió para conocer datos que posteriormente servirán para el modelamiento en el software HEC-RAS.

ANCHO ESTABLE DEL RIO (b)		25 m
TIRANTE (Y)		4.02 m
Datos:		
Rugosidad	n	0.04
Área de sección húmeda	A	76.46 m ²
Perímetro mojado	P	36.37 m
Radio hidráulico	Rh	2.10 m
Pendiente	S	0.007

3.6.1.1 Borde libre

$$B = \phi * \frac{V^2}{2g}$$

$$B = 1.1 * \frac{3.38^2}{2 * 9.81}$$

$$B = 0.48 \text{ m}$$

3.6.1.2 Altura máxima del borde

Para el cálculo de la altura máximo del borde se sumó el valor del tirante y el borde libre, pero por criterio la altura del muro será de 4.20 m, entonces el nuevo borde libre será de 0.80m.

$$Hm = Y + BL$$

$$Hm = 4.02 + 0.43$$

$$Hm = 4.45 \text{ m}$$

Entonces: Altura de muro = 4.50m (por criterio); BL = 0.48m.

3.6.1.3 Altura de socavación

Para conocer la altura de la socavación, se utilizó la fórmula de Lichtvan-Levediev, donde se tomara en cuenta algunos valores según las siguientes tablas de acuerdo a las características el suelo.

Tabla N° 12: Valores del coeficiente B para diferentes periodos de retorno.

VALORES DEL COEFICIENTE B PARA PERIODOS DE RETORNO DE UN CAUDAL	
PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	COEFICIENTE B
1	0.77
2	0.82
5	0.86
10	0.90
20	0.94
50	0.97
100	1.00
500	1.05
1000	1.07

Fuente: Arquitectura Hidraulica A. Shoklitsch.

Tabla N° 13: Valores para el coeficiente X en suelos no cohesivos.

VALORES PARA EL COEFICIENTE X PARA SUELOS NO COHESIVOS		
Dm (mm)	X	1 / (1 + x)
0.05	0.43	0.70
0.15	0.42	0.70
0.50	0.41	0.71
1.00	0.40	0.71
1.50	0.39	0.72
2.50	0.38	0.72
4.00	0.37	0.73
6.00	0.36	0.74
8.00	0.35	0.74
10.00	0.34	0.75
15.00	0.33	0.75
20.00	0.32	0.76

Fuente: Arquitectura Hidraulica A. Shoklitsch.

$$\alpha = \frac{Q_{diseño}}{dm^{\frac{5}{3}} * Be * u}$$

$$\alpha = \frac{211.40}{3.06^{\frac{5}{3}} * 25 * 0.9}$$

$$\alpha = 1.45m$$

$$dm = \frac{A}{Be}$$

$$dm = \frac{76.46}{25}$$

$$dm = 3.06 m$$

$$ds = \left[\frac{\alpha * do^{\frac{5}{3}}}{0.68 * Dm * B^{0.28}} \right]^{\frac{1}{(1+x)}}$$

$$ds = \left[\frac{1.45 * 4.02^{\frac{5}{3}}}{0.68 * 2.8 * 0.90^{0.28}} \right]^{0.72}$$

$$ds = 4.48 \text{ m}$$

$$Pu = ds - do$$

$$Pu = 4.48 - 4.02$$

$$Pu = 0.46 \text{ m} \rightarrow 0.55 \text{ (por criterio)}$$

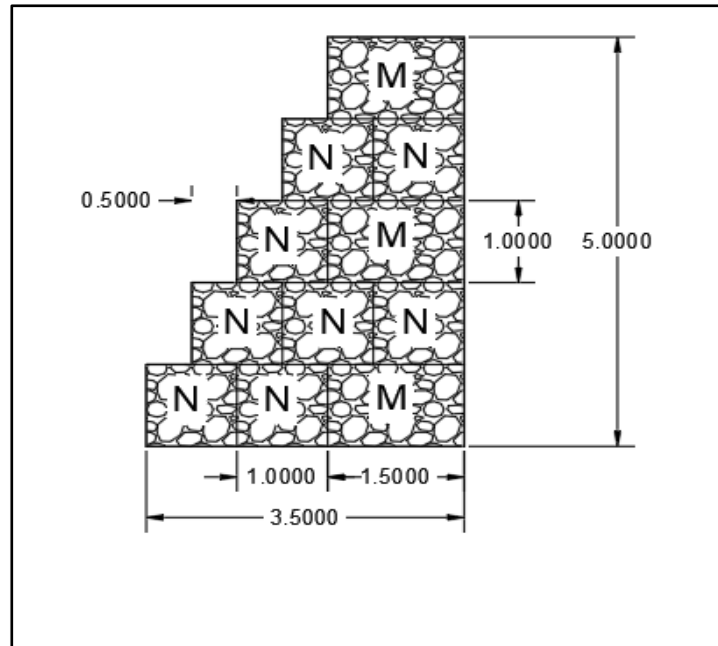
3.7 Diseño del Muro Gavión

3.7.1 Datos de entrada

δ roca	=	2800 kg/m ²	Peso específico de la roca
δ suelo	=	1660 kg/m ³	Peso específico de suelo
σ suelo	=	2.79 kg/cm ²	Capacidad portante del suelo
φ	=	33.9	Angulo de fricción interna
L	=	3.50 m	Longitud de base
H	=	5 m	Altura
μ	=	0.90	Coefficiente de fricción

3.7.2 Pre dimensionamiento

Figura N° 19: Pre dimensionamiento del muro de gaviones.



Fuente: Elaboración propia.

3.7.3 Momento por deslizamiento:

Para el cálculo del momento por deslizamiento o el empuje activo se empleó la teoría de Coulomb, ya que propuso calcular la presión lateral de la tierra sobre el muro, teniendo en cuenta la fricción del muro, es decir el ángulo de fricción entre el suelo y el muro.

$$ka = \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)$$

$$ka = 0.28$$

$$Ea = \frac{1}{2} \gamma_{\text{suelo}} H^2 ka$$

$$Ea = 5891.07 \text{ kg} = 57.77 \text{ KN/m}^3$$

3.7.4 Momento por volcamiento

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

$$y_c = 1.67$$

$$M_o = E_a * Y_c$$

$$M_o = 9818.45 \text{ kgf} - m = 92.286 \text{ KNm/m}$$

3.7.5 Peso de la estructura:

Vm	=	1.35	
Vn	=	0.9	
Wm	=	3024	9072
Wn	=	2016	16128
Wt	=	25200	Kg

3.7.6 Momento estabilizante

$$M_e = W_t * b_w t$$

$$M_e = 61236 \text{ kg} - m = 600.48 \text{ KNm/m}$$

3.7.7 Factor de seguridad a volcamiento

$$F_{sv} = \frac{M_e}{M_o} > 2$$

$$F_{sv} = 6.24 > 2.00 \text{ OK}$$

3.7.8 Factor de seguridad al deslizamiento

$$F_{sd} = u * \frac{W_t}{E_a}$$

$$Fsd = 3.85 > 1.50 \text{ OK}$$

3.7.9 Punto de aplicación de la normal:

$$X = \left(\frac{Mea - Mva}{Wt} \right)$$

$$X = 2.04 \text{ m}$$

3.7.10 Cálculo de la excentricidad:

$$e = 2 * \frac{B}{3} - x < \frac{B}{6}$$

$$e = 0.29 < 0.58 \text{ OK} \rightarrow \text{No existe tracciones}$$

3.7.11 Reacción del suelo:

Las presiones que soportaran los gaviones deben ser menores a la capacidad portante del suelo, el cual tiene un valor de 2.8 kg/cm².

$$q_{max} = \frac{4Wt}{(3L - 6e)}$$

$$q_{max} = 2.02 \text{ kg/cm}^2$$

Verificación del cálculo:

$$q_{max} \leq Cps$$

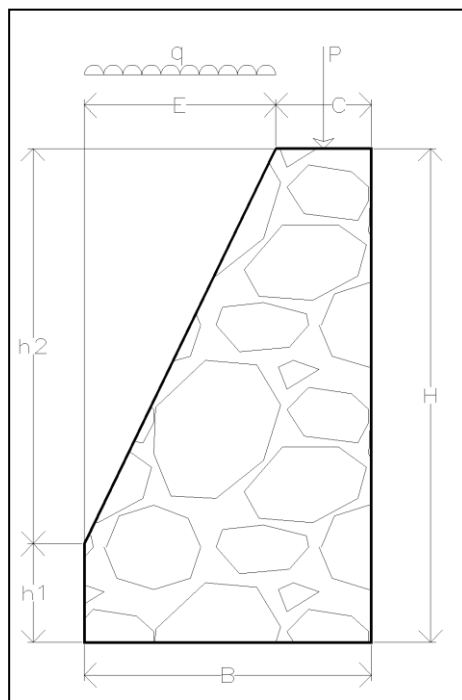
$$2.02 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 2.79 \text{ kg/cm}^2$$

3.8 Diseño del muro de concreto ciclópeo

3.8.1 Parámetros de diseño

$\delta =$	1.79 ton/m ³	Peso específico del relleno
$\varphi =$	0.90	Coefficiente de fricción
$\delta =$	1.83 ton/m ³	Peso específico del suelo
$c =$	0.00 ton/m ³	Cohesión
$\varphi =$	33.9 ° (grados)	Ángulo de Fricción interna
q_u	27.45 ton/m ²	Capacidad de carga del terreno
Muro de contención:		
$\delta =$	1.79 ton/m ³	Peso volumétrico

Figura N° 20: Pre dimensionamiento del muro de concreto ciclópeo.



