



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**MODELAMIENTO HIDRÁULICO PARA DETERMINAR EL
PREDIMENSIONAMIENTO DE DIQUES DE
ENCAUZAMIENTO EN EL RÍO CAÑETE TRAMO AGUAS
ARRIBA DE LA BOCATOMA NUEVA IMPERIAL-
CAÑETE**

PRESENTADA POR

**DANTE EDWIN LÓPEZ TACURÍ
LUIS ANGEL VEGA APESTEGUI**

ASESOR

JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARÍA

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LIMA – PERÚ

2020



CC BY-NC-SA

Reconocimiento – No comercial – Compartir igual

El autor permite transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**MODELAMIENTO HIDRÁULICO PARA DETERMINAR EL
PREDIMENSIONAMIENTO DE DIQUES DE ENCAUZAMIENTO
EN EL RÍO CAÑETE TRAMO AGUAS ARRIBA DE LA
BOCATOMA NUEVA IMPERIAL-CAÑETE**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR

LÓPEZ TACURÍ, DANTE EDWIN

VEGA APESTEGUI, LUIS ANGEL

LIMA – PERÚ

2020-I



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**MODELAMIENTO HIDRÁULICO PARA DETERMINAR EL
PREDIMENSIONAMIENTO DE DIQUES DE ENCAUZAMIENTO
EN EL RÍO CAÑETE TRAMO AGUAS ARRIBA DE LA
BOCATOMA NUEVA IMPERIAL-CAÑETE**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR

LÓPEZ TACURÍ, DANTE EDWIN

VEGA APESTEGUI, LUIS ANGEL

LIMA – PERÚ

2020-I

Dedico la presente tesis en primer lugar a dios por guiarme por el buen camino, a mis padres en especial a mi madre por el apoyo incondicional y ser la base de mi crecimiento profesional.

Este presente trabajo lo dedico a Dios por guiarme por el buen camino, a mis padres por apoyarme constantemente en mis estudios y ayudarme en mi desarrollo como profesional ante cualquier adversidad.

A nuestros profesores de la Universidad San Martín de Porres por el conocimiento y experiencia compartida a lo largo de nuestra etapa de formación universitaria, también a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura por ser nuestra casa de formación profesional y la prestación de los laboratorios para realizar nuestros ensayos. Por último, agradecer a nuestros asesores que guiaron la realización de la presente investigación.

RESUMEN

Los grandes eventos hidrológicos que se producen en el Perú, siendo principalmente el fenómeno del niño desencadenan problemas en las estructuras hidráulicas como en la bocatoma Nueva Imperial-Cañete el cual queda vulnerable a los efectos de las grandes avenidas.

En la presente investigación se desarrollará el modelamiento hidráulico para determinar el predimensionamiento del dique de encauzamiento en el río Cañete tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial – Cañete.

El objetivo de la investigación explora el modelamiento hidráulico con las herramientas HEC RAS y HEC HMS, para lo cual se necesitó conocer las características de la zona.

Además, se realizó la recolección y recojo de muestras por estudios; Para la hidrológica esta fue proporcionada por el SENAHMI; Para la topográfica se realizó el levantamiento topográfico en la zona; Finalmente la geotécnica se realizó calicatas en el eje del río Cañete.

Como conclusión de la investigación se determinó que la zona de estudio presenta una topografía semi accidentada con pendientes 2% a 10. El suelo es una Grava mal gradada, limpia, no presentan plasticidad alguna y no hay presencia de cohesión entre sí. Se determinó los caudales máximos para un tiempo de retorno $Tr=100$ años, es 1770 m³/s y $Tr=500$ años, es 3169.3 m³/s.

El Predimensionamiento del dique de encauzamiento para la bocatoma Nueva Imperial contempla una altura total de 6.50 m, 4 metros de altura del dique, 2.5 metros de altura de socavación, un ancho corona de 4.00 m, un ancho de base de 16.00m. Se recomienda que sea de tipo continuo por las características del tramo de estudio.

Palabras clave: Modelamiento hidráulico, predimensionamiento de dique de encauzamiento, bocatoma Nueva Imperial, río Cañete.

ABSTRACT

The large hydrological events that occur in Peru, being mainly the phenomenon of the child, trigger problems in hydraulic structures such as the new imperial-Cañete intake, which remains vulnerable to the effects of large avenues.

In this research, the hydraulic modeling will be developed to determine the pre-dimensioning of the channeling dike in the Cañete River upstream section of the Nueva Imperial - Cañete intake.

The objective of the research explores hydraulic modeling with the HEC RAS and HEC HMS tools, for which it was necessary to know the characteristics of the area.

In addition, the collection and collection of samples by studies was carried out; For the hydrological, this was provided by SENAHMI; For the topographic survey, the topographic survey was carried out in the area; Finally, the geotechnics were pits in the Cañete river axis.

As a conclusion of the research, it was determined that the study area presents a semi-rugged topography with slopes 2% to 10. The soil is a poorly graded, clean gravel, they do not present any plasticity and there is no presence of cohesion between them. The maximum flows were determined for a return time $T_r = 100$ years, it is 1770 m³ / s and $T_r = 500$ years, it is 3169.3 m³ / s.

The pre-dimensioning of the channeling dike for the Nueva Imperial intake includes a total height of 6.50 m, 4 meters high of the dike, 2.5 meters of scour height, a crown width of 4.00 m, a base width of 16.00m. It is recommended that it be of a continuous type due to the characteristics of the study section.

Keywords: Hydraulic modeling, pre-sizing of channeling dam, Nueva Imperial intake, Cañete river.

INTRODUCCIÓN

En el Perú existen en operación un gran número de estructuras hidráulicas que permiten el aprovechamiento del recurso hídrico, para lo cual se necesita un diseño recurriendo a métodos analíticos y modelamientos hidráulicos. Una de estas estructuras hidráulicas para el aprovechamiento hidráulico son las bocatomas o tomas de agua que son construidas en el curso de un río o en un canal, con el objetivo de captar o extraer de forma parcial o total el caudal de un río a la cual se denomina caudal de captación.

La finalidad de este proyecto de investigación es mejorar el aprovechamiento hidráulico y proteger la bocatoma en grandes avenidas a través del encauzamiento con diques en el tramo aguas arriba de bocatoma nueva imperial, para lo cual determinaremos el predimensionamiento del dique a través de un modelamiento hidráulico que nos permitirá calcular la altura del dique.

Los objetivos de la presente investigación son realizar los estudios topográficos que comprende: El levantamiento topográfico, secciones transversales, longitudinales, perfil topográfico; Realizar los estudios hidrológicos que está comprendido por determinar los caudales máximos, precipitaciones y los periodos de retorno para 100 y 500 años; Además de realizar los estudios geotécnicos para conocer las características del terreno, efectuar las calicatas, y el desarrollo de laboratorios; y finalmente se realizará el modelamiento hidráulico que consiste en determinar las áreas inundables así como la altura de la socavación.

Para el desarrollo de la investigación se toma como muestra la cuenca del río Cañete donde realizaremos el modelamiento hidráulico y el levantamiento de información a través de los diferentes estudios, así mismo la población se ubica en el distrito de Nueva Imperial, provincia de Cañete, departamento de Lima, específicamente a 173 km al sur de Lima.

La importancia de la investigación es que permitirá el encauzamiento y la protección de la bocatoma Nuevo Imperial que abastece con agua potable a más de 15 pueblos, e irriga a más de 8 mil hectáreas de cultivo, establos y se

espera explotar una la frontera agrícola de 1500 hectáreas, por lo cual esta estructura es muy importante y una falla perjudicaría el aprovechamiento hidráulico.

La presente investigación se estructuró de la siguiente manera:

En el capítulo I: Se realizó e identificó el planteamiento del problema, formulación de problemas generales y específicos, así como también el objetivo general y específicos incluyendo la justificación, alcances, limitaciones y viabilidad de la investigación.

En el capítulo II: Está conformado por los antecedentes nacionales e internacionales, así como también el marco teórico, donde se consideran conceptos importantes como la bocatoma, sus partes, su función, definimos los diques y finalmente los estudios realizados.

En el capítulo III: Se identifica la metodología de la investigación donde definimos la tipología, variables, la población y muestra, técnicas de investigación, así como también el procesamiento de la información.

Capítulo IV: Comprende el desarrollo de cada estudio con sus respectivos laboratorios, así como también los resultados de la investigación.

Capítulo V: Las conclusiones de la investigación.

Capítulo VI: Las discusiones, conclusiones y recomendaciones de la investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
INTRODUCCIÓN	vii
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1. Descripción del problema	1
1.2. Formulación del Problema	5
1.2.1. Problemas Secundarios	
1.3. Objetivos	6
1.3.1. Objetivo General	
1.3.2. Objetivos Específicos	
1.4. Justificación e Importancia de la investigación	7
1.5. Alcances y Limitaciones	
1.6. Viabilidad de la investigación	8
1.6.1. Viabilidad técnica	
1.6.2. Viabilidad económica	
1.6.3. Viabilidad social	9
1.7. Impacto Potencial de la Investigación	
1.7.1. Impacto Teórico	
1.7.2. Impacto Práctico	
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	
2.1. Antecedentes de Investigación	10
2.1.1. Antecedentes Internacionales	
2.1.2. Antecedentes nacionales	16
2.2. Bases Teóricas	23
2.2.1. El fenómeno del niño	
2.2.2. Vulnerabilidad frente a grandes eventos hidrológicos.	25
2.2.3. La bocatoma	27
2.2.4. Estudios Topográficos	33
2.2.5. Estudio Hidrológico	39
2.2.6. Estudio Geotécnico	49
2.2.7. Estudio Hidráulico	57
2.2.8. Diques	61
2.3. Definición de términos básicos	64

2.4.	Hipótesis	67
2.4.1.	Hipótesis general	
2.4.2.	Hipótesis específicas	
CAPÍTULO III METODOLOGÍA		
3.1.	Diseño Metodológico	68
3.1.1.	Tipo de investigación	
3.1.2.	Nivel de investigación	69
3.1.3.	Diseño de investigación	
3.2.	Variables	70
3.2.1.	Variable independiente	
3.2.2.	Variable dependiente	
3.3.	Cuadro de variables	71
3.4.	Población y muestra	72
3.4.1.	Población	
3.4.2.	Muestra del estudio	74
3.5.	Técnicas de investigación	
3.6.	Instrumentos de recolección de datos	75
3.7.	Procesamiento de datos	77
CAPÍTULO IV DESARROLLO		
4.1.	Estudios topográficos	78
4.1.1.	Ubicación política	80
4.1.2.	Ubicación geográfica	
4.1.3.	Secciones transversales	
4.1.4.	Sección Longitudinal	81
4.2.	Estudios Hidrológicos	82
4.2.1.	Delimitación de cuenca	
4.2.2.	Precipitaciones máximas anuales por cuenca	84
4.2.3.	Cálculo de tiempos de retorno mediante el Software <u>Hayfran</u>	93
4.2.4.	Procedimientos en el Software HEC-HMS	100
4.3.	Estudios geotécnicos	110
4.3.1.	Lugar de extracción de las muestras de calicatas	
4.3.2.	Excavación de calicatas	111
4.3.3.	Elaboración del laboratorio de suelos	113
4.4.	Modelamiento hidráulico	124

4.4.1.	Procedimientos en el Software ArcGIS	
4.4.2.	Procedimientos en el Software HEC- RAS	133
CAPÍTULO V RESULTADOS		
5.1.	Estudio topográfico.	139
5.1.1.	Secciones transversales.	140
5.1.2.	Sección Longitudinal	153
5.2.	Estudios hidrológicos	
5.2.1.	Precipitación para un tiempo de retorno (Tr=100años)	
5.2.2.	Precipitación para un tiempo de retorno (Tr=500años)	154
5.2.3.	Resultados en el software HEC – HMS	155
5.3.	Estudios geotécnicos	159
5.3.1.	Ensayo de corte directo ASTM D3080	
5.3.2.	Ensayo de análisis granulométrico ASTM D6913 y clasificación SUCS ASTM D2487	164
5.3.3.	Ensayo de Contenido de humedad ASTM D2216	173
5.3.4.	Ensayo de Gravedad Especifica ASTM D854	175
5.4.	Estudios hidráulicos	177
5.4.1.	Resultados en el software HEC – RAS	
CAPÍTULO VI DISCUSIÓN DE RESULTADOS		
6.1.	Discusión de resultados	193
CONCLUSIONES		195
RECOMENDACIONES		196
ANEXOS		197
PANEL FOTOGRÁFICO		264
FUENTES DE INFORMACIÓN		273

ÍNDICE DE GRÁFICOS

FIGURAS	Página
Figura 1: Formación de brazos en el margen derecho aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial-Cañete.	2
Figura 2: Propuesta de encauzamiento con diques aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial.	2
Figura 3: Formación de brazo tramo aguas arriba de la bocatoma (vista aguas abajo).	3
Figura 4: Formación de brazo tramo aguas arriba de la bocatoma - Cañete (vista aguas abajo).	3
Figura 5: Diagrama Ishikawa (encuesta a especialistas).	4
Figura 6: Defensa de enrocado.	11
Figura 7: Defensa de conglomerado fluvial.	11
Figura 8: Gavión tipos cajón y gavión tipo colchón.	12
Figura 9: Pantallas de concreto armado.	12
Figura 10: Sección transversal y frontal de la pantalla.	13
Figura 11: Datos obtenidos mediante el software River.	15
Figura 12: Registro de Caudales Máximos Anuales de la Estación de aforo Monsefú.	19
Figura 13: Resultado de la sección del río mediante el uso del Software H-Canales método Manning.	20
Figura 14: Perspectiva en 3D de la simulación del río Cañete en el Puente Socsi.	21
Figura 15: Sección típica de espigón.	22
Figura 16: Incremento de temperatura superficial del mar.	23
Figura 17: Manifestaciones del Fenómeno del Niño en el Perú.	24
Figura 18: Impactos del fenómeno del niño en el Perú.	25
Figura 19: Descolmatación del río Tumbes (2015).	26
Figura 20: Partes de una bocatoma convencional.	32
Figura 21: Prisma Leica Gpr11.	34
Figura 22: Estación Total, Leica, Modelo TS 07 R500 de 5".	34
Figura 23: Prisma y el radio de comunicaciones.	35
Figura 24: Río Cañete tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial.	36
Figura 25: Levantamiento topográfico.	37

	Página
Figura 26: Fijando puntos topográficos.	38
Figura 27: Delimitación de la cuenca.	39
Figura 28: Hidrograma de caudales del río Cañete.	42
Figura 29: Cuadro de caudales máximos 1968 – 2017.	42
Figura 30: Parámetro estadístico de Prueba Chi cuadrado (x^2).	44
Figura 31: Polígono de Thiessen.	45
Figura 32: Coeficiente de rugosidad para cuencas y canales.	48
Figura 33: Tormenta de diseño para 24 horas.	49
Figura 34: Retroexcavadora marca CAT 416F2.	50
Figura 35: Excavación de calicatas.	50
Figura 36: Recolección e identificación de muestras.	51
Figura 37: Separación de componentes finos y gruesos.	53
Figura 38: Gráfico de clasificación de duelos finos.	55
Figura 39: Clasificación de suelos finos y orgánicos.	55
Figura 40: Clasificación de suelos gruesos.	56
Figura 41: Método Terzaghia.	57
Figura 42: Fórmula de Manning en cauce.	58
Figura 43: Proceso de desarrollo del software HEC-RAS.	59
Figura 44: Principales partes de un dique.	61
Figura 45: Diques enrocados.	62
Figura 46: Gaviones.	63
Figura 47: Muros por gravedad.	63
Figura 48: Punto de extracción de muestras de suelo y levantamiento topográfico.	72
Figura 49: Ubicación del distrito Nuevo Imperial.	73
Figura 50: Recorrido y distancia desde Lima hasta lugar de investigación.	73
Figura 51: Mapa de la cuenca del río Cañete.	74
Figura 52: Área del proyecto (Lev. Topográfico).	78
Figura 53: Proceso de levantamiento de puntos topográfico sobre estructura de la bocatoma Nueva Imperial - Cañete.	79

	Página
Figura 54: Proceso de levantamiento de puntos topográfico sobre barraje móvil de la bocatoma Nueva Imperial - Cañete.	79
Figura 55: Proceso de levantamiento de la sección transversal del río Cañete.	81
Figura 56: Proceso de levantamiento de la sección longitudinal del río Cañete.	81
Figura 57: DEM de la cuenca del río Cañete.	82
Figura 58: Delimitación de la cuenca del río Cañete.	83
Figura 59: Estaciones en la cuenca del río Cañete.	84
Figura 60: Procedimiento en software Hyfran (Descripción).	94
Figura 61: Procedimiento en software Hyfran (Ingreso de data).	95
Figura 62: Procedimiento en software Hyfran (corroboración).	95
Figura 63: Procedimiento en software Hyfran (Grafica).	96
Figura 64: Procedimiento en software Hyfran (mejor p-value).	97
Figura 65: Procedimiento en software Hyfran (función descartada).	97
Figura 66: Procedimiento en software Hyfran (función descartada).	98
Figura 67: Procedimiento en software Hyfran (Tr=100 y Tr=500 método Gumbel).	98
Figura 68: Procedimiento en software Hyfran (grafica Gumbel).	99
Figura 69: Creación de nuevo proyecto en software HEC-HMS.	100
Figura 70: Creación de nuevo modelo básico en software HEC-HMS.	100
Figura 71: Importación de archivo para generar subcuencas en HEC-HMS.	101
Figura 72: Cuenca del río Cañete luego de generar subcuencas en HEC-HMS.	101
Figura 73: Herramientas Subbasin Creation Tool y Junction Creation Tool.	102
Figura 74: Unión de subcuencas a través de la confluencia (formación de río).	102
Figura 75: Introducción de las áreas calculadas en cada subcuenca.	104
Figura 76: Creación de las estaciones meteorológicas en el software HEC-HMS.	105
Figura 77: Procedimiento para agregar las estaciones meteorológicas de la Cuenca del río cañete (HEC-HMS).	105

	Página
Figura 78: Intervalo de tiempo y unidades de la estación Carania (HEC-HMS).	106
Figura 79: Intervalo de tiempo un día (24h) (HEC-HMS).	107
Figura 80: Tabla de tormenta de diseño 24h (HEC-HMS).	107
Figura 81: Gráfica de las precipitaciones en el HEC-HMS.	108
Figura 82: Pesos insertados en la subcuenca 0 en el HEC-HMS.	108
Figura 83: Creación de Control Specifications Manager en HEC-HMS.	109
Figura 84: Fecha y hora de inicio y final de precipitaciones en el HEC-HMS.	109
Figura 85: Fecha y hora de inicio y final de precipitaciones en el HEC-HMS.	109
Figura 86: Inicio de simulación en el software HEC-HMS.	110
Figura 87: Lugar de extracción de calicatas.	111
Figura 88: Excavación de calicata N°1.	112
Figura 89: Excavación de calicata N°2.	112
Figura 90: Excavación de calicata N°3.	113
Figura 91: Inspección de muestras de calicatas (Instalaciones Geodátum Ingeniería).	113
Figura 92: Caja de corte directo.	114
Figura 93: Equipo de Corte Directo marca Perú Test modelo PT-CD-500.	115
Figura 94: Muestras recogidas de calicatas.	116
Figura 95: Set de tamices utilizados para el ensayo de granulometría.	116
Figura 96: Balanza utilizado para el ensayo de granulometría.	117
Figura 97: Horno utilizado para el ensayo de granulometría.	117
Figura 98: Preparación de la muestra se suelos.	118
Figura 99: Lavado de la muestra en el tamiz N°200.	118
Figura 100: Proceso de tamizado de fracción gruesa.	119
Figura 101: Proceso de tamizado de fracción fina.	119
Figura 102: Análisis granulométrico de la fracción fina.	120
Figura 103: Horno para secado de muestra contenido de humedad.	121
Figura 104: Preparación de la muestra para determinar su peso específico.	122