Fuente: Elaboración propia.

c	1.00 m	Corona
H=	4.50 m	Altura
B=	3.15 m	Base
h1=	0.70 m	Rodilla
h2=	3.80 m	Escarpio
E=	2.15 m	

3.8.2 Módulo de reacción:

Según la teoría de Rankine (Norma E 020):

$$k = \frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi}$$

$$k = 0.2839$$

3.8.3 Empujes y punto de aplicación:

a) Empuje debido a la sobrecarga:

$$E_q = q * H * k$$

$$E_q = 0.00 \text{ ton}$$

$$P.A. = \frac{1}{2} H$$

$$P.A. = 2.25 \text{ m}$$

b) Empuje debido al suelo:

$$E_s = \frac{\gamma H^2 k}{2}$$

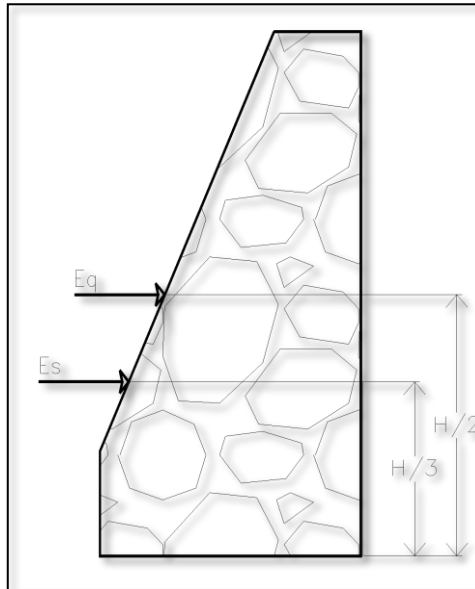
$$E_s = 5.26 \text{ m}$$

$$P.A. = \frac{1}{3} H$$

$$P.A. = 1.50 \text{ m}$$

c) Resultante de empujes y punto de aplicación:

Figura N° 21: Empuje y punto de aplicación en el muro



Fuente: Elaboración propia.

Et= 5.26 ton
P.A.= 1.50 m

3.8.4 Peso del muro de contención:

Para el cálculo del peso del muro de contención se dividió en las siguientes secciones:

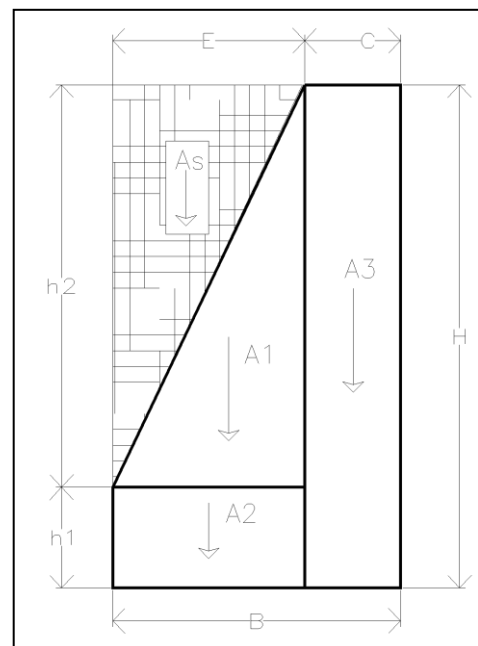
a) Área de las secciones:

A1= 4.09 m²
 A2= 1.51 m²
 A3= 4.50 m²
 As= 4.09 m²

b) Cálculo del peso del muro:

W1= 7.31 ton/m
 W2= 2.69 ton/m
 W3= 8.06 ton/m
 Ws= 7.31 ton/m
 P= 0.00 ton/m

 Wt= 25.37 ton/m



c) Calculo del punto de aplicación:

Para:

W1	P.A=	1.72 m
W2	P.A=	2.075 m
W3	P.A=	0.5 m
Ws	P.A=	2.43 m
P	P.A=	0.5 m

3.8.5 Calculo del volteo y deslizamiento:

Fuerza vertical	Fuerza Horizontal	Brazo de palanca	Momento	Momento total	Momento resultante
	0.00	2.25	0.00	7.89	32.07
	5.26	1.50	7.89		
7.31		1.72	12.55	39.96	
2.69		2.08	5.59		
8.06		0.50	4.03		
7.31		2.43	17.79		
0.00		0.50	0.00		
25.37	5.26				

a) Revisión por deslizamiento:

$$F. D_{Deslizamiento} = \frac{\sum Fv}{\sum Fh}$$

$$F. D_{Deslizamiento} = 4.82 \geq 1.50 \rightarrow Ok$$

b) Revisión por volteo:

$$F. S. volteo = \frac{\sum M resistentes}{\sum a volteo}$$

$$F. S. volteo = 5.06 \geq 2.00 \rightarrow Ok$$

3.8.6 Revisión por capacidad de carga del terreno

qu=	27.45 ton/m ²	Capacidad de carga del terreno
Wt=	25.37 ton/m	Peso total del muro de contención

a) Presión del muro de contención sobre el terreno:

$$Pt = \frac{Wt}{B}$$

$$Pt = 8.055 \text{ ton/m}^2$$

b) Verificación de la capacidad de carga:

$$q_{max} \geq Pt$$

$$27.45 \geq 8.055 \rightarrow Ok$$

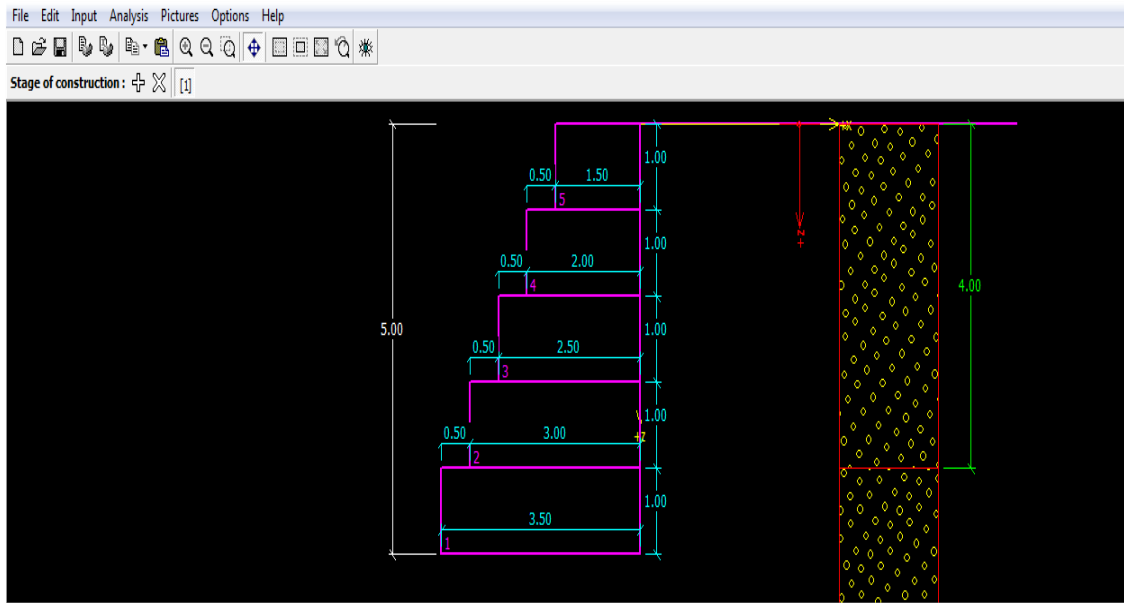
3.9 Diseño de Gavión en el software GEO – 5

Para comprobar que el diseño del gavión realizado en el software Excel, se realizara nuevamente el diseño pero esta vez mediante el software GEO – 5, el cual sirve para realizar cálculos de muros de contención, con los datos ya utilizados en el pre dimensionamiento anterior se procederá al diseño del gavión.

Se ingresaron los datos al programa Geo – 5 para realizar el cálculo y con ello las verificaciones por volteo y capacidad última del terreno, sin embargo, es importante poner en conocimiento los datos que fueron ingresados en el software GEO – 5 para el diseño del gavión, los cuales fueron:

- Definición del material a utilizar, que tiene como peso específico 18.00 KN/m³
- Ángulo de fricción interna (según el ensayo de corte directo) de 33.90° y una cohesión de 0.00kPa
- Como material de relleno se utilizaron las mismas características que el cálculo anterior de tipo GW.
- El perfil del terreno fue aproximado para realizar el dimensionamiento del relleno del gavión.

Figura N° 22: Diseño del muro gavión en el software GEO – 5.



Fuente: Elaboración propia.

3.9.1 Verificación por volcamiento

Verification of complete wall

Check for overturning stability

Resisting moment $M_{res} = 461.72 \text{ kNm/m}$

Overturning moment $M_{Ovr} = 87.47 \text{ kNm/m}$

Safety factor = 4.60 > 1.50

Wall for overturning is SATISFACTORY

Check for slip

Resisting horizontal force $H_{res} = 119.53 \text{ kN/m}$

Active horizontal force $H_{act} = 57.26 \text{ kN/m}$

Safety factor = 1.95 > 1.50

Wall for slip is SATISFACTORY

Forces acting at the centre of footing bottom

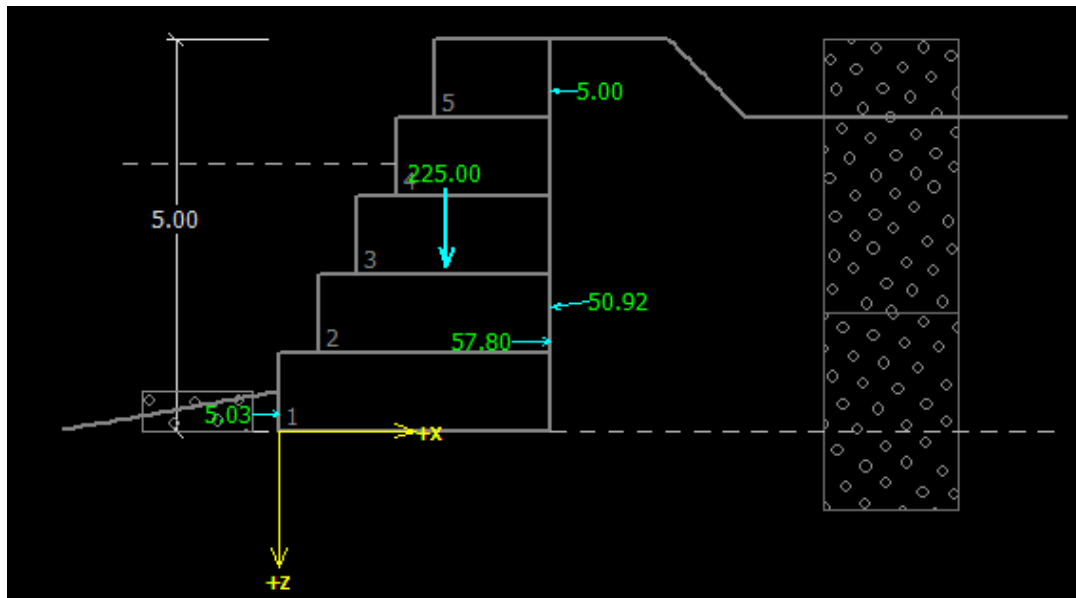
Overall moment $M = -17.16 \text{ kNm/m}$

Normal force $N = 233.36 \text{ kN/m}$

Shear force $Q = 57.26 \text{ kN/m}$

Overall check - WALL is SATISFACTORY

Figura N° 23: Verificación por volcamiento del muro gavión.



Fuente: Elaboración propia.

3.9.2 Verificación por carga ultima

Bearing capacity of foundation soil check

Eccentricity verification

Max. eccentricity of normal force $e = 0.0$ mm

Maximum allowable eccentricity $e_{alw} = 1155.0$ mm

Eccentricity of the normal force is SATISFACTORY

Footing bottom bearing capacity verification

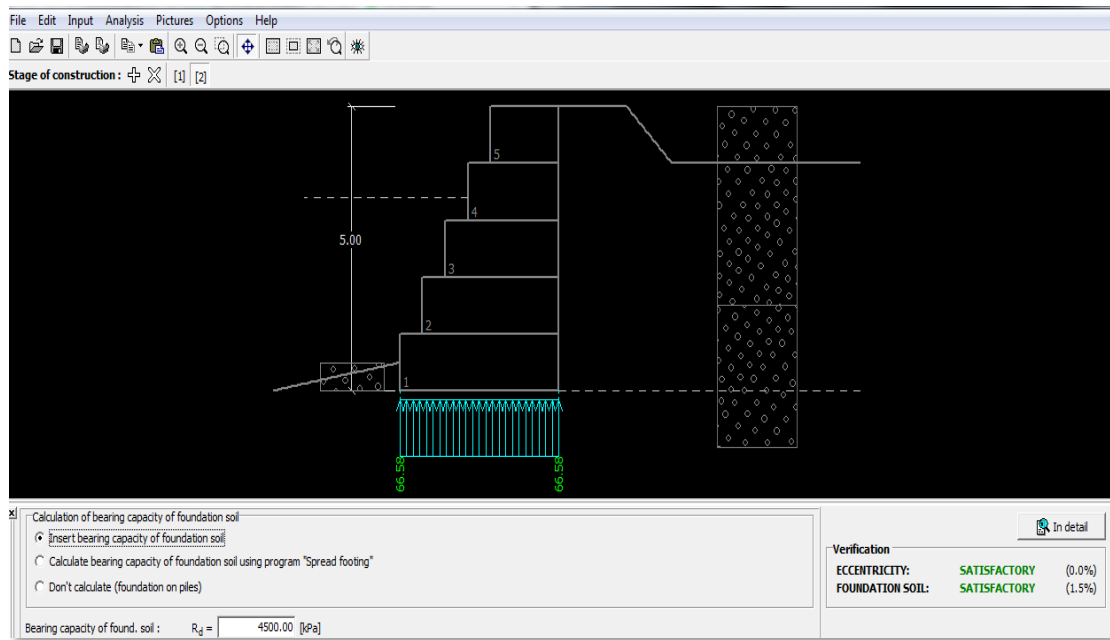
Max. stress at footing bottom $\sigma = 66.67$ kPa

Bearing capacity of foundation soil $R_d = 4500.00$ kPa

Bearing capacity of foundation soil is SATISFACTORY

Overall verification - bearing capacity of found. soil is SATISFACTORY

Figura N° 24: Verificación por carga ultima del muro gavión.

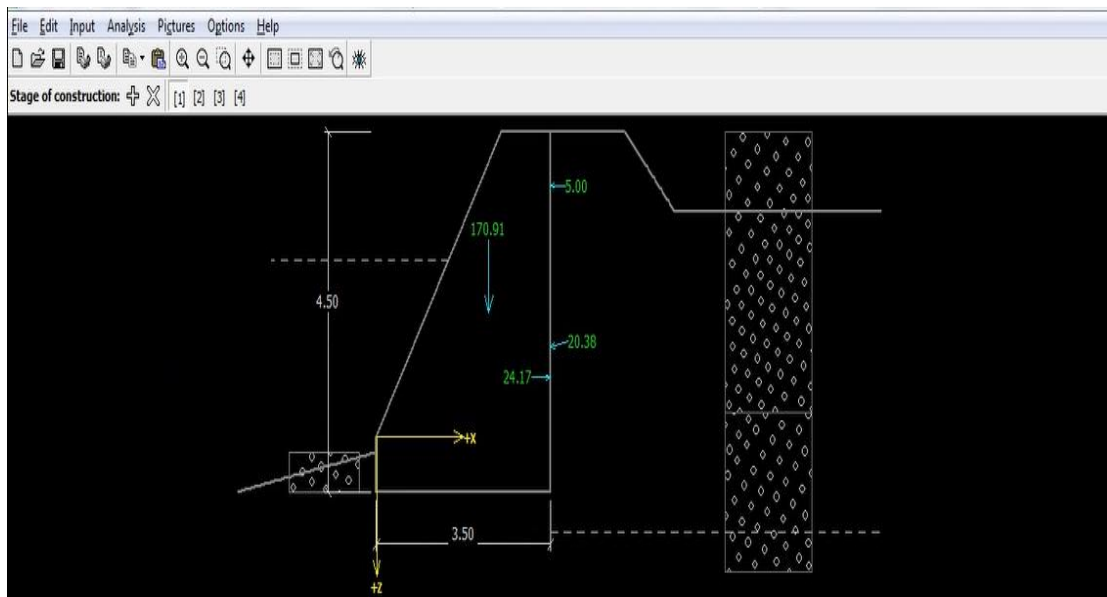


Fuente: Elaboración propia.

3.10 Diseño de muro de concreto ciclópeo en el software GEO – 5

De la misma forma que en el muro gavión, se realizara la verificación de los cálculos, en este caso, del muro de concreto ciclópeo en el software GEO – 5.