	Página
Figura 105: Secado de muestra en Horno ensayo de peso específico.	122
Figura 106: Ensayo de Peso específico del material Retenido en el tamiz N°04.	123
Figura 107: Determinación de la Gravedad Especifica del Suelo.	123
Figura 108: Delimitación de las subcuencas del río Cañete en el software ArcGIS.	124
Figura 109: Importación de las estaciones meteorológicas al ArcGIS.	125
Figura 110: Modificación De las estaciones (Display XY Data).	126
Figura 111: Estaciones meteorológicas cargadas en la cuenca del río Cañete.	127
Figura 112: Creación del Polígono Thiessen.	127
Figura 113: Polígono Thiessen.	128
Figura 114: Polígono Thiessen delimitado.	129
Figura 115: Gráfica del tiempo de concentración en las subcuencas del río Cañete.	131
Figura 116: Configuración de las unidades al sistema International en HEC-RAS.	133
Figura 117: Creación de proyecto en el software HEC-RAS.	133
Figura 118: Creación de nuevos datos geométricos HEC-RAS.	134
Figura 119: Longitud del eje río Cañete en el HEC-RAS.	134
Figura 120: Introducción de las secciones transversales.	135
Figura 121: Valores tomados para el modelamiento en HEC-RAS.	135
Figura 122: Dimensiones para la representación de la bocatoma.	136
Figura 123: Representación de la bocatoma abierto.	136
Figura 124: Perfil del cauce.	137
Figura 125: Representación de los diques.	137
Figura 126: Diseño del dique en el HEC-RAS.	138
Figura 127: Estructura de los diques en HEC-RAS.	138
Figura 128: Representación gráfica del tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial - Cañete (AutoCAD Civil 3D).	139
Figura 129: Sección río Cañete progresiva 0+000 (AutoCAD Civil).	140
Figura 130: Sección río Cañete progresiva 0+024 (AutoCAD Civil).	140
Figura 131: Representación gráfica del perfil longitudinal río Cañete (AutoCAD Civil 3D).	153

	Página
Figura 132: Resultados caudal de diseño para un $tr= 100$ de años.	155
Figura 133: Gráfica de resultados para un $Tr=100$ años de retorno.	155
Figura 134: Resultados para un $Tr=100$ años de retorno para 24 horas.	156
Figura 135: Resultados caudal de diseño para un $tr= 500$ de años.	157
Figura 136: Gráfica de resultados para un $Tr=500$ años de retorno.	157
Figura 137: Resultados para un $Tr=500$ años de retorno para 24 horas.	158
Figura 138: Curva de la Deformación Tangencial vs. Esfuerzo de Corte.	163
Figura 139: Curva del Esfuerzo Normal vs. Esfuerzo Corte.	163
Figura 140: Curva Granulométrica – Calicata N° 1.	165
Figura 141: Distribución del material según el material retenido C-1.	165
Figura 142: Curva Granulométrica – Calicata N° 2.	168
Figura 143: Distribución del material según el material retenido C-2.	168
Figura 144: Curva Granulométrico – Calicata N° 3.	171
Figura 145: Distribución del material según el material retenido C-3.	171
Figura 146: Resultados de perfil para un $Tr=100$ años de retorno.	177
Figura 147: Resultados para un $Tr=500$ años de retorno.	177
Figura 148: Perfil y altura de cauce.	178
Figura 149: Cálculo de socavación mediante la fórmula de Keller.	179
Figura 150: Coeficiente en función al máx. descarga.	183
Figura 151: Modelamiento del diseño del dique.	184
Figura 152: Perfil de dique de encauzamiento tramo aguas arriba.	185
Figura 153: Perfil de dique de encauzamiento margen derecho.	186
Figura 154: Perfil de dique de encauzamiento margen izquierdo.	187
Figura 155: Modelamiento del diseño del dique.	188
Figura 156: Fórmula de diámetro nominal de enrocado.	188
Figura 157: Predimensionamiento de dique tipo enrocado para el encauzamiento tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial.	190
Figura 158: Predimensionamiento de muro de encauzamiento a los lados de la bocatoma Nueva Imperial.	191
Figura 159: Predimensionamiento de muro de encauzamiento para los lados de la bocatoma Nueva Imperial.	192

TABLAS	Página
Tabla 1: Estaciones Pluviométricas de la cuenca del río Cañete.	40
Tabla 2: Periodos de retorno para estructuras menores (recomendado).	41
Tabla 3: Ensayos de Laboratorio.	52
Tabla 4: Tabla de numeración y abertura de tamices.	53
Tabla 5: Operacionalización de variable.	71
Tabla 6: Ubicación política de la bocatoma nueva imperial.	80
Tabla 7: Coordenadas UTM y altitud (GARMIN GPS MAP 78s 0112373).	80
Tabla 8: Registro de estaciones meteorológicas tomadas en la cuenca del río Cañete.	85
Tabla 9: Precipitaciones máximas anual Huantan del año 1965 a 1990.	85
Tabla 10: Precipitaciones máximas anual Socsi del año 2004 a 2018.	86
Tabla 11: Precipitaciones máximas anual Nicolás Franco del 2004 a 2007.	86
Tabla 12: Precipitaciones máximas anual Pacarán del año 1964 a 2018.	87
Tabla 13: Precipitaciones máximas anual Picamarán del año 1969 a 1971.	87
Tabla 14: Precipitaciones máximas anual Huangascar del año 1963 a 2018.	88
Tabla 15: Precipitación máxima anual Catahuasi del año 1963 a 1969.	88
Tabla 16: Precipitación máxima anual Colonia del año 1963 a 1988.	89
Tabla 17: Precipitación máxima anual Yauyos del año 1963 a 2018.	89
Tabla 18: Precipitación máxima anual Huantan del año 1965 a 1990.	90
Tabla 19: Precipitación máxima anual Carania del 1963 a 2018.	90
Tabla 20: Precipitación máxima anual Yauricocha del año 1986 a 2018.	91
Tabla 21: Precipitación máxima anual Tomas del año 1981 a 1989.	91
Tabla 22: Precipitación máxima anual Vilca del año 1963 a 2018.	91
Tabla 23: Precipitación máxima anual Tanta del año 1963 a 2018.	92
Tabla 24: Estaciones meteorológicas con poco registro (verde).	93
Tabla 25: Resumen métodos Hyfran estación Huangascar.	99

	Página
Tabla 26: Perímetros y Áreas de subcuencas (ArcGis).	103
Tabla 27: Ubicación en coordenadas de calicatas.	111
Tabla 28: Resumen de las calicatas extraídas del suelo de la zona de estudio.	111
Tabla 29: Conversión de coordenadas geográficas a coordenadas UTM.	125
Tabla 30: Cálculo del Peso de cada subcuenca según su área (%).	130
Tabla 31: Cálculo del Tiempo de Concentración Acumulado.	130
Tabla 32: Determinación del Tiempo de Concentración en las subcuencas del río Cañete.	132
Tabla 33: Determinación Lag time (Tlag).	132
Tabla 34: Tiempo de retorno 100 años Hyfran (Estaciones).	154
Tabla 35: Tiempo de retorno 500 años Hyfran (Estaciones).	154
Tabla 36: Descripción del espécimen 1.	159
Tabla 37: Resultados del ensayo de corte directo del espécimen 1.	160
Tabla 38: Descripción del espécimen 2.	160
Tabla 39: Resultados del ensayo de corte directo del espécimen 2.	161
Tabla 40: Descripción del espécimen 3.	161
Tabla 41: Resultados del ensayo de corte directo del espécimen 3.	162
Tabla 42: Análisis Granulométrico – Calicata N° 1.	164
Tabla 43: Corrección de suelo húmedo – Calicata N° 1.	165
Tabla 44: Distribución de los porcentajes del suelo seco – Calicata N°1.	166
Tabla 45: Porcentaje de suelo seco con fines de clasificación – Calicata N° 1.	166
Tabla 46: Análisis Granulométrico – Calicata N° 2.	167
Tabla 47: Corrección de suelo húmedo – Calicata N° 2.	168
Tabla 48: Distribución de los porcentajes del suelo seco – Calicata N°2.	169
Tabla 49: Porcentaje de suelo seco con fines de clasificación – Calicata N° 2.	169
Tabla 50: Análisis Granulométrico – Calicata N° 3.	170
Tabla 51: Corrección de suelo húmedo – Calicata N° 3.	171

	Página
Tabla 52: Distribución de los porcentajes del suelo seco – Calicata N°3.	172
Tabla 53: Porcentaje de suelo seco con fines de clasificación – Calicata N° 3.	172
Tabla 54: Contenido de Humedad – Calicata N° 1.	173
Tabla 55: Contenido de Humedad – Calicata N° 2.	173
Tabla 56: Contenido de Humedad – Calicata N° 3.	174
Tabla 57: Procedimientos en ensayo de gravedad específica – Calicata N°1.	175
Tabla 58: Especificaciones gravedad específica de los sólidos – Calicata N° 1.	175
Tabla 59: Gravedad específica corregida – Calicata N°1.	176
Tabla 60: Altura de agua y altura de tirante crítico.	178
Tabla 61: Cálculo de la altura de socavación (Y2).	180
Tabla 62: Cálculo de altura de socavación.	182
Tabla 63: Altura de dique para el tramo aguas arriba de la bocatoma.	185
Tabla 64: Altura de muro de encauzamiento del margen derecho de la bocatoma.	186
Tabla 65: Altura de muro de encauzamiento del margen izquierdo de la bocatoma.	187

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

El valle del río Cañete donde se encuentra la bocatoma Nuevo Imperial - Cañete está ubicado a 150 km. Al sur de Lima con una extensión de 18.11 hectáreas y una altitud de los 400 m.s.n.m. Esta zona se caracteriza por la poca presencia de precipitaciones lo cual no permite el desarrollo de vegetación muchos sectores. En consecuencia, en el año de 1922 se desarrolló el proyecto de hidrológica bocatoma Nuevo Imperial en el cauce del río Cañete el cual permite un aprovechamiento hidráulico que beneficia a más de 15 pueblos con agua potable e irriga a 8 mil hectáreas de terrenos agrícolas y ganaderos, con una frontera agrícola explotable de 1500 hectáreas.

Los problemas en la bocatoma Nuevo Imperial se producen en las grandes avenidas, el río se desborda ocasionando cambios en su recorrido (brazos o desvíos) que ocasionan que en la temporada de estiaje no haya un buen caudal de captación y quede en seco; por lo tanto, se tenga que gastar anualmente en mantenimiento de encauzar aguas arriba de la bocatoma.

También otro problema presente en la bocatoma ocurre cuando se produce el Fenómeno del Niño el cual transporta grandes cantidades de sólidos y sedimentos que no pueden ser eliminados por el barraje móvil ya que no existe un caudal suficiente que arrastre todo ese material, generando una carga sobre toda la estructura el cual pone en vulnerabilidad la estructura.

Por lo que se optó por diseñar el modelamiento hidráulico para determinar el predimensionamiento de diques de encauzamiento en el tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial - Cañete, este diseño se realizará con los programas HEC-RAS y HEC- HMS. Estos programas de modelamiento nos permitirán determinar las áreas inundables y la altura del dique, por ende, el predimensionamiento y diseño para encauzar el tramo en estudio.

Este proyecto permitirá mejorar el aprovechamiento hidráulico de las aguas del río Cañete el cual contribuirá en un mejor manejo y mantenimiento de la bocatoma Nueva Imperial.

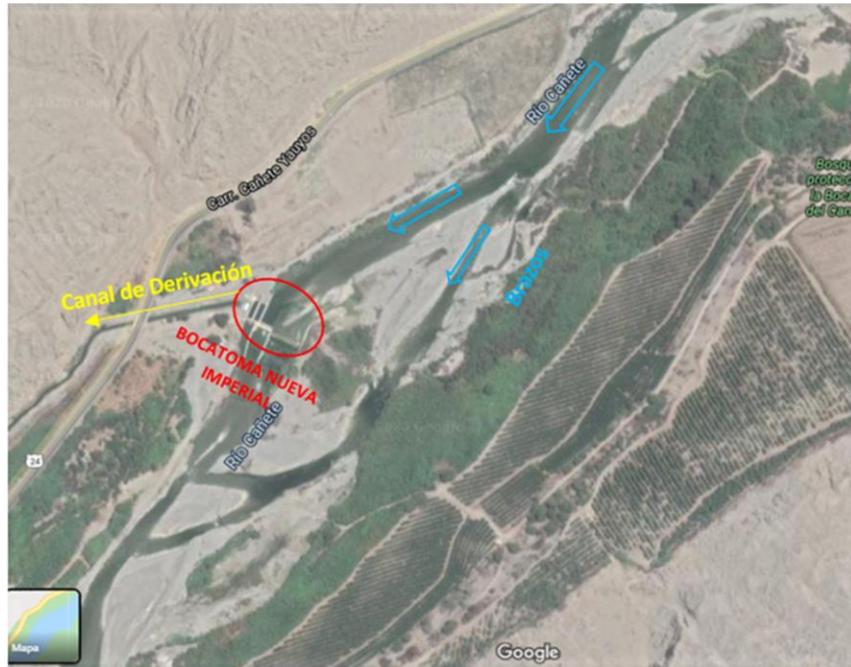


Figura 1: Formación de brazos en el margen derecho aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial-Cañete.

Fuente: Programa Google Earth Pro



Figura 2: Propuesta de encauzamiento con diques aguas arriba de bocatoma Nueva Imperial.

Fuente: Programa Google Earth Pro.



Figura 3: Formación de brazo tramo aguas arriba de la bocatoma (vista aguas abajo).

Fuente: Los autores.

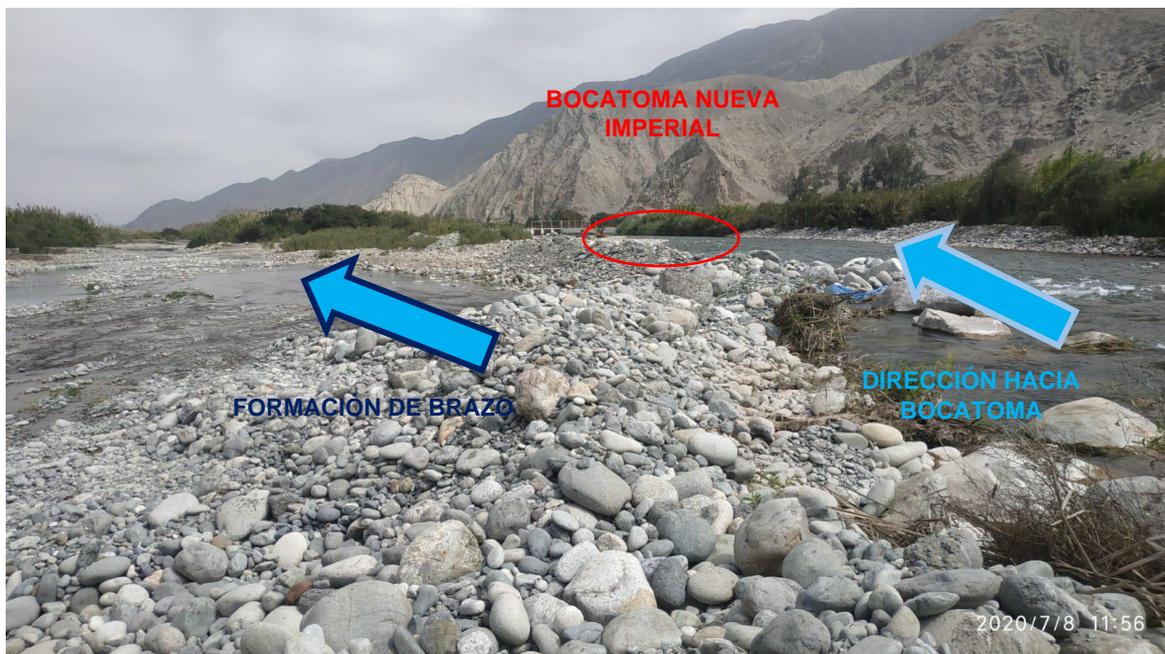


Figura 4: Formación de brazo tramo aguas arriba de la bocatoma (vista aguas abajo).

Fuente: Los autores.

Definición del Problema

Los grandes eventos hidrológicos producidos en la cuenca del río Cañete traen consigo diferentes problemas hidráulicos, el principal fenómeno que afecta esta zona es el Fenómeno del Niño donde ocurren grandes descargas extraordinarias que están acompañadas de sólidos y producen alteraciones fluviomorfológicas como sedimentación, erosión, cambios en su recorrido del cauce del río Cañete. Es por ello que mediante la recopilación y levantamiento de información de campo nos permitirá realizar el modelamiento con ayuda de los programas HEC-RAS y HEC-HMS podremos simular el comportamiento del cauce del río Cañete con el objetivo de calcular la altura del dique y su predimensionamiento para el encauzamiento en el río Cañete tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial - Cañete.

Para complementar nuestra investigación se realizó una encuesta a especialistas con experiencia en proyectos hidrológicos e hidráulicos, del cual pudimos definir la problemática de nuestra investigación empleando la herramienta del diagrama de Ishikawa.

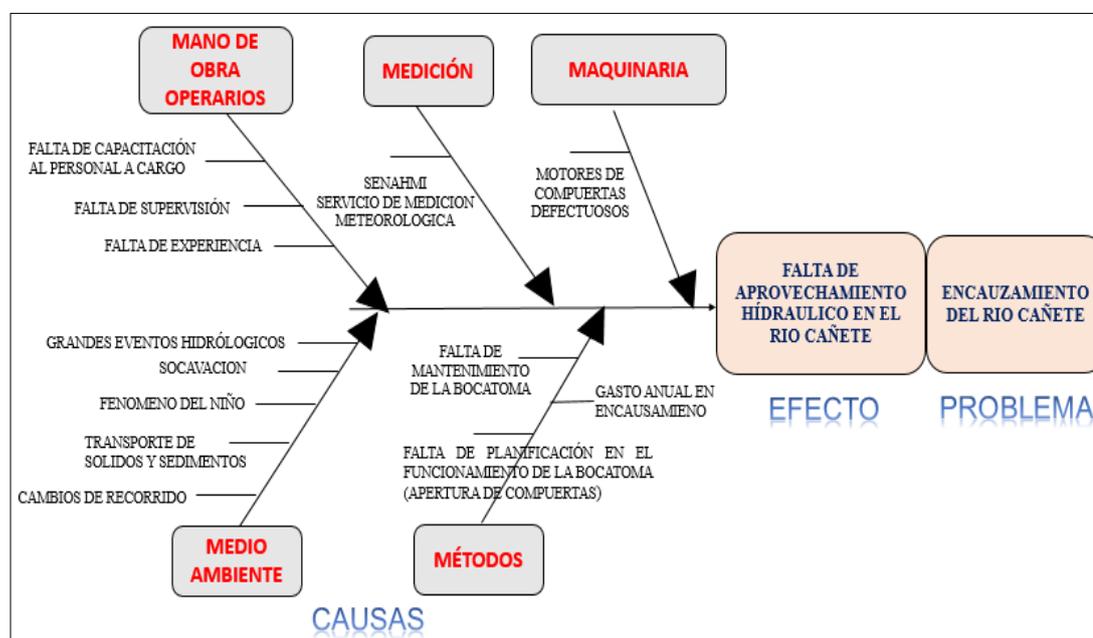


Figura 5: Diagrama Ishikawa (encuesta a especialistas).