Figura N° 25: Diseño de muro de concreto ciclópeo.



Fuente: Elaboración propia.

3.10.1 Verificación por volteo

Verification of complete wall

Check for overturning stability

Resisting moment $M_{res} = 490.50 \text{ kNm/m}$

Overturning moment $M_{Ovr} = 16.75 \text{ kNm/m}$

Safety factor = 4.90 > 1.50

Wall for overturning is SATISFACTORY

Check for slip

Resisting horizontal force $H_{res} = 147.56 \text{ kN/m}$

Active horizontal force $H_{act} = -13.91 \text{ kN/m}$

Safety factor = 1.82 > 1.50

Wall for slip is SATISFACTORY

Forces acting at the centre of footing bottom

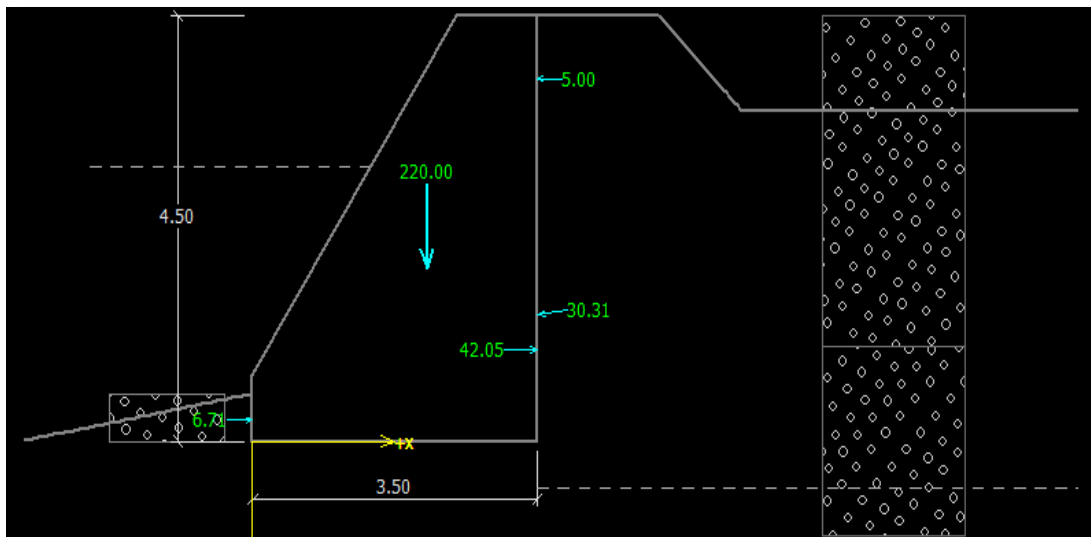
Overall moment $M = -79.54 \text{ kNm/m}$

Normal force $N = 225.26 \text{ kN/m}$

Shear force $Q = -13.91 \text{ kN/m}$

Overall check - WALL is SATISFACTORY

Figura N° 26: Verificación por volteo del muro de concreto ciclópeo.



Fuente: Elaboración propia.

3.10.2 Verificación por carga ultima

Bearing capacity of foundation soil check

Eccentricity verification

Max. eccentricity of normal force $e = 0.0$ mm

Maximum allowable eccentricity $e_{alw} = 1155.0$ mm

Eccentricity of the normal force is SATISFACTORY

Footing bottom bearing capacity verification

Max. stress at footing bottom $\sigma = 64.36$ kPa

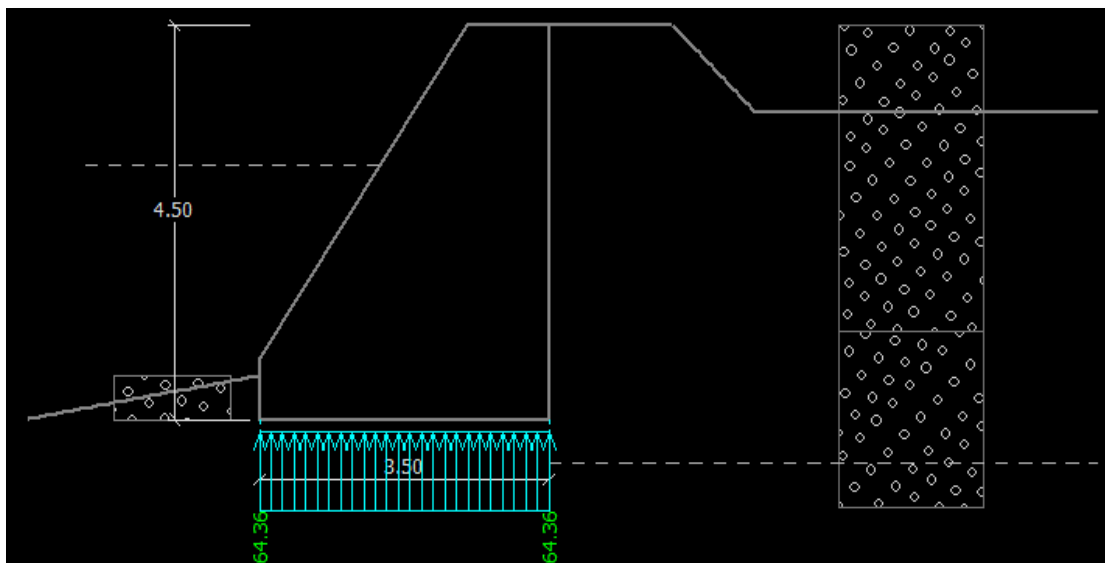
Bearing capacity of foundation soil $R_d = 0.00$ kPa

Safety factor = $2.92 < 2.00$

Bearing capacity of foundation soil is SATISFACTORY

Overall verification – bearing capacity of found. Soil is SATISFACTORY

Figura N° 27: Verificación por carga ultima del muro de concreto ciclópeo.



Fuente: Elaboración propia.

3.11 Presupuesto de muros

3.11.1 Presupuesto para muro Gavión

Presupuesto de muro gavión de 2x1x1m; teniendo en conocimiento que cuenta con un volumen de 12.5 m³.

Tabla N° 14: Presupuesto del muro Gavión

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio parcial
Materiales				
Piedra caliza de granulométrica comprendida entre 100 y 200 mm.	m3	1.100	55.32	60.85
Tubo de PVC, serie B, de 75 mm de diámetro y 3 mm de espesor, con extremo abocardado.	m	0.05	11.15	0.56
Paneles metálicos modulares, para encofrar muros de concreto de hasta 3 m de altura.	m2	0.007	553.39	3.87
Cable de acero de 2 mm de diámetro, para sujeción de malla de triple torsión.	m	1.75	3.07	5.37
Caja de 2x1x1 m de malla de triple torsión, hexagonal, de 50x70 mm, de alambre de acero galvanizado de 2 mm de diámetro, para gavión.	ud	0.525	82.82	43.48
			Subtotal materiales:	114.14
Equipos				
Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos de 105 kW	h	0.323	121.61	39.28
Camión basculante de 12 t de carga de 162 kW	h	0.269	105.63	28.41
			Subtotal equipos:	67.69
Mano de obra				
Operario de construcción de obra civil	h	0.38	15.6	5.93
Oficial de construcción de obra civil	h	1.899	10.67	20.26
			Subtotal mano de obra:	26.19
Herramientas				
Herramientas	h	2.000	208.03	4.16
			Subtotal herramientas:	4.16
			Costo directo:	212.18

Fuente: Elaboración propia.

Precio total del muro gavión en ml es: $212.18 \times 12.5 =$ s/. 2,652.30

3.11.2 Presupuesto para muro de gravedad (concreto ciclópeo).

Sabiendo que cuenta con un volumen de 10.41 m³

Tabla N° 15: Presupuesto de muro de concreto ciclópeo.

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio parcial
Materiales				
Cemento gris en sacos	kg	201.272	0.45	90.57
Agregado grueso homogeneizado de 25 mm.	m ³	0.407	59.43	24.19
Arena cribada	m ³	0.325	42.21	13.72
Agua	m ³	0.111	4.52	0.50
Piedra grande de tipo canto rodado de 15 a 25 cm de diámetro.	m ³	0.400	67.09	26.84
Subtotal materiales:				155.82
Equipos				
Mezcladora de concreto	h	0.379	4.73	1.79
Subtotal equipos:				1.79
Mano de obra				
Oficial de construcción de obra civil	h	2.183	10.67	23.29
Operario de construcción	h	1.298	15.60	20.25
Oficial especializado en vaciado de concreto	h	0.212	10.60	2.25
Operario para el vaciado de concreto	h	0.212	15.10	3.20
Subtotal mano de obra:				48.99
Herramientas				
Herramientas	%	3.000	209.31	6.28
Subtotal herramientas:				6.28
Costo directo:				206.60

Fuente: Elaboración propia.

Precio total del muro de concreto ciclópeo en ml es: $10.41 \times 206.60.31 = 2,150.70$

IV. DISCUSIÓN

Hipótesis 1: Las propiedades físicas del suelo en el tramo urbano del río Huarmey influye en la ubicación y diseño de una estructura de contención.

- Según Alvaro L. y Henríquez L. (2014) en su tesis titulada: “Diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña del río Chicama, tramo punta moreno pampas de Jaguey aplicando el programa River”. Tiene como objetivo realizar el diseño hidráulico, es decir, la identificación del caudal de diseño, con la finalidad de realizar la simulación de las defensas ribereñas.

	Río Chicama	Río Huarmey
Ensayos realizados	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis granulométrico (ASTM D424) • Límites de consistencia (ASTM D424) • Clasificación SUCS (ASTM D2847) 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis granulométrico (ASTM D424) • Corte directo • Densidad mínima y máxima.

Para el diseño hidráulico y estructural del río Chicama, se realizó el análisis granulométrico con la finalidad de conocer el tipo de suelo del tramo en estudio, presentando un suelo GP Y GW, también se realizó el ensayo de límites de consistencia y por último la clasificación SUCS, todo ello sirvió para proceder a los cálculos correspondientes para el diseño estructural de la defensa ribereña.

Así mismo, en la presente investigación se realizaron diferentes ensayos con el objetivo de conocer las propiedades físicas del suelo, a fin de que se puedan conocer los valores como: tipo de suelo= GP, ángulo de fricción interna= 33.9°, y las densidades que ayudaron a conocer el peso específico del suelo así como la capacidad portante del mismo; ya que, las características mencionadas influyen en el diseño de la estructura de contención dependiendo de la ubicación de donde sean extraídas las muestras.

Por lo tanto, se determina que las propiedades físicas influyen en la ubicación y diseño de una estructura de protección, por lo tanto, se acepta la hipótesis.

Hipótesis 2: El estudio hidrológico del tramo urbano del río Huarmey determina la ubicación y diseño de una estructura de contención.

- Según López Cabello (2014) en su tesis titulada: “Simulación hidráulica de inundación en la zona urbana de la cuenca baja del río Higueras – Huánuco – 2014”. Uno de los objetivos es determinar el caudal en un periodo de retorno de 10 años, y con ello, el tirante crítico que alcanza en la zona de inundación.

Parámetros hallados	Río Higueras	Río Huarmey
Caudal	63.12 m ³ / seg	210.40 m ³ /seg
Tirante crítico	2.60 m	4.02m

En la simulación hidráulica realizada en el río Higueras, se pudo identificar las zonas de inundación cuando alcanza el caudal de 63.12 m³/seg, por consiguiente, se logra identificar las zonas vulnerables; también se determina los tirantes críticos alcanzados, siendo el mayor valor 2.60m, el cual ayudara en el diseño de la estructura que se desee emplear más adelante.

Algo semejante ocurre en la presente investigación, donde se halló el caudal de diseño de 211.40 m³/seg mediante cálculos analíticos en Excel y el software Hidroesta, para realizar el modelamiento hidrodinámico, de manera que se identifique la zona de inundación y conocer el tirante crítico alcanzado, ya que, este valor es fundamental para el hallar el borde libre y con ello la altura total del muro.

Por consiguiente, se concluye que el caudal y el tirante crítico determinan la ubicación y diseño de una estructura de contención, por lo tanto, se acepta la hipótesis.

Hipótesis 3: Las condiciones del cauce del tramo urbano del río Huarmey intervienen en la ubicación y diseño de una estructura de contención.

- Según López Cabello (2014) en su tesis titulada: “Simulación hidráulica de inundación en la zona urbana de la cuenca baja del río Higueras – Huánuco – 2014”. Tiene como objetivo, realizar el levantamiento topográfico del río Higueras, ya que, interviene en la simulación hidráulica realizada en el software Hec-ras para la identificación de zonas de inundación pos-modelamiento.

Parámetros hallados	Rio Higueras	Rio Huarmey
Pendiente	0.0067	0.007
Rugosidad de Manning	0.030-0.025 (paredes) y 0.030 (fondo de rio)	0.035-0.030 (paredes) y 0.040(fondo de rio)

El levantamiento topográfico realizado en el Rio Higueras, muestra una pendiente de 0.0067, este valor interviene en la simulación hidrodinámica realizada en el software Hec-ras, para la identificación de la zona de inundación, por otro lado, la rugosidad de Manning también es un dato de entrada para el modelamiento, pues ayuda a determinar el tirante crítico, de tal modo que ayude en el diseño de la defensa ribereña.

Así mismo, para el modelamiento del rio Huarmey también se realizó el levantamiento topográfico, con la finalidad de conocer las condiciones del cauce y también determinar la pendiente que fue de 00007, ya que, este valor interviene en el diseño del muro de contención realizada en el software Geo-5, por otra parte, la rugosidad de Manning también influye el modelamiento hidrodinámico, ya que, ayuda a determinar el tirante critico alcanzado, este dato puede alterar o disminuir el tirante, no de manera significativa, pero si importante ya que influye en el diseño del muro de contención.

Por consiguiente, se determina que las condiciones del cauce si intervienen en la ubicación y diseño de una estructura de contención, por lo tanto se acepta la hipótesis.

V. CONCLUSIONES

- Para conocer las propiedades físicas del suelo, se realizaron tres ensayos en el que se obtuvo como resultado: la granulometría= GP, el ensayo de corte directo= 33.90° , densidad mínima= 1.323 gr/cm^3 y densidad máxima= 1.993 gr/cm^3 ; fue necesario realizar los ensayos mencionados, puesto que, nos permite hallar el peso específico = 1660 kg/m^3 y con ello la capacidad portante del suelo que fue igual a = 2.78 kg/cm^2 ; en conclusión se determina que las propiedades físicas del suelo influyen en la ubicación y diseño de la estructura de contención.
- Se concluye que el estudio hidrológico determina la ubicación y diseño de una estructura de contención, ya que, se halló el caudal de diseño que fue de $211.40 \text{ m}^3/\text{seg}$ para realizar el modelamiento hidrodinámico mediante el software Hec-ras, y con ello, se conoció la ubicación del tramo de inundación; por otra parte, el tirante crítico de 4.02 m , determinó el borde libre a fin de que se pueda establecer la altura total de la estructura de contención.
- Se concluye que las condiciones del cauce del tramo urbano del río Huarmey, es decir, el levantamiento topográfico, la pendiente (0.007) y la rugosidad de Manning (0.035 y 0.030 paredes y 0.040 fondo del río), intervienen en la ubicación y diseño de una estructura de contención, puesto que, estos factores influyeron en el modelamiento hidrodinámico realizado en el software Hec-ras que mostró la zona de inundación y dar paso al diseño de la estructura de contención.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que para realizar el modelamiento hidrodinámico, se debe tener conocimiento de los datos más relevantes del cauce del río, los cuales son: la topografía del cauce, la rugosidad de Manning que presenta la zona de estudio, el registro de caudales máximos anuales y los estudios de suelos (la granulometría, el ensayo de corte y las densidades) para obtener los datos que serán utilizados en el cálculo hidrológico.
- Para el uso del HEC – RAS, se debe tener en cuenta el levantamiento topográfico a exportarse; el eje del río debe ser en dirección contraria a la realidad, ya que el software toma de manera inversa a lo realizado en el Civil 3D, así mismo, tener en conocimiento el sistema de las unidades métricas en que se mostrara la simulación del río en las diferentes progresivas para el conocimiento del tirante.
- Para la propuesta de una estructura de contención, es recomendable realizar como mínimo dos alternativas de muros (gaviones y muro de concreto ciclópeo), a fin de conocer la diferencia desde los cálculos de diseño hasta el valor económico que tiene la ejecución de cada una de las estructuras.
- La secuencia desarrollada para el modelamiento del río Huarmey con fines de ubicación de una estructura de contención, sirve como modelo para futuras investigaciones que se realicen en los diferentes ríos.
- Se recomienda que los cálculos efectuados mediante un software, deben ser verificados y corroborados por cálculos analíticos, en esta investigación fue realizada en el software Excel y Geo - 5.
- Se recomienda exigir al SENAMHI la implementación y habilitación de estaciones meteorológicas e hidrométricas en las diferentes regiones de nuestro país, con la finalidad de obtener una información confiable y que pueda facilitarse al investigador.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABIANCHINI, ingeniero. Lima: Basada a la investigación de gaviones Lemac SAC.Inc., 2006.