Fuente: Los autores.

1.2. Formulación del Problema

¿En qué medida incide el modelamiento hidráulico para la determinación del predimensionamiento de diques de encauzamiento en el río Cañete tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial-Cañete?

1.2.1. Problemas Secundarios

- ¿En qué medida **incide el estudio topográfico** en el modelamiento hidráulico para determinar el predimensionamiento de diques de encauzamiento de la bocatoma Nueva Imperial-Cañete?
- ¿En qué medida **incide el estudio hidrológico** en el modelamiento hidráulico para determinar el predimensionamiento de diques de encauzamiento de la bocatoma Nueva Imperial-Cañete?
- ¿En qué medida **incide el estudio geotécnico** en el modelamiento hidráulico para determinar el predimensionamiento de diques de encauzamiento de la bocatoma Nueva Imperial-Cañete?
- ¿En qué medida **incide el estudio hidráulico** en el modelamiento hidráulico para determinar el predimensionamiento de diques de encauzamiento de la bocatoma Nueva Imperial-Cañete?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Desarrollar el modelamiento hidráulico para determinar el predimensionamiento de diques de encauzamiento en el río Cañete tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial- Cañete.

1.3.2. Objetivos Específicos

- **Realizar el estudio topográfico** para determinar el predimensionamiento de diques de encauzamiento en el río Cañete tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial- Cañete.
- **Realizar el estudio hidrológico** para determinar el predimensionamiento de diques de encauzamiento en el río Cañete tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial- Cañete.
- **Realizar el estudio geotécnico** para determinar el predimensionamiento de diques de encauzamiento en el río Cañete tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial- Cañete.
- **Realizar el estudio hidráulico** para determinar el predimensionamiento de diques de encauzamiento en el río Cañete tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial- Cañete.

1.4. Justificación e Importancia de la investigación

La presente tesis tiene como finalidad proponer el predimensionamiento de diques de encauzamiento el cual permitirá mejorar el aprovechamiento hidráulico a través del caudal de capitación en la bocatoma este encauzamiento se realizará en el tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial para este objetivo se realizó diferentes estudios como estudios de topográficos, hidráulicos y geológico los cuales fueron modelados con las herramientas de HEC-RAS Y HEC-HMS para obtener la altura de los diques y poder diseñar el predimensionamiento del dique que encauzará dicho tramo.

El presente proyecto beneficiará a más de 15 pueblos (aprox. 150 000 hab.) en la región Cañete con agua potable y permitirá la irrigación de más de 8000 hectáreas de cultivo, ganadería con una frontera agrícola expandible de 1500 hectáreas de cultivo.

1.5. Alcances y Limitaciones

En la presente investigación se explora el modelamiento hidráulico con las herramientas y software, HEC RAS Y HEC HMS para realizar el modelamiento se necesita conocer la información para introducir y calcularlas en el software. Esta información se obtendrá realizando los estudios topográficos, hidrológicos, geotécnicos e hidráulicos; se analizará y procesará data estadística, finalmente se realizarán ensayos en laboratorio para obtener resultados toda esta información recabada nos permitirá calcular el diseño del predimensionamiento de diques de encauzamiento del río cañete tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial - Cañete.

Entre las limitaciones encontradas está la información de las precipitaciones que en parte no se encuentra actualizada en el banco del Instituto Nacional de Estadística, Autoridad Nacional del Agua y Senamhi, lo cual dificulta el procesamiento de información.

Por otro lado, se encontró dificultad para obtener información de la bocatoma Nueva Imperial por parte de la administración de la junta de usuarios en san Vicente Cañete, finalmente se encontró dificultad para la movilización y realización de los estudios correspondientes ya que se tiene que viajar constantemente a la zona para realizar y efectuar seguimiento a los estudios correspondientes.

1.6. Viabilidad de la investigación

1.6.1. Viabilidad técnica

La presente investigación del proyecto de encauzamiento del río Cañete tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial - Cañete cuenta con información de fuentes científicas como por ejemplo libros, revistas, tesis de investigación con relación a nuestro tema en diferentes universidades nacionales e internacionales. También se realizaron los modelamientos con el empleo del software HEC-RAS y HEC-HMS que introduciendo la información de los estudios realizados nos permitirá obtener el predimensionamiento del diseño del dique. Además, para la realización de los diferentes estudios como por ejemplo topográficos y geotécnicos contaremos con el asesoramiento de personal calificado, asimismo se utilizará el laboratorio de la empresa Geodatúm en los diferentes ensayos que sean necesarios, por último, mencionar a nuestro asesor que con su experiencia en el campo hidráulico e hidrológico complementará el desarrollo de nuestra investigación.

1.6.2. Viabilidad económica

El financiamiento económico de la presente investigación de tesis fue asumido completamente por los autores, tanto en la parte de los diferentes estudios, laboratorios, asesoramiento y en la parte de material, en el ámbito de los laboratorios de suelos se realizaron con el asesoramiento de la empresa Geodatúm por la prestación de sus instalaciones para la realización de los ensayos correspondientes.

1.6.3. Viabilidad social

Esta investigación es una contribución a la sociedad y de ser ejecutado por el estado peruano de la mano con la administración de bocatoma sería un beneficio para la población de más de 15 pueblos de la región Cañete, además todos los estudios y ensayos realizados In Situ en la bocatoma fue con conocimiento de la administración de la bocatoma Nueva Imperial - Cañete llegando al acuerdo de cuando se termine la investigación se le entregara una copia de los resultados para ser analizados por la administración de la bocatoma.

1.7. Impacto Potencial de la Investigación

1.7.1. Impacto Teórico

Esta investigación aportará información de los diferentes estudios que se realizaron en la zona de acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio y en el modelamiento, además se aportará nuevos conocimientos, ya que no se han realizado estudios en dicho tramo, asimismo, determinaremos el predimensionamiento de los diques de encauzamiento, dejando las bases y estudios para las futuras investigaciones. Además, se identificaron algunos estudios realizados en América Latina principalmente en América del Sur debido a la geografía parecida que presenta.

1.7.2. Impacto Práctico

El desarrollo de la investigación beneficiará a los pobladores de la localidad de Nueva Imperial, además permitirá un mejor aprovechamiento hidráulico que beneficiara a los terrenos de cultivo de 8 mil Hec y una frontera agrícola de 1.5 Hec; También permitirá proteger la estructura de la bocatoma ante las grandes avenidas y esta no quede vulnerable ante los fenómenos hidrológicos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de Investigación

Según las búsquedas realizadas se citarán las tesis de los siguientes ingenieros Espinoza Ruiz & Torres Sandoval, Otiniano Arribasplata & Cielo Saldaña, Loayza Rivas & Benites Chero y Flores Apaza como antecedentes nacionales asimismo Rojas Montalvo y Lucio Alonso como antecedentes Internacionales, los cuales sirvieron de mucha ayuda brindando información para desarrollar esta investigación.

2.1.1. Antecedentes Internacionales

- a. *Linco Olave, (2015) Diseño de Defensas Fluviales Río Cruce en San José de la Mariquina, Valdivia – Chile, de la Universidad Austral de Chile.*

Según la tesis citada, presenta escenarios al que se enfrentaría el río Cruces ante una crecida, determinando a la vez amenazas de inundaciones o desbordes del río, obras públicas, entre otros. El propósito de la tesis es plantear alternativas de defensas fluviales, para la cual se realizaron estudios de campo como estudios hidrológicos, levantamiento topobatemétricos, granulometría y registros históricos.

Según los estudios se obtuvo que la topografía es casi plana con 1 a 3% de pendiente, además se hizo una proyección de caudales con el software HEC RAS para los periodos de retorno para 5, 10, 25, 50, 100 y 200 años las cuales tuvo como resultado 815.9 m³/s, 905.7 m³/s, 1001.4 m³/s, 1001.4 m³/s, 1118.8 m³/s y 1169.7 m³/s respectivamente.

Para las alternativas de defensas se propuso 2 diseños de defensa tales como la de coraza de enrocado que debería de tener un diámetro nominal de entre 400 a 500 mm y un peso de 200kg y por otro lado la otra alternativa es conglomerado fluvial (D25%= 21mm).

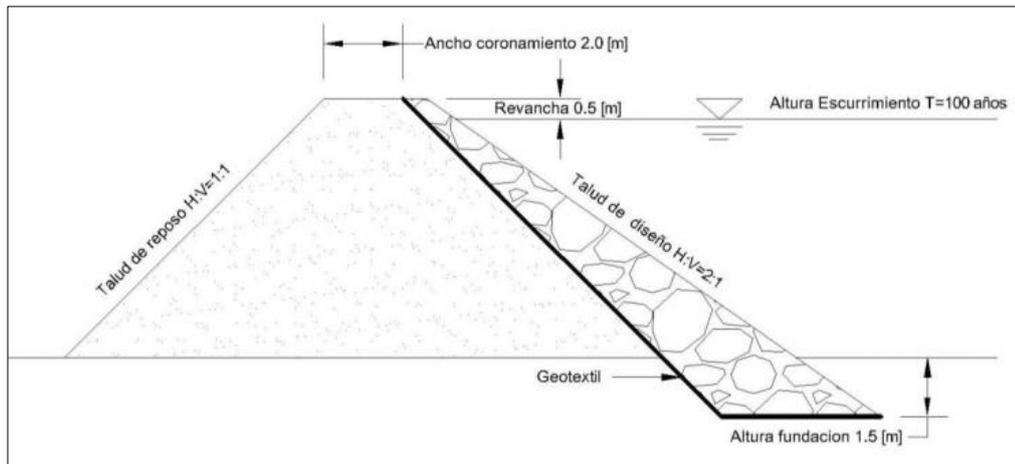


Figura 6: Defensa de enrocado.

Fuente: Linco, N. Diseño de defensas fluviales río Cruces en San José de la Mariquina, Universidad Austral de Chile, pág. 80 (2015).

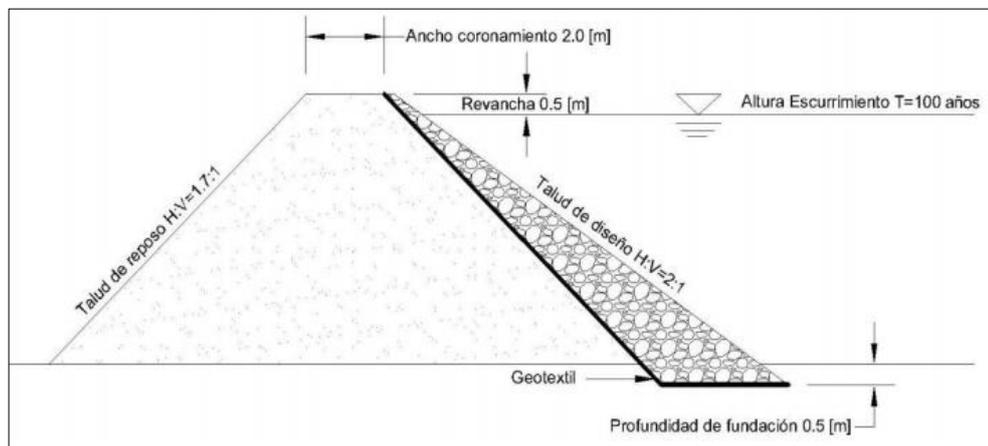


Figura 7: Defensa de conglomerado fluvial.

Fuente: Linco, N. Diseño de defensas fluviales río Cruces en San José de la Mariquina, Universidad Austral de Chile, pág. 81 (2015).

- b. *Elioska Galanton & Licett Romero, (2007) Descripción de las defensas ribereñas, Barcelona – Venezuela, de la Universidad de Oriente.*

Según la tesis citada las defensas ribereñas son estructuras diseñadas y construidas a los lados de los ríos para proteger a la ciudadanía o áreas de cultivo ante alguna crecida o avenida. Para la elaboración de las defensas ribereñas se realizaron estudios preliminares como: análisis hidrológico, topográfico y geotécnico para que dichas estructuras cumplan

su objetivo eficientemente, además se podría estimar la distancia a la que deben colocar y la altura de estos.

El río Neverí es uno de los ríos más importantes de Venezuela, en temporadas de invierno este río aumenta su caudal exponencialmente pudiendo ocasionar desbordes y provocando daños materiales a la población. El tipo de defensa ribereña dependerá mucho de la ubicación de la zona, para esto se debe resaltar que lo primero sería realizar un estudio hidrológico para determinar caudales máximos, mínimos y de diseño.

En cuanto al tipo de defensas ribereñas la presente tesis nos informa que existen los siguientes:

- Gaviones: Existen 2 tipos de gaviones
 - ❖ Gaviones tipo caja.
 - ❖ Gaviones tipo colchón.

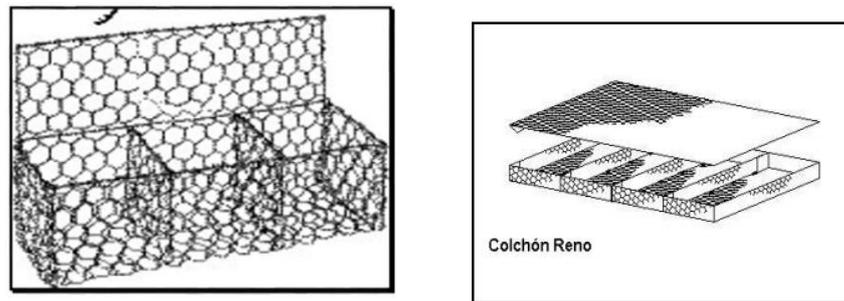


Figura 8: Gavión tipo cajón y gavión tipo colchón.

Fuente: Elioska, M. & Liccett, M. Descripción de las defensas ribereñas, Barcelona – Venezuela, Universidad de Oriente, Pág. 33 (2007).

- Pantallas de Concreto Armado.

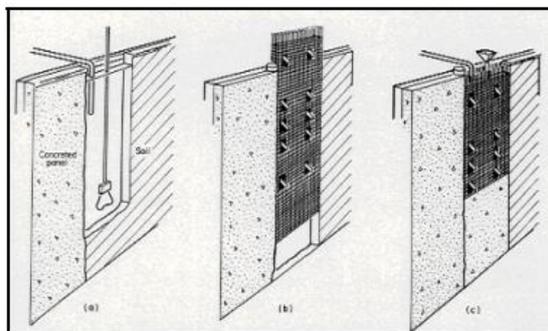


Figura 9: Pantalla de concreto armado.

Fuente: Elioska, M. & Liccett, M. Descripción de las defensas ribereñas, Barcelona – Venezuela, Universidad de Oriente, Pág. 36 (2007).

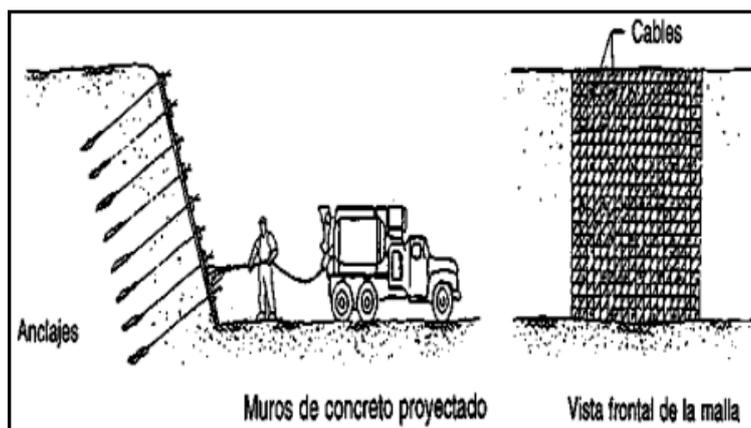


Figura 10: Sección transversal y frontal de la pantalla.

Fuente: Elioska, M. & Liccett, M. Descripción de las defensas ribereñas, Barcelona – Venezuela, Universidad de Oriente, Pág. 36 (2007).

Diques:

- Diques artificiales: Estos diques son construidos mediante la intervención de la mano del hombre, amontonándolos o construidos.
- Diques naturales: Estos diques son originados debido al arrastre del río y depositados a orillas ocasionando la elevación de la ribera.

En conclusión, uno de las defensas ribereñas más apropiada es el muro de gavión ya que cumplen con todas las exigencias establecidas, además puede adecuarse a deformaciones al ponerse en funcionamiento.

c. *Villacreces Cabrera, (2010) Modelaje Hidráulico y aplicación del uso de espigones en una sección curva del río Chiche, Quito – Ecuador, de la Universidad San Francisco de Quito.*

Según la presente tesis el desborde de ríos es un problema constante que afecta a la población y cultivos, además otro de los problemas es la erosión de los taludes de las montañas al borde del río, ya que estos no tienen estructuras de encauzamiento lo cual ocasiona dicho problema.

Para la cual este proyecto se centró en una forma de encauzamiento llamada espigones la cual toma como estudio un encauzamiento en el río Chiche a base de un modelo hidráulico a escala, la cual permitirá entender el funcionamiento de los espigones como estructura de encauzamiento.

Para la realización de este proyecto se tomaron datos de campo como la granulometría, la cual se descartó las partículas mayores a 10cm de diámetro y se tuvo que tomar el diámetro de 35mm o 3.5 cm cuyo pasante es el 50%.

En base a los datos obtenidos de los habitantes se supuso que el ancho del río fue de 15m y con un calado de cauce lleno a 2.1 m, además se buscó alejar 5 metros el río de los taludes de la montaña para así prevenir las erosiones.

Para el cálculo de longitud del trabajo se sabe que las longitudes de los espigones son de 5m, además se utilizó cantos rodados de 10 cm de diámetro. En conclusiones se utilizó 20 espigones de 5m y 4 espigones de 3m.

- d. *Rojas Montalvo, (2014) Bases de Diseño Hidráulico para los Encauzamientos o Canalizaciones de Ríos, Quito – Ecuador, de la Universidad Central del Ecuador.*

La siguiente tesis citada presenta un Diseño Hidráulico para los encauzamientos o canalizaciones de ríos mediante defensas ribereñas en temporadas altas o grandes avenidas.

Mediante los estudios realizado se obtuvo que el caudal es 109 m³/s gracias al software River y un tiempo de retorno de $T_r = 50$ años, asimismo mediante los estudios hidrológicos, hidráulicos, topográficos y geológicos, basados en la normativa existente en el Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC) se pudo deducir y concluir que tipo de defensa ribereña se puede utilizar en cada caso (diques, espigones y enrocados). Además, se utilizó algunos softwares como el HEC-RAS, AutoCAD y Excel para poder desarrollar el proyecto dado. La finalidad del proyecto es encauzar los ríos para una mayor protección a las zonas agrícolas

aledañas al río como también a los pobladores de la zona, en otro caso beneficiar a la población con la creación de bocatomas, puentes u otras estructuras.

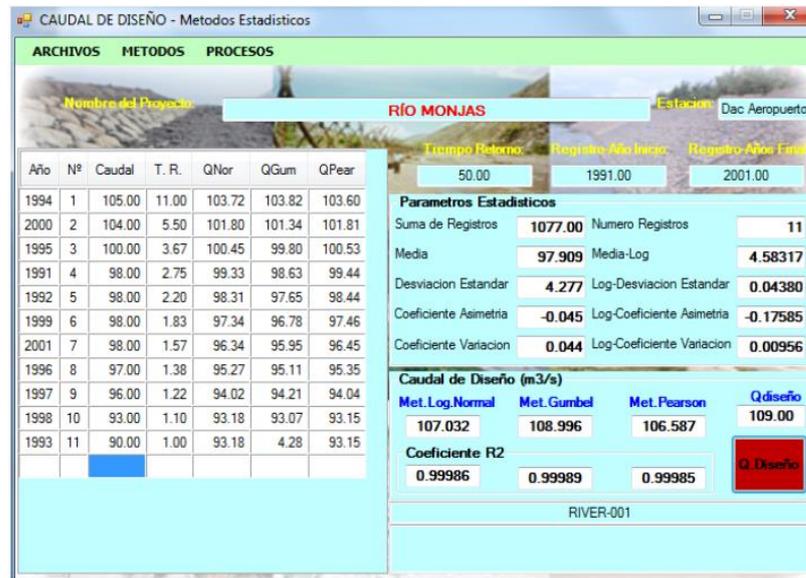


Figura 11: Datos obtenidos mediante el software River

Fuente: Rojas Montalvo, Bases de Diseño Hidráulico para los encauzamiento o canalizaciones de ríos (2014).

- e. *Lucio Alonso, (2017) Rehabilitación Ambiental y Encauzamiento del Río Juan Díaz en la Ciudad de Panamá, de la Universidad Da Coruña.*

Según la siguiente tesis, Juan Díaz está ubicada al sur-este de la ciudad de Panamá con una población aproximada a 100 mil habitantes, además Juan Díaz es un río de aproximadamente 28 Km que está a 700 m.s.n.m y que recibe las aguas de Cerro Azul y San Miguelito. En los últimos años el río ha aumentado su caudal de 10% al 30% que ha ocasionado que los caudales máximos incrementen de manera significativa ocasionando inundaciones y desbordes del río afectando a la población.

Según los estudios hidrológicos e hidráulicos se pudo identificar cuatro presas de gravedad las cuales son: María Prieta N°1 (área de cuenca= 13.47 Km²), Juan Díaz N°2 (área de cuenca= 25.6 Km²), Juan Díaz N°3 (área de cuenca= 34 Km²) y Juan Díaz (área de cuenca=51.1 Km²), las cuales se analizó la capacidad de cada una de las cuencas en un 50%,

75% y 100% de llenado, además en periodos de retornos distintos (T10, T100, T500).

2.1.2. Antecedentes nacionales

- a. *Espinoza Ruiz & Torres Sandoval, (2015) Diseño Hidráulico y Estructural de diques para el encauzamiento del Río Virú entre Zaraqúe y Tomabal, Provincia de Virú – Departamento de la Libertad, de la Universidad Privada Antenor Orrego.*

La citada tesis presenta un diseño hidráulico y estructural de diques para el encauzamiento del Río Virú que beneficiará un área de cultivo que comprende 124 Ha, así mismo protegerá las infraestructuras de riesgos existente en la zona, ubicado en la Provincia de Virú, departamento de La Libertad.

En la presente tesis se analiza el estudio topográfico con el fin de identificar los puntos críticos del río, así mismo se tuvo que dividir las zonas de influencia mediante los badenes existentes en la zona cual se utilizó una pendiente aproximada a 8,5%, además se realizaron estudios hidrológico y estudios de suelos lo cual se obtuvieron los datos hidrológicos para el diseño de diques y permitió conocer el material de la zona. Su finalidad de la investigación es salvaguardar las zonas aledañas debidas al desborde del río por causa de incremento del caudal, así mismo brindar una mejor herramienta para las personas o familias que se dediquen a la agricultura.

Al finalizar la investigación, se llegó a la conclusión que el trabajo es viable, la cual se pudo calcular el caudal máximo que fue de 382.95 m³/s y que gracias a los datos se pudo realizar el diseño hidráulico y estructural de 3 diques para el encauzamiento, debido al impacto positivo que generará el proyecto se recomienda ejecutarlo.

Además, se comprobó que el dique presenta mayor estabilidad ante las cargas aplicadas debido que cumple con el factor de seguridad de volteo $F_v = 3.81 > 2$, al factor de seguridad por asentamiento $q_a = 4.14 \text{ Kg/cm}^2 > a.47 \text{ Kg/cm}^2$ y al desplazamiento $FD = 7.73 > 1.5$, también se pudo

determinar el tirante máximo de avenida (T) y la altura de encauzamiento mediante las siguientes formulas:

$$t = \left(\frac{Q}{K_S * B * S^{1/2}} \right)^{\frac{3}{5}}$$

$$H = t + B_L \quad B_L = \zeta * e$$

$$e = \frac{V^2}{2 * g}$$

Respectivamente, la cual se obtuvo como resultado T = 1.31m y H=2.03m la cual se tomó como H = 2.80m.

- b. *OTINIANO ARRIBASPLATA & CIELO SALDAÑA, (2016) Diseño Hidráulico y Estructural de la Defensa ribereña del río Nepeña, Sector Puente Huambacho – Distrito de Nepeña – Santa – Departamento de Ancash, de la Universidad Nacional del Santa.*

La citada tesis presenta el proyecto para realizar un diseño hidráulico y estructural de las defensas ribereñas del río Nepeña en el Sector del Puente Huambacho, además protegerá los cultivos aledaños al río.

Analizando los estudios hidrológicos, topográficos, mecánica de suelos e hidráulica fluvial se obtuvo los parámetros físicos y mecánicos así mismo se pudo hacer la evaluación y determinar el estado de la estructura. Su finalidad es proporcionar protección al centro poblado la Huaca y a las áreas de cultivo ubicados a los bordes del río, así mismo dará protección a la carretera Panamericana Norte ante la crecida del río o ante el Fenómeno del Niño.

Para este proyecto se utilizó el programa HEC-RAS versión 4.1.0 que permitió analizar los flujos permanentes unidimensionales gradualmente variado además permitió realizar los cálculos hidráulicos para redes hídricas ya sea de forma natural o artificial.

El diseño hidráulico y estructural se han realizado bajo el caudal obtenido que fue de 88 y 122 m³/s con un periodo de retorno de 500 y 1000 años, siendo estos datos recomendaciones de diseño y además utilizando la formula hidráulica respectiva para el diseño estructural, por ende, se determinó el uso de los siguientes tipos de defensas ribereñas:

- Enrocados de tipo I, la cual se utiliza para rangos de velocidad de 3.90 a 4.50 m/s y teniendo un dimensionamiento de la corona de dique de 1.25 m, un ancho superior de cimentación que varía de 2.10 a 2.60 m y una altura variable de 2.10 m a 2.60 m.
 - Enrocado tipo II, en la cual se empleará para los rangos de velocidad de 4.50 a 5.10 m/s y teniendo un dimensionamiento de la corona de dique de 1.60 m, un ancho superior de cimentación que varía de 2.10 m a 2.60 m y una altura variable de 2.10 m a 2.60 m.
- c. *Loayza Rivas & Benites Chero, (2019) Modelamiento Hidráulico con HEC-RAS para la prevención de Inundaciones desde el Km 44+100 al Km 49+100 en el Río Reque, Chiclayo – Departamento de Trujillo.*

La citada tesis presenta el desarrollo de un modelamiento hidráulico con el software HEC-RAS en el Río Reque.

Se analizó los estudios topográficos la cual permitió obtener el levantamiento topográfico de la zona mediante el cual se utilizó el software de AutoCAD Civil 3D, además se pudo obtener las curvas de nivel, el perfil longitudinal y la sección transversal, así mismo se analizó los estudios hidrológicos con el cual se pudo obtener el caudal de diseño de 670.69 m³/s y el periodo de retorno se obtuvo como resultado de 50 años, además se pudo obtener los caudales máximos de la Estación de aforo Monsefu – Reque.

Año	Q_{máx} (m³/s)
2006	6.40
2007	30.37
2008	502.68
2009	337.21
2010	128.60
2011	62.73
2012	217.37
2013	144.32
2014	20.47
2015	179.35
2016	152.51
2017	370.51

Figura 12: Registro de Caudales Máximos Anuales de la Estación de aforo Monsefú.

Fuente: Proyecto Olmos Tinajones PEOT – OPEMA (2019).

Su finalidad del proyecto es identificar los puntos críticos del río y proponer como solución la construcción de defensas ribereñas y así prevenir las inundaciones y el desborde del río Reque, ayudando a la población aledaña y familias dedicadas a la agricultura.

Para el cálculo del caudal de diseño se utilizó 3 métodos estadísticos las cuales fueron: el Método de Gumbal, Método Nash y el Método Lebediev. Asimismo, las técnicas utilizadas para la recolección de datos fueron: ficha de resumen, bibliografías y comentarios de los pobladores. Dichas Defensas Ribereñas se ubicarán en los puntos críticos y serán diseñadas mediante el Software River mediante los datos obtenidos, la cual se planteó el diseño de dique de tipo enrocado. Finalmente se pudo concluir que el proyecto es viable.

- d. *Flores Apaza, (2015) Propuesta y Análisis de Diseño de Defensas Ribereñas en el Río Ilave Zona Rural C.P. Santa Rosa de Huayllata – Ilave – Departamento de Puno.*

La tesis citada tiene como objetivo en analizar y proponer la construcción de defensas ribereñas (dique) en el Río llave en la zona del C.P. Santa Rosa de Huayllata.

Al analizar los estudios realizados (topográficos, geotécnicos, hidrológicos y evaluación de impacto ambiental) se determinó una estructura (dique) con las siguientes características: una pendiente de talud de $H=2.0$ $V=1.00$ cara húmeda y $H=3.0$ $V=4.0$ cara seca, con un recubrimiento de 0.70m a 1.00m con un tiempo de retorno no menor a 20 años y no mayor a 50 años, así mismo se pudo calcular un caudal de diseño de 1203.15 m^3/s y 884.273 m^3/s mediante el Método Directo, el método Emperico y el método Estadístico para los tiempo de retorno de 20 y 50 años respectivamente.

Para el cálculo del Tirante Hidráulico del río se hizo uso del software H-canales mediante el método de Manning.

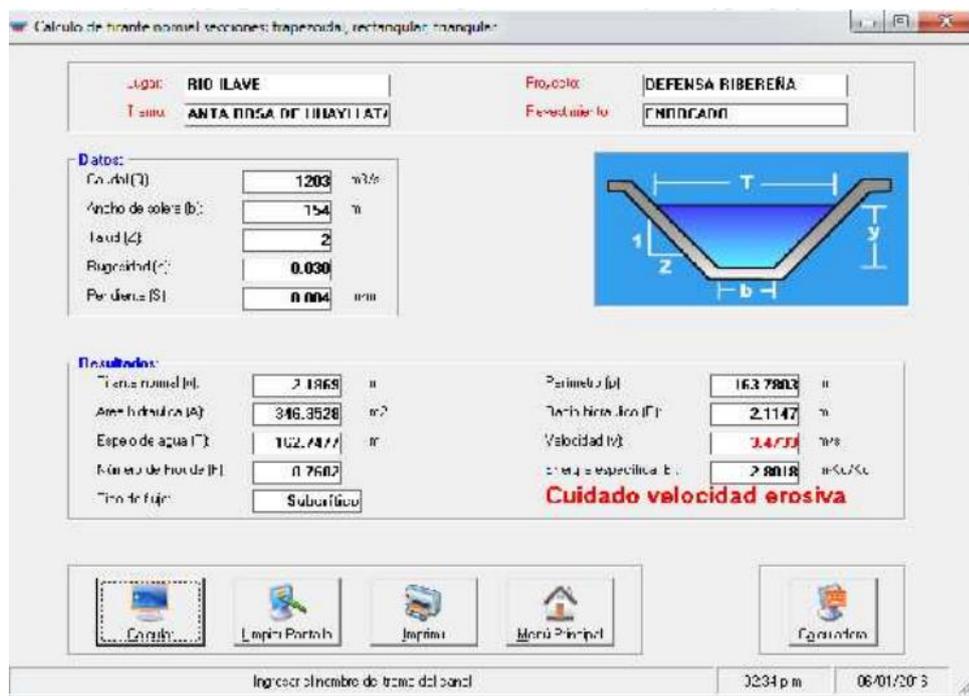


Figura 13: Resultado de la sección del río mediante el uso del Software H-Canales método Manning

Fuente: Flores Apaza, Propuesta y análisis de diseño de defensas ribereñas en el río llave (2015).

Su finalidad de este proyecto es proteger a la población aledaña y a zonas agrícolas ante la crecida y desborde del río, para eso se analizó y elaboró la construcción de diques como defensas ribereñas, dando como conclusión que el proyecto es viable ante la Municipalidad Provincial del Collao – Ilave.

e. *Tito Quispe, (2017) Modelamiento Hidráulico del Río Cañete Sector Puente Socsi – Altura Puente Colgante (9Km), con fines de Diseño de Defensas Ribereñas, Lima – Perú, de la Universidad Agraria la Molina.*

Según la presente tesis la cual tiene como objetivo presentar un modelamiento hidráulico con fines de protección ante algún evento hidrológico en el puente Socsi, la cual especifica que previamente se hicieron estudios topográficos, geotécnicos e hidrológicos, para continuar con el modelamiento utilizando el software HEC-RAS, además se utilizaron los métodos estadísticos como: Normal, Log-Normal 2 parámetro, Log-Normal 3 parámetros, Gamma 2 parámetro, Gamma 3 parámetro o Pearson Tipo III, Gumbel y Distribución Log-Gumbel.

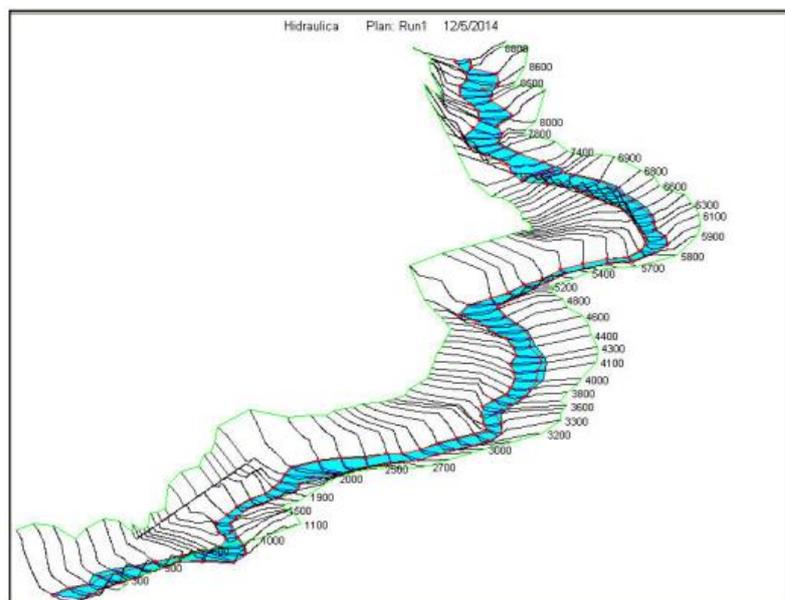


Figura 14: Perspectiva en 3D de la simulación del río Cañete en el Puente Socsi.

Fuente: Tito Quispe, Modelamiento Hidráulico del Río Cañete sector Puente Socsi (2017).

Se consideró el uso del método Gumbel, ya que se adapta a la serie histórica (1950 – 2010) para un tiempo de retorno de 50 años la cual se obtuvo un caudal de 757.53 m³/s, una velocidad máxima de 10.33 m/s, una velocidad y altura promedio de 4.13 m/s y 3.13 m respectivamente, además se consideró el diseño de enrocado con una altura de 4m de cuerpo de dique, 2m de socavación y una corona de 4m, así mismo en las progresivas 7+900 a 8+100 se consideró el uso de espigones de gaviones con una altura de 3m, 2m de socavación y 80m de separación, la cual se utilizó para la recuperación de terrenos.

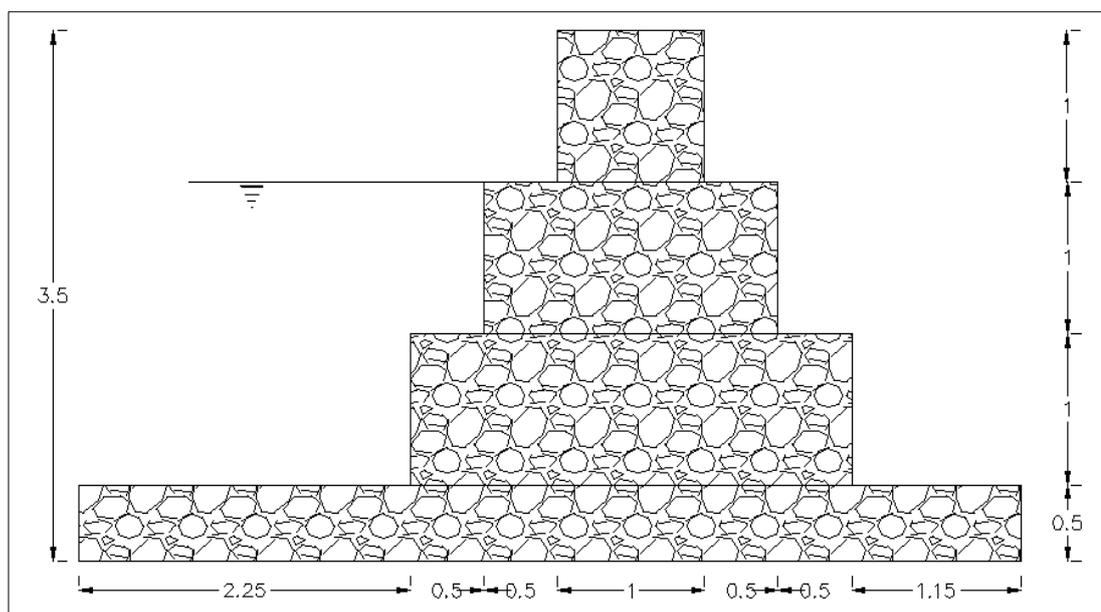


Figura 15: Sección típica de espigón

Fuentes: Fuente: Tito Quispe, Modelamiento Hidráulico del Río Cañete sector Puente Socsi (2017).

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. El fenómeno del niño

Según Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAHMI) especifica que el incremento de la temperatura superficial del agua de mar a lo largo de la costa peruana debido a la presencia de corrientes de aguas cálidas provenientes del ecuador tiene una duración de varios meses (diciembre- marzo), luego de estudios se conoce que este calentamiento marino se acentúa cada cierto número de años con más intensidad empezando en el mes de diciembre a lo largo de la costa peruana, el cual desata una cierta cantidad de fenómenos principalmente lluvias intensas. Anteriormente se consideraba un fenómeno local pero actualmente se conoce como el principal modulador de la variabilidad climática interanual en todo el mundo.