AGUILAR, Daniel. Comparación técnica entre el uso de gaviones y geoceldas como estructuras de defensa ribereña. Tesis (Titulo de Ingeniería Civil). Lima: Pontifica Universidad Católica del Perú, 2016. Disponible en <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6935>

APACLLA, Ricardo. Estudio de máximas avenidas en las cuencas de la zona centro de la vertiente del pacífico [en línea].Diciembre 2010, n°.1. [Fecha de consulta: 4 de mayo del 2018]. Disponible en <http://www.ana.gob.pe/media/390377/informe%20final%20zona%20centro.pdf>

BORJA, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo, 2012 [fecha de consulta: 21 de octubre de 2017]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/manborja/metodologia-de-inv-cientifica-para-ing-civil>

CABRAL, Ernesto. y MARTINEZ, Jason. Fenómeno del Niño: tres décadas de muerte y destrucción en Perú [en línea]. Ojo Público.23 de marzo de 2017. [fecha de consulta: 21 de octubre de 2017]. Disponible en: <https://ojo-publico.com/404/las-cifras-historicas-del-fenomeno-del-ni%C3%B1o-en-peru>

CASTRO, Sandro. Evaluación del comportamiento hidráulico de obras de captación mediante modelamiento hidrodinámico del flujo en 1 – D y 2 – D. Tesis (Titulo de Ingeniería Civil). Ecuador: Universidad de Cuenca, 2015.Disponible en <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23118>

COEN: Fenómeno El Niño dejó cerca de 15 mil damnificados en Huarmey [en línea]. América Noticias. 9 de junio de 2017. [fecha de consulta: 21 de octubre de 2017]. Disponible en:

<http://www.americatv.com.pe/noticias/actualidad/coen-fenomeno-nino-dejo-cerca-15-mil-damnificados-huarmey-n279788>

FATTORELLI, Sergio. y FERNANDEZ, Pedro. Diseño hidrológico [en línea]. 2. ° ed. España: Zaragoza, 2011 [fecha de consulta: 21 de octubre de 2011]. Disponible en:

https://www.ina.gov.ar/pdf/Libro_diseno_hidrologico_edicion_digital.pdf

FIDIAS, Arias. El proyecto de investigación. 6.ª ed. Episteme, C.A, 2012.23 - 83pp. ISBN: 980 – 07 – 8529 – 9

GOMEZ, Sergio. Metodología de la investigación. 1.ª ed. Red tercer milenio S.C., 2012. 31pp. ISBN: 978 – 607 – 733 – 149 – 0

HERNANDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Maria. Metodología de la investigación. 5.ª ed. Mexico: McGRAW-hill/interamericana editores, S.A. de C.V., 2010. 200pp.

Huarmey: el 90% de la población ha sido afectada por huaicos [en línea].El comercio. 21 de marzo de 2017. [fecha de consulta: 21 de octubre de 2017]. Disponible en:

<https://elcomercio.pe/peru/ancash/huarmey-90-poblacion-sido-afectada-huaicos-407683>

INRENA: Evaluación de los recursos hídricos en las cuencas de los ríos Casma, Culebras y Huarmey. Diciembre de 2007. [fecha de consulta: 5 de mayo de 2018]. Disponible en http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/fuentes_agua_superficial_huarmey_0_0_3.pdf

LOPEZ, Javier. Simulación hidráulica de inundación en la zona urbana de la cuenca baja del río Higueras – Huánuco – 2014. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Perú: Universidad de Huánuco, 2014. Disponible en <https://ishareslide.net/document/tesis-modelamiento-hidrologico-e-hidraulico-de-la-cuenca-del-rio-higueras-huanuco-javier-lopez-cabello>

MACAFERRI. *Utilidad de los gaviones*. Lima: Obras y soluciones de ingeniería. Inc.; 2014 [fecha de consulta: 20 de octubre de 2017]. ISBN 978-1-4562-2396-0.

OCHOA, Santiago. Modelación hidrodinámica del tramo medio el río Ctalamochita, Provincia de Córdoba. Revista de la Universidad de Córdoba [en línea]. 2016, n. °2. [fecha de consulta: 21 de octubre de 2017]. Disponible en <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/FCEFYN/article/view/11847>

PALELLA, Santa y MARTINS, Feliberto. Metodología de la investigación cuantitativa. 3.ª ed. Caracas: Fedupel, 2012. 86 - 164pp. ISBN: 980 – 273 – 445 – 4

PIÑAR, Rafael. Proyecto de construcción de muro de gaviones de 960 m³. Tesis (Licenciatura en Ingeniería en Construcción). Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2008. Disponible en <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6034/construcci%C3%B3n-muro-gaviones.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PUÑO, Napoleón. Control de las inundaciones en el valle del Río Tumbes mediante la habilitación de un cauce de alivio – Simulación hidráulica. Revista de Investigación Científica Manglar [en línea]. 2016, n. °1. [fecha de consulta: 21 de octubre de 2017]. Disponible en <http://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/45/45>

Revista internacional métodos numéricos para cálculo y diseño en ingeniería [en línea]. España: Universidad Politécnica de Catalunya, 2014 [fecha de

consulta: 22 de noviembre de 2017]. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/82390287.pdf>

ROCHA, Arturo. La costa norte peruana y su vulnerabilidad frente al Fenómeno de El Niño. Revista de Hidráulica [en línea]. 2006, n. °29. [fecha de consulta: 21 de octubre de 2017]. Disponible en https://www.academia.edu/6432202/LA_COSTA_NORTE_PERUANA_Y_SU_VULNERABILIDAD_FRENTE_AL_FENOMENO_DE_EL_NIÑO

ROJAS, Raúl. Guía para realizar investigaciones sociales. 9.^a ed. Plaza y Valdés, S.A. de C.V., 2013. 63pp. ISBN: 968 – 856 – 262 – 5

RODRIGUEZ, Héctor. Inundaciones en zonas urbanas. Medidas preventivas y correctivas, acciones estructurales y no estructurales. Tesis (Maestro en Ingeniería Civil). México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2012. Disponible en <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/5281/Tesis.pdf?sequence=1>

RODRIGUEZ, William. Análisis y diseño de muros de contención. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Ecuador: Universidad Central del Ecuador, 2012. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/156/1/T-UCE-0011-5.pdf>

SALAMEA, Tomas. Modelamiento bidimensional hidrodinámico del flujo y transporte de sedimentos a través del río Calabí y obras hidráulicas. Tesis (Titulo de Ingeniería Civil). Ecuador: Universidad de Cuenca, 2015. Disponible en <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23116/1/tesis.pdf>

SENAMHI. Tawa. 2015. Disponible en: http://www.inpe.gob.pe/pdf/28_20151016115029.pdf7

TAMAYO, Mario. Investigación científica. 4.^a ed. México: Limusa, S.A. de C.V., 2004. 137pp. ISBN: 968 – 18 – 5872 -7

VARGAS, Heidy. Determinación de las pérdidas de energía en tuberías por fricción y accesorios [en línea]. Colombia: Universidad de Antioquia, Medellín, 2012 [fecha de consulta: 03 de noviembre de 2017]. Disponible en https://www.academia.edu/5184043/DETERMINACION_DE_LAS_PERDIDAS_DE_ENERGIA_EN_TUBERIAS_POR_FRICCION_Y_ACCESORIOS

Ven Te Chow. Hidraulica de Canales Abiertos. 1.^a ed. Colombia: Lomos S.A., 2004. 337p. ISBN: 958-600-228-4

VIII. ANEXOS

Anexo N° 1: Matriz de consistencia

Título "Modelamiento hidrodinámico del tramo urbano del río Huarmey con fines de ubicación y diseño de una estructura de contención, región Áncash - 2018"					
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable 1: Modelamiento hidrodinámico		Metodología
			Dimensiones	Indicadores	
¿De qué manera el modelamiento hidrodinámico del tramo urbano del río Huarmey influye en la ubicación y diseño de una estructura de contención, región Áncash-2018?	Realizar el modelamiento hidrodinámico del tramo urbano del río Huarmey con el fin de ubicar y diseñar la estructura de contención, región Áncash-2018.	El modelamiento hidrodinámico del tramo urbano del río Huarmey determina la ubicación y diseño de una estructura de contención, región Áncash-2018.	Propiedades físicas del suelo	Ensayo de corte directo	Diseño: No experimental
				Granulometría	
				Densidad mínima y máxima	
			Estudio hidrológico	Caudal	
				Velocidad de flujo	
				Tirante crítico	
Condiciones del cauce	Topografía	Tipo: Aplicada			
	Pendiente				
	Rugosidad de Manning				
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Variable 2: Estructura de contención		Población: El río Huarmey
			Dimensiones	Indicadores	
¿De qué forma las propiedades físicas del suelo del tramo urbano del río Huarmey intervienen en la ubicación y diseño de una estructura de contención?	Determinar las propiedades físicas del suelo del tramo urbano del río Huarmey para la ubicación y diseño de una estructura de contención.	Las propiedades físicas del suelo en el tramo urbano del río Huarmey influyen en la ubicación y diseño de una estructura de contención.	Muro de gravedad	Ubicación	Muestra: Tramo urbano del río Huarmey; (500m).
				Diseño Estructural	
				Estabilidad	
¿Cómo influye el estudio hidrológico del tramo urbano del Río Huarmey en la ubicación y diseño de una estructura de contención?	Realizar el estudio hidrológico del tramo urbano del río Huarmey para la ubicación y diseño de una estructura de contención.	El estudio hidrológico del tramo urbano del río Huarmey determina la ubicación y diseño de una estructura de contención.	Gaviones	Ubicación	Instrumento: Software Hec-ras y Geo 5.
¿De qué manera las condiciones del cauce del tramo urbano del río Huarmey intervienen en la ubicación y diseño de una estructura de contención?	Definir las condiciones del cauce del tramo urbano del río Huarmey para la ubicación y diseño de una estructura de contención.	Las condiciones del cauce del tramo urbano del río Huarmey intervienen en la ubicación y diseño de una estructura de contención.		Diseño Estructural	
				Estabilidad	

Anexo N°2: Ensayos de laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos



INFORME N° S18 - 317-1

SOLICITANTE : IRIS YARICSA RODRIGUEZ ITURRE

PROYECTO : MODELAMIENTO HIDRODINÁMICO DEL TRAMO URBANO DEL RÍO HUARMEY CON FINES DE UBICACIÓN Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN, ANCASH - 2018

UBICACIÓN : HUARMEY - ANCASH

FECHA : 04 DE MAYO 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-1

Prof. (m.) : 0.80 - 1.10

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial Retenido	(%) Retenido	(%) Acumulado Pasa
3"	75.000	-	-	100.0
2"	50.000	-	-	100.0
1 1/2"	37.500	3.3	3.3	96.7
1"	25.000	23.5	26.8	73.2
3/4"	19.000	8.8	35.6	64.4
1/2"	12.500	11.2	46.8	53.2
3/8"	9.500	5.7	52.5	47.5
1/4"	6.300	6.3	58.8	41.2
N°4	4.750	3.1	61.9	36.1
N°10	2.000	6.8	68.7	31.3
N°20	0.850	5.1	73.8	26.2
N°30	0.600	3.0	76.8	23.2
N°40	0.425	4.3	81.1	18.9
N°60	0.250	6.7	87.8	12.2
N°100	0.150	6.5	94.3	5.7
N°200	0.075	3.2	97.5	2.5
FONDO		2.5		

% Grava	: 61.9
% Arena	: 35.6
% Finos	: 2.5

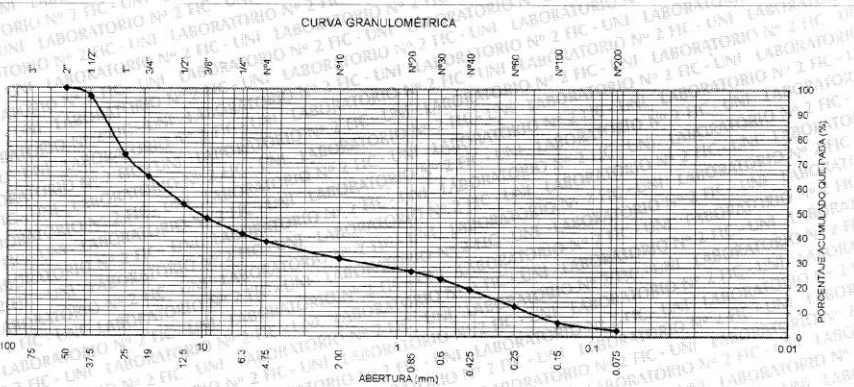
LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D4318

Límite Líquido (%)	: NP
Límite Plástico (%)	: NP
Índice Plástico (%)	: NP

Clasificación SUCS ASTM D2487 : GP

CURVA GRANULOMÉTRICA



Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante

Ejecutado por: Tec. G. Quico Z

Revisado por: Ing. D. Basurto R. / B.R.P.

Ing. Daniel J. Basurto R.



Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCA
Jefa (e) del Laboratorio N°2 - UNI - FIC

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú

Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo: 4019

e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos



INFORME N° S18 - 317-1

SOLICITANTE : IRIS YARICSA RODRIGUEZ ITURRE
PROYECTO : MODELAMIENTO HIDRODINÁMICO DEL TRAMO URBANO DEL RÍO HUARMEY CON FINE DE UBICACIÓN Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN, ANCASH - 2018
UBICACIÓN : HUARMEY - ANCASH
FECHA : 04 DE MAYO 2018

ENSAYO DE CORTE DIRECTO - ASTM D3080

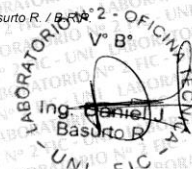
Estado : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
Calicata : C-1
Prof. (m.) : 0.80 - 1.10

Especimen N°	I	II	III
Lado del molde (cm.)	5.97	5.97	5.97
Altura Inicial de la muestra (cm.)	1.79	1.79	1.79
Densidad húmeda inicial (gr/cm ³)	1.726	1.726	1.726
Densidad seca inicial (gr/cm ³)	1.659	1.659	1.659
Cont. de humedad inicial (%)	4.1	4.1	4.1
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte (cm.)	1.784	1.770	1.741
Altura final de la muestra (cm.)	1.776	1.758	1.736
Densidad húmeda final (gr/cm ³)	1.967	1.970	1.980
Densidad seca final (gr/cm ³)	1.673	1.690	1.712
Cont. de humedad final (%)	17.6	16.5	15.7
Esfuerzo normal (kg/cm ²)	0.5	1.0	1.5
Esfuerzo de corte máximo (kg/cm ²)	0.332	0.681	1.003
Angulo de fricción interna :	33.9 °		
Cohesión (Kg/cm ²) :	0.00		

Nota : Los especímenes se remoldearon con la densidad seca promedio de las densidades máxima - mínima del Informe S18-317-1 y la humedad natural de la muestra.
 Muestra remitida e identificada por el solicitante.

Realizado por: **Téc. G. Quico Z.**

Revisado por: **Ing. D. Basurto R. / B. F. R.**



Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS
 Jefa (e) del Laboratorio N°2 UNI - FIC

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo: 4019
 e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

ABET

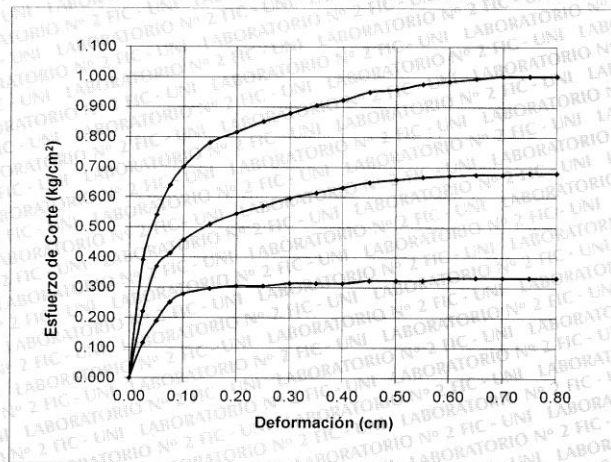
INFORME N° S18 - 317-1

SOLICITANTE : IRIS YARICSA RODRIGUEZ ITURRE
PROYECTO : MODELAMIENTO HIDRODINÁMICO DEL TRAMO URBANO DEL RÍO HUARMEY CON FINES DE UBICACIÓN Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN, ANCASH - 2018
UBICACIÓN : HUARMEY - ANCASH
FECHA : 04 DE MAYO 2018

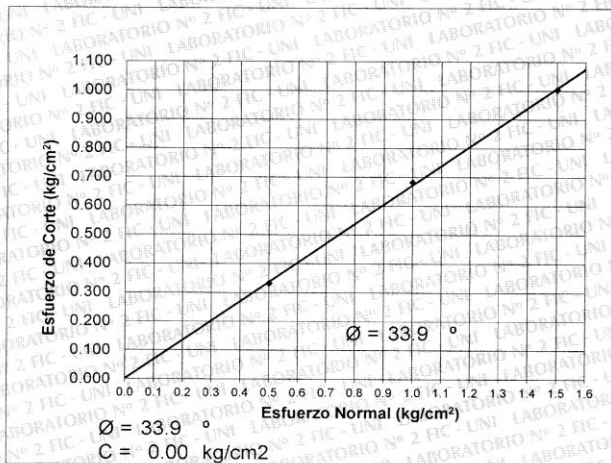
ENSAYO DE CORTE DIRECTO - ASTM D3080

Estado : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
Calicata : C-1
Prof. (m.) : 0.80 - 1.10

DEFORMACIÓN TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



LABORATORIO N° 2 - OFICINA TÉCNICA
Ing. Daniel J. Basurto R.
UNI - FIC

LABORATORIO N° 2 - UNI - FIC
Ing. Luisa Shuan L.
JEFATURA

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo: 4019
e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos



INFORME N° S18 - 317-2

SOLICITANTE : IRIS YARICSA RODRIGUEZ ITURRE
 PROYECTO : MODELAMIENTO HIDRODINÁMICO DEL TRAMO URBANO DEL RÍO HUARMEY CON FINES DE UBICACIÓN Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN, ANCASH - 2018
 UBICACIÓN : HUARMEY - ANCASH
 FECHA : 04 DE MAYO 2018

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-2
 Prof. (m.) : 0.70 - 0.90

MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 4

DENSIDAD MAXIMA NLT-205

Densidad máxima (gr/cm³) : 1.993

DENSIDAD MINIMA NLT-204

Densidad mínima (gr/cm³) : 1.323

Nota. La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Ejecutado por : Téc. G. Quicoa Z

Revisado por : Ing. D. Basurto R. / B.R.P.