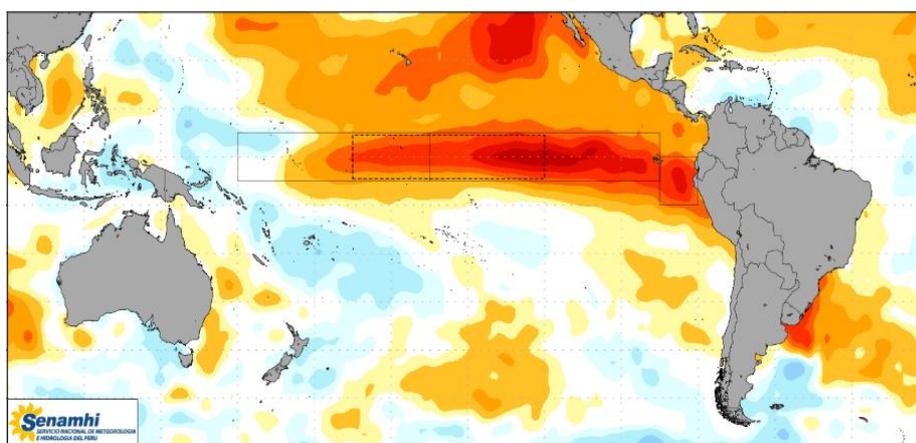


Figura 16: Incremento de temperatura superficial del mar.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2019).

El desarrollo del fenómeno del niño en el Perú va depender de su intensidad y temporalidad, la cual producen alteraciones en el comportamiento meteorológico desencadenando anomalías en el desarrollo de lluvias y variaciones en la temperatura del aire, siendo afectado esencialmente en la vertiente occidental y el altiplano. A

continuación, se muestran las principales manifestaciones del Fenómeno del niño en el océano y en la atmósfera en el territorio peruano.

EN EL OCÉANO	EN LA ATMÓSFERA
<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de la temperatura superficial y sub-superficial del mar. • Incremento del nivel del mar en la zona de calentamiento. • Disminución del afloramiento de las aguas frías y nutrientes hacia la superficie. • Variación de la salinidad de las aguas costeras. • Incremento del contenido de oxígeno. 	<ul style="list-style-type: none"> • Debilitamiento de los vientos alisios a lo largo de la costa. • Incremento de la temperatura del aire en las zonas costeras adyacentes al mar caliente y en toda la tropósfera. • Incremento del contenido de humedad en el aire. • Incremento de la nubosidad en la estación de verano y primavera. • Disminución de la presión atmosférica.

Figura 17: Manifestaciones del Fenómeno del Niño en el Perú.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, p21 (2019).

El impacto que produce el Fenómeno del Niño en Perú tiene dos polos ya que no solo tiene un impacto negativo pues a su vez su presencia en el Perú trae un impacto positivo, pero la ocurrencia del fenómeno del niño extremo trae consigo grandes pérdidas económicas como en los años 2014, 1997, 1982, 1925 es decir con una ocurrencia de 50 años, aunque en los últimos años se ha reducido el intervalo a 9 años de moderada intensidad.

IMPACTO POSITIVO	IMPACTO NEGATIVO
<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la capacidad en reservorios y mayor captación de bocatomas. • El exceso de lluvias favorece la recarga de acuíferos. • Las altas temperaturas del mar durante el otoño e invierno, favorecen la disminución de la intensidad de las heladas en la sierra central y norte. • Las lluvias intensas favorecen la regeneración natural de los bosques secos en la costa norte. • El incremento de las lluvias favorece el desarrollo del cultivo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Destrucción de la infraestructura productiva (canales irrigación, bocatomas, compuertas, etc.) • Destrucción de vías de comunicación (carreteras y puentes colapsados). • Destrucción de infraestructura de saneamiento básico. • Colmatación de reservorio y salinización del suelo. • Aceleración del retraso glaciar. • Pérdidas de terrenos agrícolas. • Altas probabilidades de que se produzcan incendios forestales, debido a las altas temperatura.

Figura 18: Impactos del fenómeno del niño en el Perú.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú p23 (2019).

Lo que se debe hacer en el Perú es reforzar el monitoreo y la investigación como primordial estrategia para producir y gestionar conocimiento sobre el fenómeno del niño, por otro lado, es entender las dimensiones económicas y sociales en los efectos a la población. Por ello es necesario prevenir los desastres producidos con un plan integral que nos permita disminuir los efectos en el país.

2.2.2. Vulnerabilidad frente a grandes eventos hidrológicos.

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) especifica que los grandes eventos hidrológicos producen en el Perú principalmente inundaciones y grandes descargas en las cuencas que están sujetas al clima, a la meteorología de cada zona, como también la dinámica fluvial, con el tiempo se logrado cuantificar el periodo de recurrencia, pero para ello es necesario conocer las características climáticas como el régimen de precipitaciones en la zona.

Para poder controlar estos procesos naturales y poder mitigar sus efectos se tiene que investigar de manera profunda su origen y de esta manera conocer sus características, mecanismos de generación,

periodicidad y límites. Para poder aplicar el concepto de vulnerabilidad se puede definir como el grado de daños o las posibles pérdidas potenciales que se producen como consecuencia de un fenómeno natural de intensidad determinada.

Para poder mitigar los efectos de los grandes eventos hidrológicos es necesario invertir en investigación de las cuencas para luego crear un plan estratégico de inversión en diferentes tipos de obras hidráulicas los cuales permitirán disminuir el efecto de los grandes eventos meteorológicos; Así como también permitirán mejorar el aprovechamiento del recurso hídrico para los diferentes sectores que emplean este elemento entre los principales obras hidráulicas y prevención tenemos: construcción de represas, descolmatación de ríos, construcción de defensas ribereñas, construcción de diques de encauzamiento, bocatomas, canales entre otras.



Figura 19: Descolmatación del río Tumbes.

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2015).

2.2.3. La bocatoma

2.2.3.1. Definición de la bocatoma

Según Rocha Felices, A. (2003) especifica que las bocatomas también son llamadas obras de toma, son estructuras hidráulicas construidas sobre el lecho de un río o canal con el objetivo principal de captar, extraer una parte o la totalidad del caudal principal que discurre en el río. El agua extraída es utilizada para el abastecimiento de agua potable, agricultura, ganadería, generación de energía eléctrica. Las bocatomas tienen una característica principal que es denominado caudal de captación definido como el gasto máximo que una obra de toma puede soportar o admitir. Como por ejemplo el caudal de captación de la bocatoma Nueva Imperial-Cañete es de 10 m³/s.

2.2.3.2. Funcionalidad de la bocatoma

Una clasificación de las bocatomas según el punto de vista de su funcionalidad del proyecto u obra al que sirven. Se pueden clasificar en:

- a. Obras de bocatoma para abastecimiento público.
- b. Obras de bocatoma para irrigación.
- c. Obras de bocatoma para centrales hidroeléctricas.
- d. Obras de bocatoma para la industria y minería.
- e. Obras de bocatoma multipropósito.

El aprovechamiento hidráulico del agua es importante para el desarrollo de la vida y varios sectores económicos, si bien hay bocatomas que cumplen una función específica, la mayoría de bocatomas tienen una función multipropósito, siendo principalmente la necesidad de abastecer con agua potable a la población como por ejemplo la atarjea que abastece a millones de habitantes en ciudad de Lima. En segundo lugar, las bocatomas cumplen la función de irrigación para el desarrollo de la agricultura debido a la presencia de zonas áridas y diversificación del relieve peruano. Para finalizar tenemos la función de las bocatomas

para el uso en la industria como para la minería como, por ejemplo: en el río el Mantaro tiene una captación de 90 m³/s que genera 1008 MW en todo el complejo.

2.2.3.3. Tipos de Bocatoma

Los tipos de bocatoma se clasifican en 4 según la forma de captación del agua.

a. Toma directa

Es captada directamente mediante un canal lateral, generalmente es un brazo fijo del río. La mayor ventaja de este tipo de toma es que no se necesita construir un barraje lo cual lo hace más económico, así también su desventaja es que es muy fácil de ser obstruida en temporada de crecidas y transporta sedimentos al canal de derivación.

b. Toma mixta o convencional

Es captada mediante el cierre del río, construyendo una estructura llamada presa de derivación o azud esta estructura puede ser fija o móvil dependiendo del material usado. Es fija cuando generalmente es de concreto y el móvil cuando se emplea compuertas de acero. Para este tipo de bocatoma se realiza la captación mediante un orificio denominado ventana de captación aumentando el tirante del río.

c. Toma móvil

Este tipo bocatoma se caracteriza por tener un barraje móvil el cual permite crear una carga hidráulica, este tipo de tomas son utilizados en ríos donde es muy marcado el nivel de caudal en los tiempos de estiaje y grandes avenidas, el cual necesita de barrajes móviles para poder captar el nivel de agua adecuado. Su principal ventaja es que permite el paso de los diferentes materiales que arrastra en las grandes avenidas.

d. Toma Tirolesa

Este tipo de bocatoma presenta estructuras de captación dentro de la sección del azud, el cual presenta rejillas que impiden el ingreso de materiales arrastrados por la corriente. Este tipo de bocatomas no se recomienda en ríos de gran arrastre de material sedimentario, el cual causaría su obstrucción de las rejillas.

2.2.3.4. Elementos de una bocatoma

Según Rocha Felices, A. (2003) los elementos principales que constituyen una bocatoma son:

a. Elementos estructurales

Son aquellos que contribuyen con la estabilidad de la estructura ejemplo: zapatas placas.

b. Elementos de control de erosión

Son aquellos elementos que permiten disminuir la acción de la erosión y abrasión de los sedimentos como de la corriente del agua.

c. Elementos de control del ingreso de agua

Son aquellos elementos que permiten la regulación de la cantidad de agua que es captada o ingresa al canal de derivación.

d. Elementos de control de sedimentos

Son aquellos que tienen como objetivo el manejo de sedimentos y sólidos que arrastra la corriente del río para un óptimo funcionamiento.

e. Elementos de descarga en grandes avenidas

Aquellos que aseguran el paso en grandes avenidas o crecidas del caudal permitiendo la seguridad de la estructura y su funcionamiento.

f. Elementos de encauzamiento y cierre.

Los elementos de cierre permiten elevar el tirante o nivel del agua para ingresar por la ventana de captación mientras que los elementos de encauzamiento su función principal es impedir el desborde del río y permitir que la captación sea óptima y el río no presente brazos o desvíos en su recorrido a la bocatoma.

2.2.3.5. Partes de una bocatoma

Según Rocha Felices, A. (2003) define que:

a. Barraje fijo o presa derivadora

Estructuralmente es un azud es decir un muro grueso, su función principal es elevar el nivel del agua, para poder ser captada por la ventana de captación, su altura sobre el lecho del río suele tener pocos metros, otra función principal es permitir el paso de las grandes avenidas de diseño, el material con el que se puede construir un barraje fijo es diverso siendo principalmente el concreto armado.

b. Barraje móvil

Es una estructura compuesta por una o varias compuertas principalmente están hechos de metal, su función es el paso de las grandes avenidas y limpieza de la bocatoma aguas arriba y frente a la venta de captación, sus dimensiones dependen del diseño realizado.

c. Ventana de captación

Conformando por uno o más vanos su función es permitir el ingreso del agua, esta captación se produce por la carga hidráulica que permite el ingreso del agua, estas ventanas de captación pueden tener compuertas o no; así como también pueden llevar rejillas que protejan del ingreso de sólidos y sedimentos.

d. Compuertas de captación

Son aquellas compuertas que permiten regular el ingreso del agua al canal de desviación, pueden estar ubicados en diferentes partes, como en la parte de la ventana de captación. Si hay un decantador se ubicará agua debajo de la ventana de captación.

e. Pozas disipadoras de energía

Se ubica aguas abajo de los barrajes fijo y móvil este elemento permite disipar la energía que se produce en el salto hidráulico producido en los barrajes. Esta disipación se lleva a cabo mediante el empleo de pozas disipadoras aguas abajo. Estas pozas llevan una protección en el fondo a base de piedras la cual toma el nombre de rip rap.

f. Muros guía

Estos muros separan los barrajes, se ubican aguas arriba, suelen estar entre los barrajes fijo y móvil, estos muros se pueden extenderse también aguas abajo para poder separar las pozas disipadoras de energía.

g. Canal desripador

Es un canal de mínimo tamaño, se ubica junto a las ventanas de captación y se posiciona en paralelo a la corriente principal, su función es eliminar los sólidos para que el canal de captación no lleve muchos sólidos.

h. Diques de encauzamiento.

Los diques de encauzamiento pueden ubicarse aguas arriba como también aguas abajo formando un eje con la presa de derivación, es fundamental conocer el tramo fluvial en el que está ubicada la bocatoma para saber su estabilidad, ya que debido a grandes eventos hidrológicos pueden producirse diferentes complicaciones como las bifurcaciones, socavación en las estructuras o producirse grandes cargas debido al arrastre de material sedimentario

poniendo en riesgo la estructura y la captación de la bocatoma. Por ello es necesario la construcción de diques de encauzamiento que muchas veces se extiende a lo largo de varios kilómetros sobre el lecho del río. Para el diseño se realizan estudios topográficos, se debe conocer el perfil hidráulico, como histogramas hidrológicos lo cual permite calcular un buen diseño de diques. Finalmente, el material que se empleará dependerá del diseño siendo principalmente el uso de gaviones, concreto, enrocado con el mismo material dependiendo del diseño, así como del presupuesto a considerar.

FIGURA 2.1 PARTES DE UNA BOCATOMA

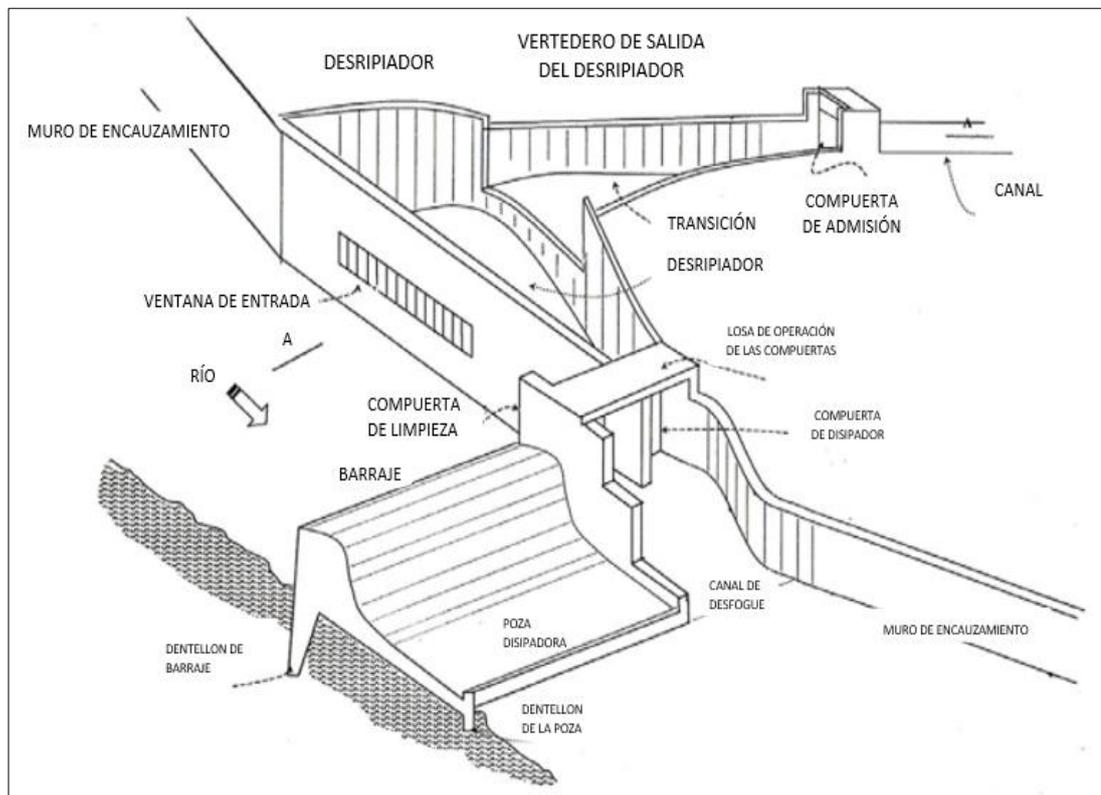


Figura 20: Partes de una bocatoma convencional

Fuente: Criterios de diseño de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos del ANA (1970).

2.2.3.6. Problemas de una bocatoma en funcionamiento

Según Rocha Felices, A. (2003) los problemas que aparecen en una bocatoma durante su etapa de operación son producidos principalmente debido a los eventos hidrológicos en su cuenca los cuales producen problemas especiales como:

- a. Inestabilidad fluvial e irregularidad de las descargas.
- b. Insuficiente información hidrológica.
- c. Transporte de sólidos y cuerpos extraños.
- d. Fenómeno del niño (FEN).

Cuando se generan grandes avenidas en las cuencas, se producen desbordes en los ríos generando cambios en el recorrido, aparición de brazos quedando en seco la bocatoma obligando a los administradores de la estructura a encauzar o realizar mantenimientos periódicos.

2.2.4. Estudios Topográficos

Según Alcántara García, D. (2014). Son acciones realizadas sobre un área determinada con herramientas específicas (Drone, teodolito o estación total) adecuadas para obtener una representación gráfica detallada del terreno. Estos resultados serán muy útiles para el desarrollo de cualquier obra que se vaya a realizar sobre dicho terreno, además se podrá conocer las posiciones o puntos críticos mediante la longitud, latitud y elevación.

Para realizar el estudio topográfico se usaron varios instrumentos tales como:

- 2 Prismas Leica
- 1 Estación Total, Leica, Modelo TS 07 R500 de 5".
- 1 Miniprisma Marca Leica.
- Trípode de Madera.
- 1 GPS Navegador.

- Wincha.
- 1 Pintura Aerosol
- Libreta de campo.



Figura 21: Prisma Leica Gpr11.

Fuente: Los autores



Figura 22: Estación Total, Leica, Modelo TS 07 R500 de 5”.

Fuente: Los autores



Figura 23: Prisma Leica y el radio de comunicaciones

Fuente: Los autores.

Además, se definirá el reconocimiento de campo.

- Ubicación Política

Departamento:

Provincia:

Distrito:

Comunidad:

Cuenca:

- Ubicación Geográficas

Esta ubicación está basada en el uso de las coordenadas geográficas (latitud y altitud) que nos permite brindar una ubicación más precisa sin utilizar un punto de referencia.

Paralelo:

Longitud:

Altitud:



Figura 24: Río Cañete tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial

Fuente: Los autores.

Según Alcántara García, D. (2014) define que:

- Levantamiento Topográfico

El levantamiento topográfico es la primera fase del estudio topográfico, la cual tiene como objetivo examinar la superficie del terreno teniendo en cuenta la geografía, geología y las características físicas, pero también las alteraciones donde intervino el hombre (construcción de obras, canteras, excavaciones, etc.), ya obtenidos los datos posteriormente se realizará el plano respectivo reflejando los detalles y exactitudes del terreno.

Además, son trabajos realizados sobre un terreno mediante instrumentos calibrados tales como Drone, Estación Total, Teodolito, entre otros; para la representación gráfica de los detalles del terreno sobre un plano.



Figura 25: Levantamiento topográfico

Fuente: Los autores.

- **Levantamiento Planimétrico**
Conjunto de tareas necesarias para obtener puntos y representar la proyección sobre un plano.

- **Levantamiento Altimétrico**
Conjunto de tareas necesarias para obtener alturas respecto al plano.

- **Puntos Topográficos**
Los puntos topográficos tienen diversas funciones dentro de un diseño o la ejecución de un proyecto, ya sea para un levantamiento topográfico o como puntos de replanteo. Además, los puntos topográficos pueden incluir coordenadas (x-y, latitud – altitud), así mismo también pueden incluir la elevación y descripción.

- **Sección Transversal**
Para la determinación de la sección transversal la cual consiste en la medición de las elevaciones del terreno y de sus distancias perpendiculares a la derecha e izquierda de la línea eje.

- Sección Longitudinal

Los perfiles longitudinales indican el comportamiento del terreno a lo largo del eje de la obra a realizar, además se pueden observar las pendientes, terraplenes y zonas de acumulación de material de desmonte.



Figura 26: Fijando puntos topográficos.

Fuente: Los autores.

- Curvas de nivel

Son líneas que unen puntos de la misma altitud por debajo o encima de una superficie reflejada en un mapa, generalmente las líneas coinciden con la del nivel del mar y tiene como finalidad brindarnos los relieves de un terreno, además el uso de métodos es muy variado ya que se utiliza para reflejar la forma tridimensional de un terreno en un mapa bidimensional.

- Delimitación de la cuenca

Para delimitar una cuenta se sigue los siguientes pasos:

- Identificar la ubicación y dirección del río.
- Luego identificar los drenajes o arroyos que se unen al río, además identificar las pendientes y dirección del río.
- En general en la red hidrográficas se identificará los principales cauces como así también los secundarios identificando las zonas altas y bajas.

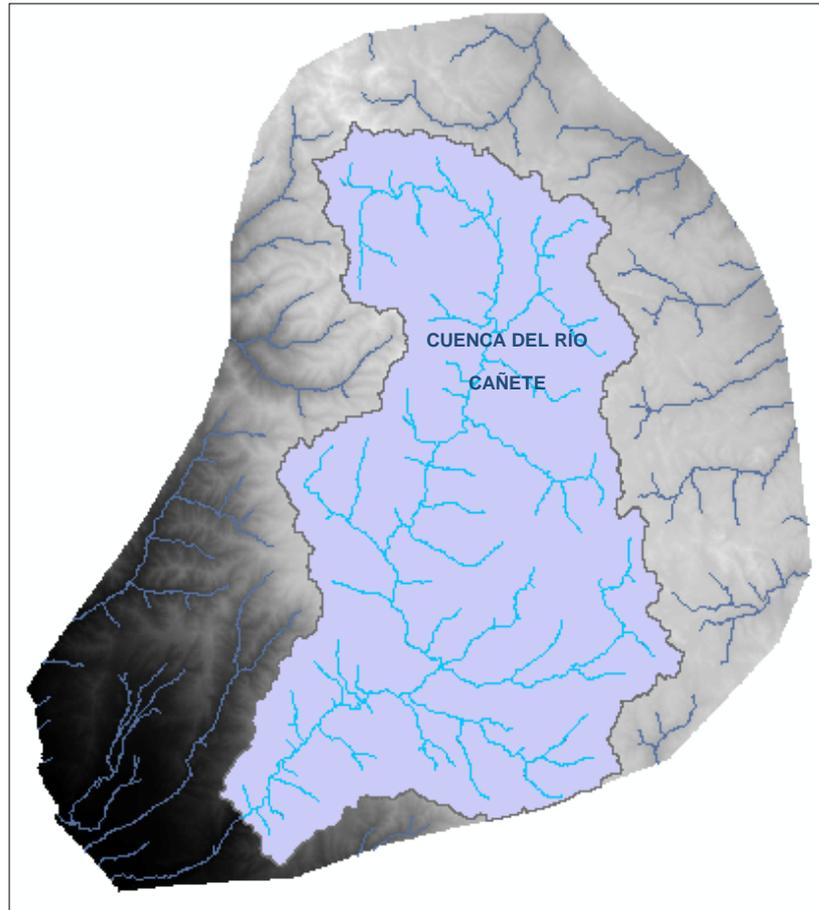


Figura 27: Delimitación de la cuenca.

Fuente: Autoridad Nacional de Agua, (2019).

2.2.5. Estudio Hidrológico

Según el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transporte y comunicaciones (2008). Los estudios hidrológicos son herramientas para el dimensionamiento de obras hidráulicas, sirve para el cálculo de tiempos de concentración, cálculo de caudales e intensidad y duración de la lluvia. Estos estudios son utilizados como base para el desarrollo de infraestructura tales como pasos de agua o bocatoma, badenes, encauzamiento, presas derivadoras, puentes, etc.; generalmente basados en estudios con periodos de tiempos de retorno entre 100 a 500 años.

Tabla 1
Estaciones Pluviométricas de la cuenca del río Cañete.

CÓDIGO	ESTACIÓN	DEPARTAMENTO	LONGITUD	LATITUD	ENTIDAD OPERATIVA
636	YAUYOS	LIMA	75°54'38.2	12°29'31.4	SENAMHI
155450	YAURICOCHA	LIMA	75°43'22.5	12°19'0	SENAMHI
155169	TOMAS	LIMA	75°45'1	12°14'1	SENAMHI
156106	TANTA	LIMA	76°01'1	12°07'1	SENAMHI
6230	SOCSI CAÑETE	LIMA	76°11'40	13°01'42	SENAMHI
638	PACARÁN	LIMA	76°03'18.3	12°51'43.4	SENAMHI
6641	NICOLÁS FRANCO SILVERA	LIMA	76°05'17	12°53'57	SENAMHI
156112	HUANTAN	LIMA	75°49'1	12°27'1	SENAMHI
156110	HUANGASCAR	LIMA	75°50'2.2	12°53'55.8	SENAMHI
156107	COLONIA	LIMA	75°53'1	12°38'1	SENAMHI
156109	CARANIA	LIMA	75°52'20.7	12°20'40.8	SENAMHI
156104	AYAVIRI	LIMA	76°08'1	12°23'1	SENAMHI
489	COSMOS	JUNÍN	75°34'1	12°09'1	SENAMHI

Fuente: Agencia de Cooperaciones Internacionales de Japón – Ministerio de Agricultura – Perú, (2012).

a. Tiempo o Periodo de Retorno

Según el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transporte y comunicaciones (2008). El periodo de retorno es una representación que se usa para estimar la probabilidad de un evento hidrológico en un periodo determinado, en la ingeniería civil o hidráulica se utiliza para determinar la probabilidad de una avenida con determinado caudal en un año cualquiera, como por ejemplo para un periodo de retorno de 50 años implica una probabilidad de 1/50 que equivale a 0.02 o 2% para un año determinado.

Para un caso diseño se utilizará:

$$P = 1/T \text{ o } T = 1/P$$

Donde:

P: Probabilidad de ocurrencia de un caudal

T: Periodo de Retorno

Probabilidad de que la ocurrencia de un caudal que ocurra en cualquier año.

$$P=1/T$$

La probabilidad de que la ocurrencia de un caudal no ocurra en un año cualquiera.

$$p' = 1 - P \text{ o } p' = 1 - 1/T$$

Y para los eventos que ocurren una vez en varios años sucesivos.

$$R = 1 - p' \text{ o } R = 1 - (1 - 1/T)^n$$

Tabla 2

Periodos de retorno para estructuras menores (recomendado).

TIPO DE ESTRUCTURA	PERIODO DE RETORNO (AÑO)
Puentes sobre carretera importante	50 – 100
Puente sobre carretera menor importante o alcantarillas sobre carretera importante.	25
Alcantarilla sobre caminos secundarios	5 – 10
Drenaje lateral de los pavimentos, donde puede tolerarse encharcamiento con lluvia de corta duración.	1 – 2
Drenaje de aeropuerto	5
Drenaje Urbano	2 - 10
Drenaje Agrícola	5 - 10
Muros de encauzamiento	2 - 50

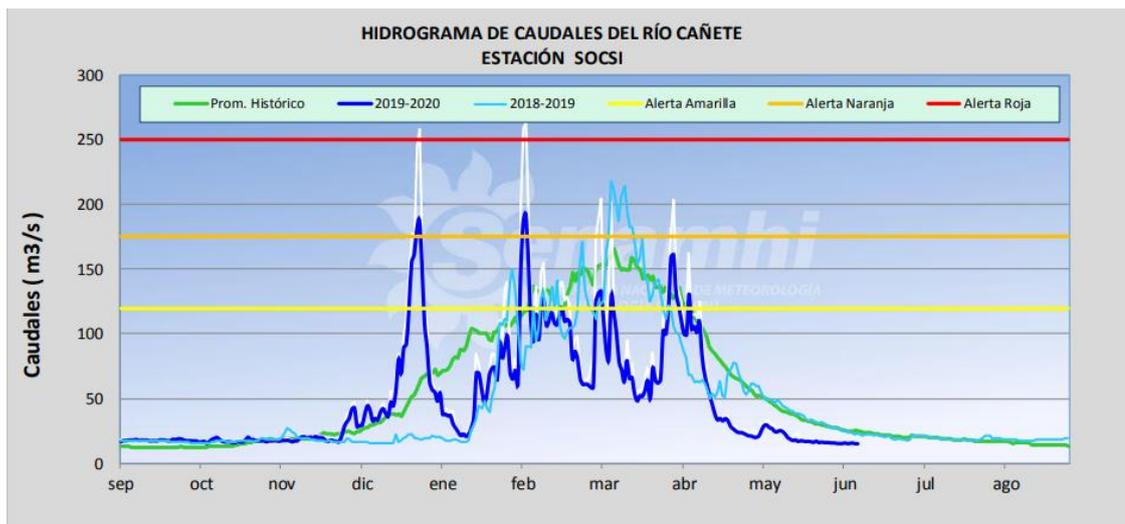
Fuente: Hidrología – Máximo Villón (2002).

b. Caudal Máximo (Q Max)

El caudal máximo corresponde al consumo o uso máximo de las avenidas en un tiempo de 24 horas durante el periodo de un año.

c. Caudal Mínimo (Q min)

Es el uso referencial del caudal del agua al que se debe mantener para respetar las limitaciones comunes o también por motivos ecológicos y sanitarios.



CUENCA	ESTACIÓN	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)				
			PROMEDIO 24 HORAS	NORMAL DIARIO	ANOMALÍA (%)	MIN.	MAX.
Cañete	Socsi	09/06/2020	15.12	25.26	- 40.13	14.11	16.19
		10/06/2020	15.11	25.06	- 39.69	14.82	15.23

Figura 28: Hidrograma de caudales del río Cañete

Fuente: Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (2020).

ID	AÑO	DESCARGA MÁXIMA m ³ /s	ID	AÑO	DESCARGA MÁXIMA m ³ /s	ID	AÑO	DESCARGA MÁXIMA m ³ /s	ID	AÑO	DESCARGA MÁXIMA m ³ /s	ID	AÑO	DESCARGA MÁXIMA m ³ /s
1	1968	154	11	1978	216	21	1988	420.3	31	1998	348	41	2008	168
2	1969	316	12	1979	182.8	22	1989	377	32	1999	420	42	2009	220
3	1970	408	13	1980	100.1	23	1990	189	33	2000	350	43	2010	286
4	1971	430	14	1981	257.1	24	1991	372	34	2001	255	44	2011	195
5	1972	900	15	1982	120	25	1992	164.3	35	2002	204	45	2012	410
6	1973	450.1	16	1983	228	26	1993	390	36	2003	215	46	2013	315
7	1974	329	17	1984	425.5	27	1994	550	37	2004	196	47	2014	147.84
8	1975	298	18	1985	165.6	28	1995	500	38	2005	167	48	2015	187.88
9	1976	332	19	1986	370.5	29	1996	310	39	2006	250	49	2016	167.99
10	1977	249	20	1987	487.3	30	1997	350	40	2007	350	50	2017	363.78

Figura 29: Cuadro de caudales máximos 1968 - 2017

Fuente: Dávila, R. & Vega, J. (2018)

d. Precipitación

Según el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transporte y comunicaciones (2008). Es la caída del agua desde la atmosfera hacia la superficie terrestre en forma de lluvia, helada, etc. Para la ingeniería es muy importante ya que nos brinda datos importantes de las avenidas de las zonas altas hacia las zonas bajas

dando como resultado el máximo y mínimo caudal en tiempos de estiaje.

e. Modelos de distribución

Según el manual de Hidráulica, Hidrología y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018), el análisis de frecuencia tiene como objetivo determinar precipitaciones, caudales para diferentes periodos de retorno, estos modelos pueden tener la característica de ser continuos o discretos.

Existen diferentes formas de funciones probabilísticas, pero se recomienda usar las funciones:

- a) Distribución Normal
- b) Distribución Log Normal 2 parámetros
- c) Distribución Log Normal 3 parámetros
- d) Distribución Gamma 2 parámetros
- e) Distribución Gamma 3 parámetros
- f) Distribución Log Pearson tipo III
- g) Distribución Gumbel
- h) Distribución Log Gumbel

f. Prueba de bondad de ajuste

Según el manual de Hidráulica, Hidrología y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018), las pruebas de bondad de ajuste son pruebas de hipótesis, que nos permiten evaluar un grupo de datos y determinar la independencia según la distribución escogida. Las pruebas de bondad más empleadas son el Chi cuadrado (χ^2) y Kolmogorov – Smirnov.

Prueba Chi cuadrado (χ^2)

Esta prueba se aplica para constatar la bondad de las distribuciones normales y log normales. El primer paso es dividir los datos en un número de K intervalos, paso siguiente calculamos el parámetro estadístico.

$$D = \sum_{i=1}^k (\theta_i - \varepsilon_i)^2 / \varepsilon_i \quad (12)$$

Donde:

θ_i es el número observado de eventos en el intervalo i y ε_i es el número esperado de eventos en el mismo intervalo.

ε_i se calcula como:

$$\varepsilon_i = n[F(S_i) - F(t_i)] \quad i = 1, 2, \dots, k$$

Figura 30: Parámetro estadístico de Prueba Chi cuadrado (χ^2).

Fuente: Manual de hidráulica, hidrología y drenaje del Ministerio de Transportes (2018).

Para confirmar una función la distribución debe cumplir la siguiente condición:

$$D \leq \chi^2_{1-\alpha, k-1-m}$$

Donde se obtiene las tablas de la función de distribución (χ^2)

Prueba Kolmogorov – Smirnov.

Este método permite comprobar la bondad de las distribuciones, y elegir la más representativa es decir la que mejor se acomoda al ajuste de la data. En esta prueba se compara el máximo valor absoluto de la diferencia de D

$$D = \text{máx} / F_o(x_m) - F(x_m)$$

Con un valor crítico que depende del número de datos y el nivel de significancia seleccionado. Si D , se acepta la hipótesis nula. La función de distribución de probabilidad observada se calcula como:

$$F_o(x_m) = 1 - m / (n+1)$$

g. Polígono de Thiessen

Según Monsalve (1999), el polígono de Thiessen sirve para el análisis de los datos meteorológicos, se define como un método de interpolación simple la cual se utiliza para brindar datos del área de las cuencas, además se utilizará un factor de peso en las precipitaciones proporcional al área en cual influye dicha precipitación. Para la determinación de dichas áreas se utilizan polígonos formadas por líneas rectas y trazos de mediatrices. En resumen, el polígono de Thiessen permite determinar las áreas de influencia de las estaciones meteorológicas en una cuenca.

$$P_m = \frac{S_1P_1 + S_2P_2 + \dots + S_nP_n}{S_{total}}$$
$$P_{med} = \frac{1}{A_t} \sum_{i=0}^n A_i P_i$$

Donde:

P_{med} : Precipitación media.

A_t : Área total de la cuenca.

A_i : Área de influencia parcial del polígono de Thiessen perteneciente a la estación i .

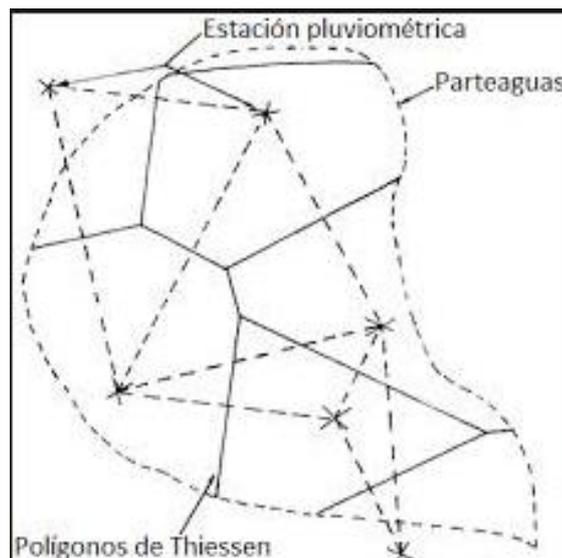


Figura 31: Polígono de Thiessen

Fuente: Aparicio, Fundamento de hidrología superficial – México (1994).

h. Tiempo de concentración (Tc)

Según el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC), especifica que el tiempo de concentración es el tiempo que necesita para que una gota de agua llegue desde el punto más lejos hasta la salida de la cuenca.

Además, para tomar un tiempo de concentración se dependerá mucho de la geometría de cuenca, así como también dependerá de la geografía del terreno (si es accidentada o no accidentada) y de la pendiente que tiene la cuenca, es decir a mayor pendiente mayor velocidad y menor tiempo de concentración.

Método de Kirpich

Según la Escuela de Ingeniería y Medio Ambiente – Madrid – España (2005), aclara que el método de Kirpich, se utiliza para hallar el tiempo de concentración en cuencas medianas y en cuencas con pendientes empinadas (3% a 10%). Además, este método se utiliza para superficies de concreto y para canales hechos de concreto la cual se deberá multiplicar por 0.4 y 0.2 al tiempo de concentración respectivamente.

Para hallar el tiempo de concentración se aplicará la siguiente fórmula:

$$t_c = 0.01947 * L^{0.77} * S^{-0.385}$$

t_c = Tiempo de concentración (horas).

L = Longitud del canal o cuenca desde el punto más lejos hasta la salida (m)

S = Promedio de la pendiente de la cuenca (m/m).

Método de Témez

Según la Escuela de Ingeniería y Medio Ambiente – Madrid – España (2005), especifica que el método de Témez se utiliza para el cálculo de tiempos de concentración para cuencas de distintos tamaños, así mismo, para cuencas con pendientes variadas y cuencas que cuenten de 1 km² a 3000 km² en área, además, se puede usar con tiempos de 15min a 24 horas.

Para el cálculo del tiempo de concentración se aplicará la siguiente fórmula:

$$t_c = 0.3 * \left(\frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.76}$$

t_c = Tiempo de concentración (horas).

L = Longitud del canal o cuenca desde el punto más lejoso hasta la salida (m)

S = Promedio de la pendiente de la cuenca (m/m).

Coefficiente de Rugosidad Manning “n”

Según Ven Te Chow, (2004) El coeficiente de rugosidad consiste en determinar la resistencia al flujo en canales abiertos o cuencas determinadas, así mismo el coeficiente de rugosidad se halla en laboratorio como en campo, además el uso de este método es muy variado ya que dependerá mucho para al cálculo hidráulico y para que las infraestructuras hidráulicas tengan un buen desempeño.

A continuación, se muestra la siguiente tabla de valores de coeficiente de rugosidad dependiendo el tipo y descripción del canal o cuenca.