LABORATORIO N°2 - OFICINA TÉCNICA
 Ing. Daniel J. Basurto R.
 UNI - FIC



[Handwritten Signature]

Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS
 Jefa (e) del Laboratorio N°2 UNI - FIC

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo: 4019
 e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe

Anexo N°3: Panel fotográfico de la zona de estudio.



Zona de estudio, que pertenece a la progresiva 0+300.00 – 0+500.00.



Fotografía del muro de contención afectada por el Fenómeno del Niño ocurrido en el año 2017.



Zona de estudio que pertenece al tramo parte inicial, es decir, comprende de la progresiva 0+0.00 – 0+280.00.



Fotografía del borde húmedo que presenta el río Huarmey.

Anexo N°4: Panel fotográfico del levantamiento topográfico.



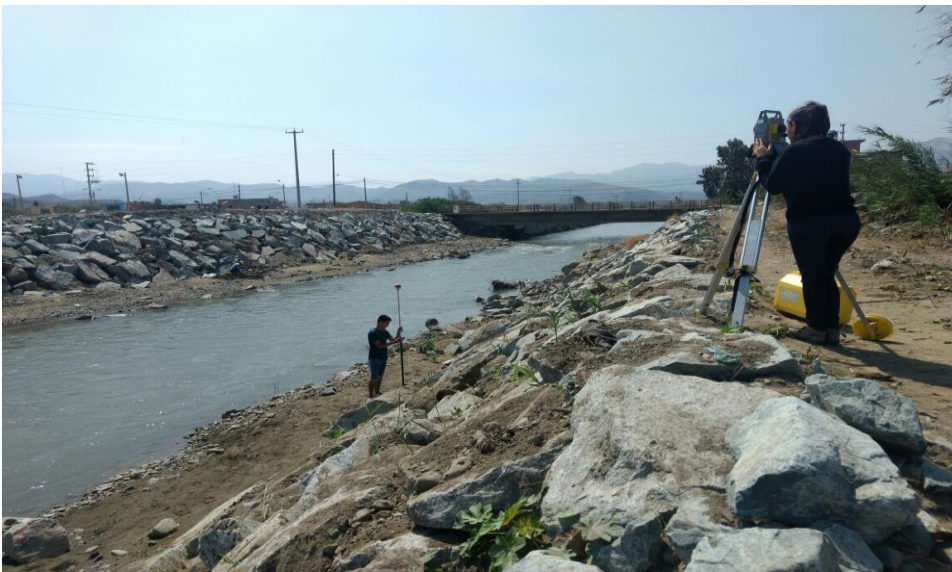
Fotografía del equipo que se utilizó para realizar el levantamiento topográfico.



Fotografía de la Estación total, marca GEOMAX, modelo ZOOM35.



Tesista realizando el levantamiento topográfico con el apoyo de la estación total.



Tesista y personal, tomando los puntos cercanos al borde húmedo del río Huarmey.



Personal con el prisma en el cauce del rio Huarmey para realizar las secciones correspondientes.

Anexo N°5: Panel fotográfico de las calicatas.



Tesista tomando la medida de profundidad alcanzada en la calicata N°1, el cual fue de 1.10m.



Fotografía de la profundidad alcanzada por la calicata N°1.



Tesista y personal en la medición de la profundidad alcanzada por la calicata N°2.



Fotografía de la profundidad alcanzada en la calicata N°2, el cual fue de 0.90m.

Anexo N°6: Calibración de la Estación Total.

Survey Rental & Sales S.A.C.



ISO 9001:2008
N° 01231283
BUREAU VERITAS
Certified



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN San Isidro 8 enero 2019

N°19121-18

A petición de M Y M CONSULTORES S R L, la empresa SURVEY RENTAL & SALES SAC, le expide el presente Certificado de Calibración por un (01);

ESTACION TOTAL MARCA GEOMAX MODELO ZOOM35 PRO1" A10

Con N° de serie 2833231, dicho instrumento ha sido revisado y calibrado todos los puntos en nuestro laboratorio y se encuentra en perfecto estado de funcionamiento de acuerdo a los estándares internacionales establecidos (DIN18723).



Equipo de calibración utilizado :

Equipo /Modelo	Marca	Serie
ESTACION TOTAL TS11	LEICA	1674905

Resultado :

Valor de Patrón	Valor Obtenido	Precisión Angular	Error Medido
VR: 360° 00' 00"			
HZ: 180° 00' 00"			

Certificado Por:

Ing. José Guispe Peña

Supervisor de Laboratorio

Firma:



Fecha Calibración:

8 enero 2019

Fecha Prox. Calibración:

8 julio 2019



Av. Dos de Mayo 1660 - 1664 - San Isidro
 Telf.: (511) 204-6430 ENTEL: 993526889
 Telf. Serv. Técnico: (511) 204-6440
 Mail Serv Tec: serviciotecnico@surveyrental.net
 Sitio Web: Website: www.surveyrental.com.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA CIVIL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

RODRIGUEZ ITURBE IRIS YARICSA

TITULADO:

MODELANIENTO HIDRODINAMICO DEL TRAMO URBANO DEL RIO

HUANABAY CON FINES DE UBICACIÓN Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DE

CONTENCIÓN, REGIÓN ANCASH, 2018.

PARA OBTENER EL BACHILLER O TÍTULO DE:

INGENIERO (A) CIVIL

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 06 DE JULIO 2018

NOTA O MENCIÓN : 16 (DIECISEIS)



ING. FELIMÓN CÓRDOVA SALCEDO

COORDINADOR DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA CIVIL



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE
TESIS

Código : FO6-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo, Rodolfo Marquina Callacna, docente de la Facultad de Ingeniería Civil y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Lima Norte, revisor (a) de la tesis titulada:

“Modelamiento hidrodinámico del tramo urbano del río Huarmey con fines de ubicación y diseño de una estructura de contención, Región Áncash – 2018”, del (de la) estudiante Iris Yaricsa Rodríguez Iturre, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/La suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

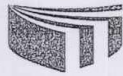
Lima 06 de junio del 2018

Firma

Mg. Rodolfo Marquina Callacna

DNI: 10780478

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Rodriguez Iturbe Iris Yariessa
D.N.I. : 702 602 13
Domicilio : Av. Palmeras 5550 - Los Olivos
Teléfono : Fijo : Móvil : 948 274 067
E-mail : irisyariessa@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería
Escuela : Ingeniería Civil
Carrera : Ingeniería Civil
Título : Ingeniería Civil

Tesis de Post Grado

Maestría

Doctorado

Grado :
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Rodriguez Iturbe Iris Yariessa

Título de la tesis:

Modelamiento hidrodinámico del tramo urbano del río
Huarney con fines de ubicación y diseño de una estructura
de contención, Región Ancash - 2018

Año de publicación :

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento, autorizo a la Biblioteca UCV-Lima Norte,
a publicar en texto completo mi tesis.

Firma : 

Fecha : 09/11/18

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Modelamiento hidrodinámico del tramo urbano del río Huarmey con fines de ubicación y diseño de una estructura de contención, región Ancash - 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA CIVIL

AUTORA:
Rodríguez Irujo, Iris Yariessa

ASESOR:
Mg. Marquiza Callacoma Rosillo

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: CIVIL
Diseño de obras hidráulicas y sus derivadas

LIMA - PERU
2018



Resumen de coincidencias

19

Se están viendo fuente estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
repositorio.uco.edu.pe	repositorio.uco.edu.pe	Entregado a Jyppes UI...	Entregado a Carika Tea...	www.dspace.uco.edu.ec	repositorio.uoh.edu.pe	Entregado a COMACTT	dspace.uoh.edu.ec	repositorio.unsa.edu.pe	www.mtc.gob.pe	repositorio.unc.edu.pe	myalides
Fuente de internet	Fuente de internet	Trabajo por resultado	Trabajo de biblioteca	Fuente de internet	Fuente de internet	Trabajo de estudiante	Fuente de internet	Fuente de internet	Fuente de internet	Fuente de internet	Fuente de internet
1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	<1%	<1%	<1%	<1%	<1%