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
C. Excavado o dragado			
a. En tierra, recto y uniforme			
1. Limpio, recientemente terminado	0.016	0.018	0.020
2. Limpio, después de exposición a la intemperie	0.018	0.022	0.025
3. Con gravas, sección uniforme, limpio	0.022	0.025	0.030
4. Con pastos cortos, algunas malezas	0.022	0.027	0.033
b. En tierra, serpenteante y lento			
1. Sin vegetación	0.023	0.025	0.030
2. Pastos, algunas malezas	0.025	0.030	0.033
3. Malezas densas o plantas acuáticas en canales profundos	0.030	0.035	0.040
4. Fondo en tierra con lados en piedra	0.028	0.030	0.035
5. Fondo pedregoso y bancas con malezas	0.025	0.035	0.040
6. Fondo en cantos rodados y lados limpios	0.030	0.040	0.050
c. Excavado con pala o dragado			
1. Sin vegetación	0.025	0.028	0.033
2. Matorrales ligeros en las bancas	0.035	0.050	0.060
d. Cortes en roca			
1. Lisos y uniformes	0.025	0.035	0.040
2. Afilados e irregulares	0.035	0.040	0.050
e. Canales sin mantenimiento, malezas y matorrales sin cortar			
1. Malezas densas, tan altas como la profundidad de flujo	0.050	0.080	0.120
2. Fondo limpio, matorrales en los lados	0.040	0.050	0.080
3. Igual, nivel máximo de flujo	0.045	0.070	0.110
4. Matorrales densos, nivel alto	0.080	0.100	0.140
D. Corrientes naturales			
D-1. Corrientes menores (ancho superficial en nivel creciente < 100 pies)			
a. Corrientes en planicies			
1. Limpias, rectas, máximo nivel, sin montículos ni pozos profundos	0.025	0.030	0.033
2. Igual al anterior, pero con más piedras y malezas	0.030	0.035	0.040
3. Limpio, serpenteante, algunos pozos y bancos de arena	0.033	0.040	0.045
4. Igual al anterior, pero con algunos matorrales y piedras	0.035	0.045	0.050
5. Igual al anterior, niveles bajos, pendientes y secciones más ineficientes	0.040	0.048	0.055
6. Igual al 4, pero con más piedras	0.045	0.050	0.060
7. Tramos lentos, con malezas y pozos profundos	0.050	0.070	0.080
8. Tramos con muchas malezas, pozos profundos o canales de crecientes con muchos árboles con matorrales bajos	0.075	0.100	0.150

Figura 32: Coeficiente de rugosidad para cuencas y canales.

Fuente: Ven Te Chow, Hidráulica de canales abiertos, p.99b (2004).

Tormenta de Diseño

Según el manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, define que la tormenta de diseño es la profundidad que puede tomar la precipitación, es utilizado para el diseño de un proyecto hidrológico, además su uso sirve para hallar los caudales máximos de aguas de lluvias. Mayormente estas informaciones son basadas en datos históricos de precipitaciones registrada por las estaciones meteorológicas.

Tormenta de 24 horas						Tormenta de 6 horas		
P_t/P_{24}								
Hora t	$t/24$	Tipo I	Tipo IA	Tipo II	Tipo III	Hora t	$t/6$	P_t/P_6
0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.0	0.083	0.035	0.050	0.022	0.020	0.60	0.10	0.04
4.0	0.167	0.076	0.116	0.048	0.043	1.20	0.20	0.10
6.0	0.250	0.125	0.206	0.080	0.072	1.50	0.25	0.14
7.0	0.292	0.156	0.268	0.098	0.089	1.80	0.30	0.19
8.0	0.333	0.194	0.425	0.120	0.115	2.10	0.35	0.31
8.5	0.354	0.219	0.480	0.133	0.130	2.28	0.38	0.44
9.0	0.375	0.254	0.520	0.147	0.148	2.40	0.40	0.53
9.5	0.396	0.303	0.550	0.163	0.167	2.52	0.42	0.60
9.75	0.406	0.362	0.564	0.172	0.178	2.64	0.44	0.63
10.0	0.417	0.515	0.577	0.181	0.189	2.76	0.46	0.66
10.5	0.438	0.583	0.601	0.204	0.216	3.00	0.50	0.70
11.0	0.459	0.624	0.624	0.235	0.250	3.30	0.55	0.75
11.5	0.479	0.654	0.645	0.283	0.298	3.60	0.60	0.79
11.75	0.489	0.669	0.655	0.357	0.339	3.90	0.65	0.83
12.0	0.500	0.682	0.664	0.663	0.500	4.20	0.70	0.86
12.5	0.521	0.706	0.683	0.735	0.702	4.50	0.75	0.89
13.0	0.542	0.727	0.701	0.772	0.751	4.80	0.80	0.91
13.5	0.563	0.748	0.719	0.799	0.785	5.40	0.90	0.96
14.0	0.583	0.767	0.736	0.820	0.811	6.00	1.0	1.00
16.0	0.667	0.830	0.800	0.880	0.886			
20.0	0.833	0.926	0.906	0.952	0.957			
24.0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000			

Figura 33: Tormenta de diseño para 24 horas

Fuente: U.S. Dept. of agricultura, Soil Conservation Service (1986).

2.2.6. Estudio Geotécnico

Según Geoquantics (2018), este estudio se hace previas a la ejecución de una obra, ya que nos brinda características específicas del suelo de un terreno que nos permitirá analizar detalladamente si el área es apta para la ejecución de alguna obra, así mismo se podrá averiguar la naturaleza de los estratos geológicos del suelo con fines de conocimiento y comparación con un suelo bueno.



Figura 34: Retroexcavadora marca CAT 416F2.

Fuente: Los autores.

a. Calicatas

Las calicatas son excavaciones realizadas mayormente con retroexcavadoras, son técnicas muy útiles para la extracción de muestras y facilitar la recolección de datos del terreno, además estas excavaciones tienen una profundidad dependiendo de que se vaya a construir o diseñar, en este caso se realizará excavaciones de 3 a 4 m de profundidad y con una sección mínima de 0.80m por 1.00 m ya que se ubicará al borde de un río.



Figura 35: Excavación de calicatas

Fuente: Los autores

b. Muestreo y registro de calicatas

En este caso se realizarán 3 calicatas a lo largo del área a diseñar los diques para el encauzamiento del río, además se tomarán el respectivo muestreo de cada calicata en bolsas o costales que tendrán un peso no menor a 20 kg, posteriormente las muestras se llevarán a los laboratorios para sus respectivos ensayos.

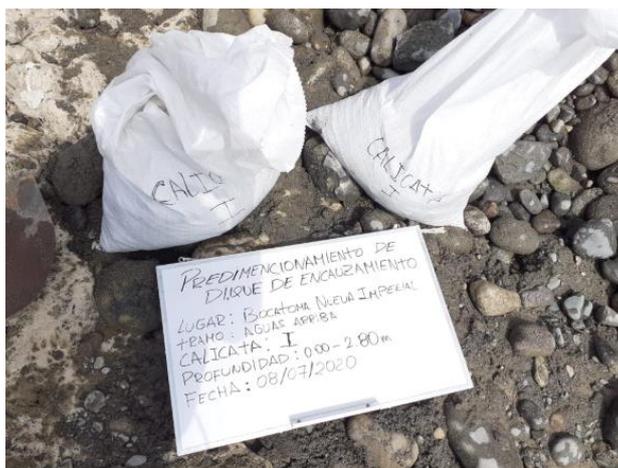


Figura 36: Recolección e identificación de muestras

Fuente: Los autores

c. Ensayos de laboratorio

Se realizará los ensayos según la Norma E.050 de suelo y cimentaciones de la Norma Técnica Peruana (NTP).

Tabla 3
Ensayos de Laboratorio.

ENSAYOS DE LABORATORIO	
ENSAYOS	NORMA APLICABLE
Contenido de Humedad	NTP 339.127 (ASTM D2216)
Análisis Granulométrico	NTP 339.128 (ASTM D422)
Límite Líquido y Límite Plástico	NTP 339.129 (ASTM D4318)
Peso Específico Relativo de Sólidos	NTP 339.131 (ASTM D854)
Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)	NTP 339.134 (ASTM D2487)
Densidad Relativa	NTP 339.137 (ASTM D4253) NTP 339.138 (ASTM D4254)
Peso Volumétrico de Suelo Cohesivo	NTP 339.139 (BS 1377)
Límite de Contracción	NTP 339.140 (ASTM D427)
Ensayo de Compactación Próctor Modificado	NTP 339.141 (ASTM D1557)
Descripción Visual-Manual	NTP 339.150 (ASTM D2488)
Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.152 (BS 1377)
Consolidación Unidimensional	NTP 339.154 (ASTM D2435)
Colapsibilidad Potencial	NTP 339.163 (ASTM D5333)
Compresión Triaxial no Consolidado no Drenado	NTP 339.164 (ASTM D2850)
Compresión Triaxial Consolidado no Drenado	NTP 339.166 (ASTM D4767)
Compresión no Confinada	NTP 339.167 (ASTM D2166)
Expansión o Asentamiento Potencial Unidimensional de Suelos Cohesivos	NTP 339.170 (ASTM D4546)
Corte Directo	NTP 339.171 (ASTM D3080)
Contenido de Cloruros Solubles en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.177 (AASHTO T291)
Contenido de Sulfato Solubles en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.178 (AASHTO T290)

Fuente: Norma E.050 suelo y cimentaciones NTP (2006).

d. Curva Granulométrica ASTM D6913

Según Simeón Cañas, J. (1996), para el desarrollo y cálculo de la curva granulométrica se utiliza tamices con aberturas de mallas estandarizadas la cual permite separar las partículas de mayor a menor diámetro mediante la retención en cada tamiz, para luego llevarlas a un laboratorio y analizar los resultados de la estructura del suelo la cual permitirá graficar la curva granulométrica y el porcentaje de partículas dependiendo de su diámetro.

Tabla 4
 Tabla de numeración y abertura de tamices.

TAMIZ (ASTM)	TAMIZ (Neh) (mm)	ABERTURA REAL (mm)	TIPO DE SUELO
3"	80	76.12] GRAVA
2"	50	50.80	
1 1/2 "	40	38.10	
1"	25	25.40	
3/4 "	20	19.05	
3/8 "	10	9.52] ARENA GRUESA
Nº 4	5	4.76	
Nº 10	2	2.00] ARENA MEDIA
Nº 20	0.90	0.84	
Nº 40	0.50	0.42	
Nº 60	0.30	0.25] ARENA FINA
Nº 140	0.10	0.105	
Nº 200	0.08	0.074	

Fuente: Espinace R. (1979).

e. Clasificación SUCS

Según el Dr. Lorenzo, (2019) de la universidad Autónoma de San Luis Potosí especifica que el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS o USCS) se utiliza mayormente en técnicas o trabajos de geotecnia la cual se utiliza los resultados de los análisis granulométricos realizados y el resultado de la determinación de los Límites de Atterberg las cuales son:

- Límite Líquido (LL)
- Límite Plástico (LP)

Índice de Plasticidad (IP)



Figura 37: Separación de componentes finos y gruesos.

Fuente: Dr. Lorenzo Borselli, Instituto Geológico, Fac. de Ingeniería de la UASLP (2019).

Además, los tipos de suelo según la clasificación del SUCS se identifican mediante un símbolo de dos letras, la cual la primera letra identifica el material más abundante o principal de la tierra y la segunda idéntica la información de la curva granulométrica.

- G → grava = gravel
- S → arena = sand
- M → Limo = silt
- C → arcilla = clay
- O → suelo organico = organic soil
- P → turba = peat soils

Considerar:

Si el suelo pasa un menor del 50% por la malla n°200 se le considerará suelo grano grueso y la primera letra será representada por G o S.

Si el suelo pasa un mayor del 50% por la malla n°200 se le considerará suelo de grano fino y será representado por M o C.

Si la arena y gravas son menores del 5% que pasan por malla n°200 se le añadirá la letra W y P como bien graduada y mal graduada respectivamente, además si pasa el peso por la malla n°200 y es mayor al 12% se le considera la segunda letra C o M si es arcillosa o limosa respectivamente y si esta entre el 5% y el 12% será una clasificación dual y será representado por SP-SM.

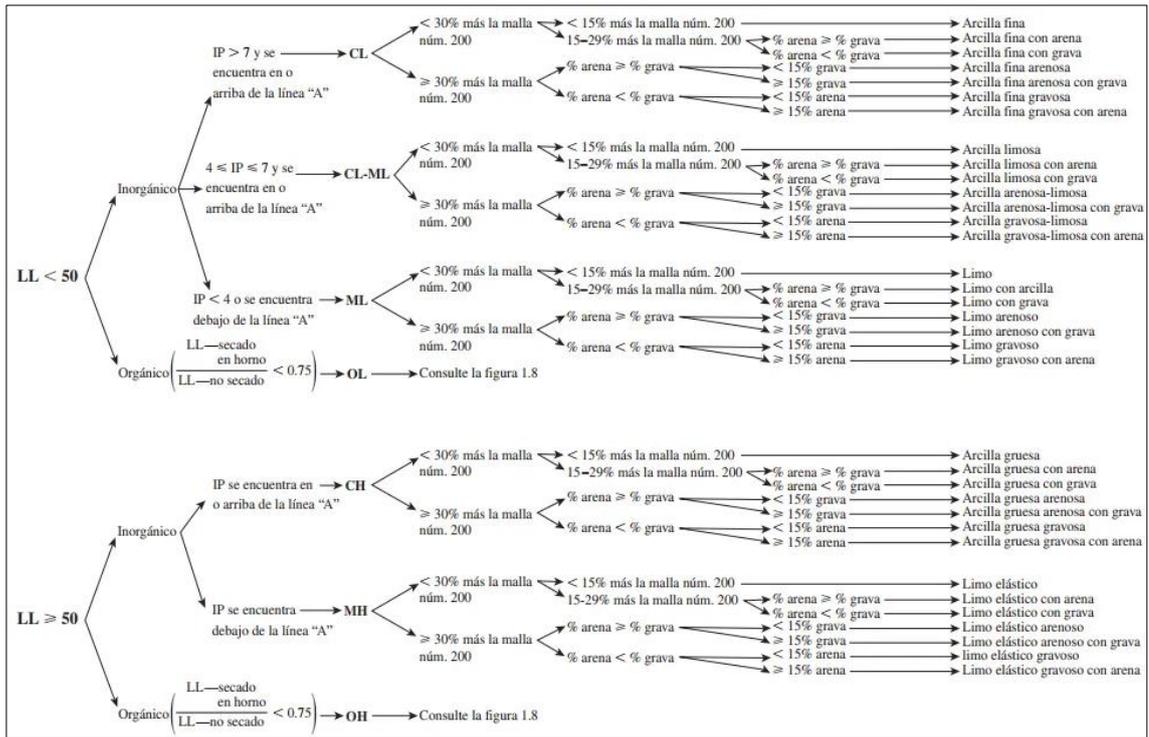
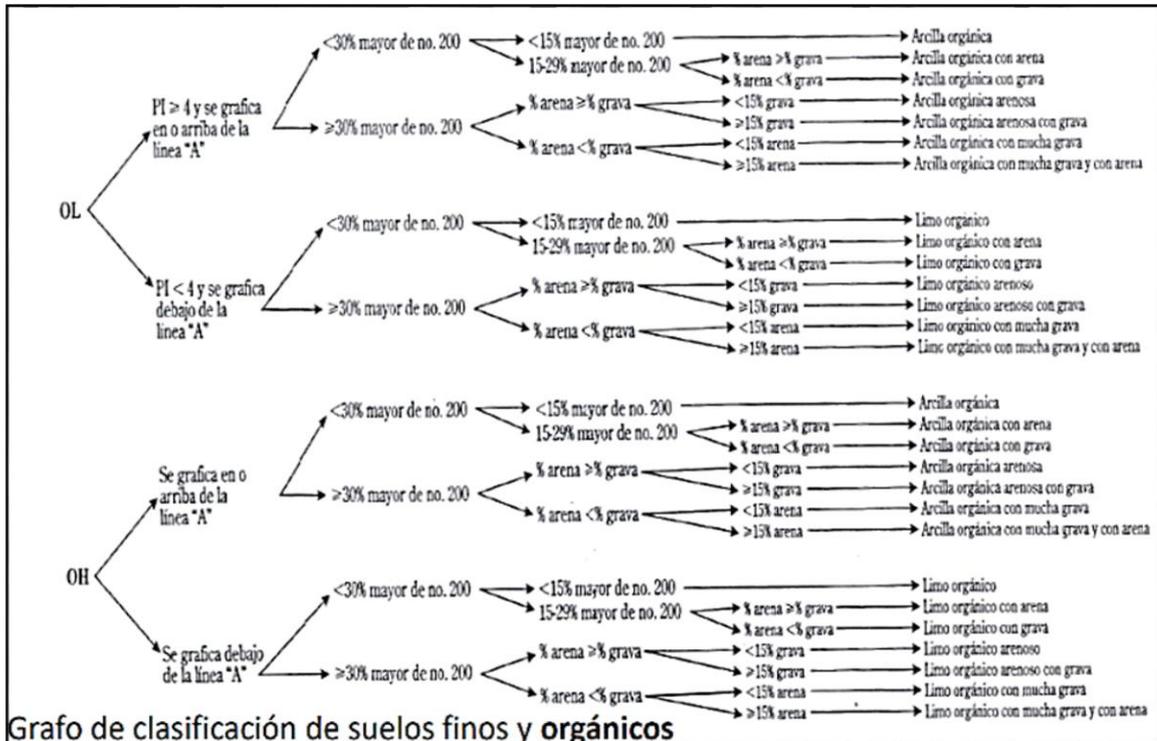


Figura 38: Gráfico de clasificación de suelos finos

Fuente: Dr. Lorenzo Borselli, Instituto Geológico, Fac. de Ingeniería de la UASLP (2019).



Grafo de clasificación de suelos finos y orgánicos

Figura 39: Clasificación de suelos finos y orgánicos

Fuente: Dr. Lorenzo Borselli, Instituto Geológico, Fac. de Ingeniería de la UASLP (2019).

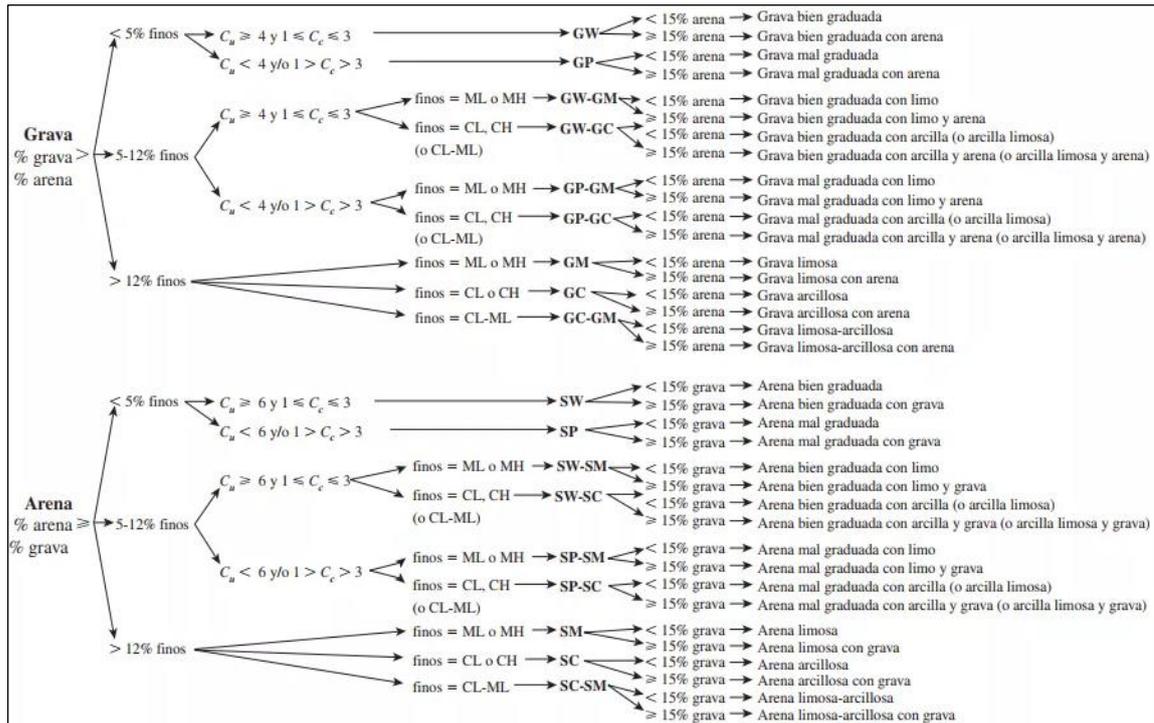


Figura 40: Clasificación de suelos gruesos.

Fuente: Dr. Lorenzo Borselli, Instituto Geológico, Fac. de Ingeniería de la UASLP (2019).

Luego de obtener los datos se procederá a hallar el coeficiente de uniformidad y coeficiente de curvatura para los siguientes diámetros: D10, D30 y D60 con las siguientes formulas:

$$D_x = \left(\frac{D_2 - D_1}{\log \%_{02} - \log \%_{01}} * \log \%_{0x} - \log \%_{01} \right) + D_1$$

Coeficiente de uniformidad

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Coeficiente de curvatura

$$Cu = \frac{D_{30}^2}{D_{60} * D_{10}}$$

f. Corte directo ASTM D3080

Según Braja M. (2012) La finalidad del ensayo del corte directo es determinar la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo sometido a una deformación aplicada por una carga la cual será muy útil para hallar la capacidad portante de un suelo mediante el método de Terzaghi.

$$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma \quad (\text{cimentación continua o corrida})$$

Figura 41: Método de Terzaghi.

Fuente: Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones, Braja M. Das 7ma Edición Parte 1 pág. 138., (2012).

c' = cohesión del suelo

γ = peso específico del suelo

$q = \gamma D_f$

N_c , N_q , N_γ = factores de capacidad de carga que son adimensionales y funciones solo del ángulo de fricción del suelo.

2.2.7. Estudio Hidráulico

Se encarga de estudiar la mecánica de los fluidos y el análisis del movimiento de los líquidos para un mejor aprovechamiento de las aguas, además adicionándole los cálculos matemáticos es posible determinar dichas características para la construcción de presas, canales, defensas ribereñas, estructuras hidráulicas, entre otras.

Áreas inundables

Para definir las áreas inundables se utiliza el modelo HEC-RAS la cual sirve para simular los cálculos mediante canales artificiales o naturales, además se utiliza para el manejo de zonas inundables y para seguridad ante crecidas.

Coeficiente de rugosidad de Manning

Según Masa, J. & Burgos, V. (2006), define que mayormente se utiliza cuando existe información para que se realice el procedimiento, además constituye un parámetro de calibración.

Coeficiente de Manning en cauce

Para este procedimiento se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{0.113 \times R^{1/6}}{1.16 + 2 \times \log\left(\frac{R}{D_{84}}\right)}$$

Figura 42: Fórmula de Manning en cauce

Fuente: Masa, J. & Burgos, V., Instituto Nacional del Agua Centro Regional Andino – Argentina (2006).

R= Radio hidráulico (m)

D= Diámetro del material por debajo del cual está el 84% (m)

Altura de socavación

Cálculo se Socavación mediante el método semi-empírico.

Para calcular la profundidad máxima se socavación se requiere saber el diámetro del cauce y el caudal del río.

Caudal unitario de flujo

$$q = Q/B$$

Calculo de profundidad de equilibrio

$$h_s = \kappa \cdot \frac{q^\omega}{d_{50}^\eta}$$

Profundidad de socavación promedio

$$e_s = Dh - h_s$$

Profundidad máxima de socavación con relación a la máxima profundidad inicial y la profundidad hidráulica.

$$E_{smax} = e_s(h_{max}/D_h)$$

2.2.7.1. Definición de HEC-RAS

Según Lluen, W. (2014) aclara que el software HEC – RAS es un instrumento que ha venido evolucionando desde la versión 2.2 y desarrollándose con nuevas herramientas de trabajo para el análisis de flujo hasta la versión 5.0 que nos permite la modelización en 1D y 2D para las condiciones permanentes y no permanentes, también en la modelización de transportes de sedimentos y análisis de la calidad del agua, en la cual la versión 2.2 solo permitía solo trabajar con una dimensión y en condiciones permanentes.

Versión HEC-RAS	Modelización 1D	Modelización Cuasi-2D	Modelización 2D	Flujo Permanente	Flujo No Permanente	Análisis de Transporte de Sedimentos	Análisis de Calidad de Agua
2.2	✓			✓			
3.1.3	✓			✓	✓		
4.1.0	✓	✓		✓	✓	✓	✓
5.0	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Figura 43: Proceso de desarrollo del software HEC-RAS

Fuente: Lluen Chero, Willy, Aplicación de la nueva herramienta HEC-RAS 5.0 para cálculos bidimensionales de flujo de agua en ríos (2015).

2.2.7.2. Aplicación de HEC-RAS

El software HEC-RAS es una serie de procedimientos que nos ayuda a simular flujos de cauce natural como también canales artificiales, la cual nos permitirá determinar los lugares o zonas inundables y a la vez realizar los estudios de inundabilidad.

Capacidad y Ventajas de HEC – RAS.

Debido a las actualizaciones que obtuvo el software ha podido desarrollar nuevas capacidades de simulación en 2D tales como:

- Puede combinar la modelización de 1D y 2D.

- Emplea el uso de las ecuaciones Onda Difusa en 2D como también la ecuación de Saint-Venant.
- Emplea el volumen finito implícito.
- Permite el acoplamiento de las modelizaciones 1D y 2D.
- Mallas estructurales y no estructurales.
- Detalles de las propiedades hidráulicas en tablas.
- Esquemas o mapas detallando las zonas inundables, como también la simulación de estas.
- Permite realizar los trabajos en procesadores de 64 bits y 32 bits.

2.2.7.3. Definición de HEC-HMS

Según Pascual, J. & Díaz, M. (2016), define que el software HEC-HMS es una serie de procedimientos que ha ido desarrollándose y añadiendo mejoras al programa desde la versión HEC-1 hasta su actualidad, la nueva versión de HEC-HMS presenta mejoras como una mejor y mayor operatividad en la modelización, la simulación, así como también en la entrada de datos al inicio del proceso de modelización y en la gestión de información.

2.2.7.4. Aplicación de HEC-HMS

Según San Román, J. de la Universidad de Salamanca- España (2015), aclara que:

El software HEC-HMS es una serie de datos (de la cuenca y precipitaciones) y procedimientos que nos permite el cálculo de hidrogramas producidos por una cuenca, además permite adicionar varias subcuencas, también permite calcular los siguientes:

- Cálculo de la precipitación que va a generar escorrentía directa.
- Cálculo de escorrentía directa que es producida por la precipitación neta.

- Calcular el proceso de la escorrentía mediante paso del tiempo.
- Cálculo del proceso de evolución de un Hidrograma a lo largo de un cauce mediante un embalse o depósito.

2.2.8. Diques

2.2.8.1. Definición de Diques

Básicamente los diques son estructuras o muros de contención que sirven para la contención de aguas en ríos, lagos y como para la elaboración de presas, canales, carreteras, otras. Según el Ing. José Luis Alunni (2018), Cátedra: Fundamentos de la Ingeniería específica que los diques son muros de contención, las cuales sirven para la protección de avalanchas, de deslizamientos de terrenos, aguas subterráneas o agentes externos que pueden ser causados por sismos.

Principales partes de un dique

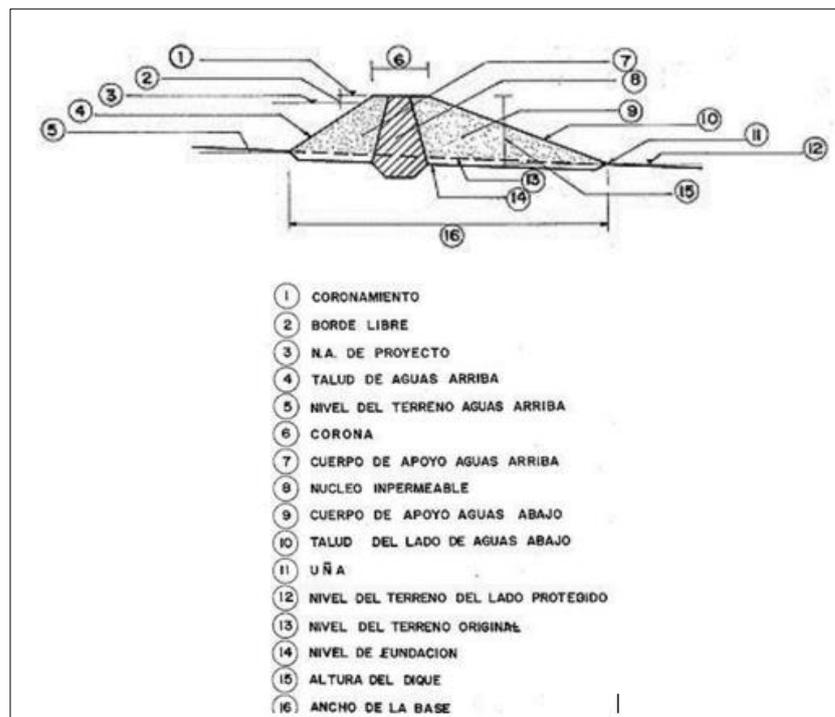


Figura 44: Principales partes de un dique.

Fuente: Ing. José Luis Alunni. Cátedra: Fundamentos de Ingeniería, del Tema 11: Canales – Presas – Diques (2018).

2.2.8.2. Tipos de Diques

Según el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), (2013), Protección frente a inundaciones, especifica que:

- Diques Longitudinal:

Son estructuras que se disponen a lo largo del curso de agua (río o quebradas), encauzando avenidas máximas y protegiendo contra inundaciones o desbordes a la población, así mismo, los diques longitudinales se ubican en la faja marginal.

• Diques enrocados:

Son estructuras de roca que se acomodan en los taludes de diques de material propio o de préstamo, además se complementan con uñas.



Figura 45: Diques enrocados.

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas, Protección frente a inundaciones (2013).

• Dique tipo Gaviones:

Son cajas armables que se rellenan con piedras y se sujetan con alambres, estas estructuras se utilizan mayormente para la protección de taludes del cauce del río.



Figura 46: Gaviones.

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas, Protección frente a inundaciones (2013).

- Muros de encauzamiento:

Son similares a los diques longitudinales en cuanto a función, pero estructuralmente son diferentes. Constituyen barreras entre el cauce y la población aledaña, mayormente se utiliza cuando no se no existe áreas para la construcción de estructuras, así mismo, cuando el cauce cruza las ciudades o pueblos.

• Muros por gravedad

Son estructuras de gran masa que resiste al empuje con su propio peso y con el apoyo del suelo, además, los muros por gravedad pueden ser de concreto ciclópeo, mampostería y rocas; también deben de ser de grandes dimensiones dependiendo del empuje, en cuanto a su sección transversal puede ser de varias formas.

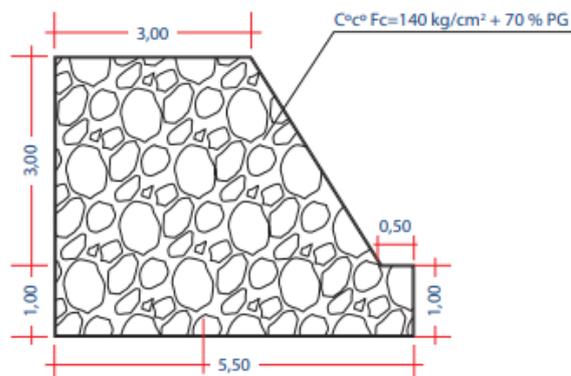


Figura 47: Muros por gravedad.

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas, Protección frente a inundaciones (2013).

2.2.8.3. Clasificación de Diques

Según Lligüi & Ñauta (2014), aclara que el dique se diseña dependiendo del material de construcción y de la forma de resistencia dependiendo de la fuerza ejercida por el agua.

- Según su material de construcción:
 - Diques de materiales locales.
 - Diques de hormigón armado o concreto armado.
 - Diques de otros elementos.
- Según la forma de resistencia debido a la fuerza ejercido por el agua:
 - Diques de Gravedad: Encargado de resistir el empuje del agua con su propio peso.
 - Diques de Arco.
 - Diques Anclados.
 - Diques de Contrafuerte.

2.2.8.4. Uso de los Diques

Según la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, (2016), los diques son utilizados mayormente para la prevención de inundaciones de los campos aledaños a los ríos, protege determinadas áreas contra el embate de las olas y también son utilizados para encajar el flujo de los ríos a fin de dar un flujo más rápido.

2.3. Definición de términos básicos

Azud: Según Rocha Felices, A. (2003), azud es un término de origen árabe de significado barrera, su función es elevar el nivel del agua o caudal con el fin de derivar una parte del caudal principal a los canales o acequias se podría definir como una presa.

Caudal: Según el manual Hidrológico, Hidráulica y Drenaje (2018), se define como la cantidad de fluido que discurre a través de una sección que pueden ser un río, un canal, tubería en una unidad de tiempo su unidad de medida es m^3 /s y puede tomar varias definiciones como caudal de diseño, o caudal máximo.

Carga hidráulica: La carga hidráulica se define como la energía que produce un fluido debido a la fricción de las partículas del fluido, la cual produce una presión en las paredes con la cual tiene contacto.

Colmatación: Se define a colmatación como al relleno de una depresión que puede ser natural o artificial como por ejemplo un lago, el cauce de un río que suelen llenarse por acumulación de sedimentos por la erosión del clima.

Decantador: Parte de la una estructura hidráulica tiene como objetivo principal de la decantación es decir eliminar los sólidos que se pueden sedimentar en el fondo por acción de la gravedad, es decir cumple la función de limpiar en el mantenimiento de la estructura.

Escorrentía: Término en hidrología que hace referencia a una lámina que discurre o circula sobre una cuenca, también se puede definir como la altura del agua de lluvia escurrida y extendida que se miden en milímetros.

Espigones: Según el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), (2013), también llamado escollera o rompeolas, se define como una estructura en forma no lineal que se construye con bloques de roca de tamaños o dimensiones considerables, también puede ser construidos de materiales prefabricados principalmente de hormigón, son usados principalmente en ríos, costas marinas donde cumplen la función de evitar la decantación de la arena.

Factor de seguridad: También denominado coeficiente de seguridad, es el resultado de la división entre el valor calculado de la capacidad máxima de un sistema y el valor requerido o esperado, como resultado es un número mayor que 1, el resultado nos indicará la capacidad máxima que existe en el sistema.

Geo estudio v12: Software que posibilita ampliar la aplicación en diversos problemas en geoingeniería y estudios de suelos la cual permite modelar la estabilidad en taludes, deformaciones en el suelo y las transferencias de calor masa del suelo. Es un software muy usado en la ingeniería civil.

Mallas estandarizadas: Se denomina malla estándar al diseño exclusivo que nos permite asegurar un flujo suave de los materiales y no se vea interrumpido a través del tamiz, estas mallas deben ser construidas con materiales de alta calidad y ser certificadas con los estándares ASTM.

Software River: Es un programa nacional que fue elaborado por el ingeniero Elmise Benavides C. especialista de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) del Ministerio de Agricultura para la protección de cauces y defensas ribereñas para proyectos hidráulicos.

Recubrimiento: El recubrimiento en concreto actúa como una barrera física la cual permite que el concreto no sufra el ataque de los diferentes agentes principalmente del clima, también el recubrimiento permite elevar la alcalinidad del concreto y el acero ayudando a proteger el acero de refuerzo, en conclusión, el recubrimiento asegura la resistencia y durabilidad de la estructura.

Tirante: Según Ven Te Chow, (2004), denominado también como profundidad de flujo, se define como la distancia vertical que se forma desde el punto más bajo de una sección hasta la superficie libre, generalmente está representada por la letra h, en conclusión, se puede decir que es la profundidad máxima del agua en el canal.

2.4. Hipótesis

A continuación, se detalla el planteamiento de la hipótesis parte de la estructura de la investigación que está conformada por: la hipótesis general, hipótesis específica.

2.4.1. Hipótesis general

El modelamiento hidráulico incide directamente en la determinación del predimensionamiento de diques de encauzamiento del río Cañete tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial-Cañete.

2.4.2. Hipótesis específicas

- El **estudio topográfico incide directamente** en el modelamiento hidráulico para determinar el predimensionamiento de diques de encauzamiento en el río Cañete tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial-Cañete.
- El **estudio hidrológico incide directamente** en el modelamiento hidráulico para la determinar el predimensionamiento de diques de encauzamiento en el río Cañete tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial-Cañete.
- El **estudio geotécnico incide directamente** en el modelamiento hidráulico para la determinar el predimensionamiento de diques de encauzamiento en el río Cañete tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial-Cañete.
- El **estudio hidráulico incide directamente** en el modelamiento hidráulico para la determinar el predimensionamiento de diques de encauzamiento en el río Cañete tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial-Cañete.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

En la parte de metodología de la investigación se define el conjunto de procedimientos y técnicas que aplicaremos de forma ordenada y sistemática para la realización de nuestra investigación, como partes resaltantes de este capítulo III, definiremos la tipología, las variables, el cuadro de operación de la variable, población y muestra, técnicas de investigación, instrumentos. También se adjunta nuestra matriz de consistencia que tiene como finalidad mostrar un cuadro resumen del proyecto de investigación, la matriz consta de: el título de la investigación, los objetivos, las hipótesis, las variables, indicadores y el diseño de la investigación. A continuación, se define lo mencionado.

3.1. Diseño Metodológico

3.1.1. Tipo de investigación

Para elaborar el modelamiento hidráulico tendremos que realizar los estudios hidrológicos, topográficos, hidráulicos y geotécnicos con sus respectivos ensayos en laboratorio y demostrar nuestra hipótesis propuesta que el modelamiento hidráulico influye directamente en el predimensionamiento de los diques de encauzamiento en la bocatoma Nueva Imperial - Cañete, por lo que podemos concluir que el tipo de investigación en la presente tesis es aplicada ya que buscamos resolver un problema y proponer una solución. De la misma forma el poder recolectar data numérica medible en los estudios y ensayos en laboratorio realizados, estimar valores y el uso de estadística para el procesamiento de información con el objetivo de que nos permita realizar el modelamiento y poder determinar las dimensiones de diseño de los diques de encauzamiento, por lo que podemos concluir que esta investigación tiene un tipo de investigación aplicada.

3.1.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es descriptivo porque da cuenta de las características hidrológicas e hidráulicas de la cuenca, también se da cuenta de las características topográficas y geotecnias del tramo de la zona de estudio, con el objetivo de realizar el modelamiento y determinar de forma exacta los tramos críticos donde se desborda el río y calcular el predimensionamiento de los diques de encauzamiento. También se podría decir que la investigación tiene un nivel explicativo ya que se realizará el modelamiento a través de simulaciones de la cuenca en los programas HEC-RAS y HEC-HMS para determinar el predimensionamiento de los diques de encauzamiento.

3.1.3. Diseño de investigación

EXPERIMENTAL

La investigación tiene un diseño experimental ya que se realiza la manipulación de la variable independiente (modelamiento hidráulico) a través de los estudios realizados, ensayos de laboratorio y softwares. Con el objetivo de determinar el predimensionamiento de diques de encauzamiento. Ejemplo: En el modelamiento computarizado del HEC - HMS variaremos el periodo de retorno de las precipitaciones para obtener las diferentes alturas de diseño de los diques encauzamiento.

LONGITUDINAL

La investigación tiene un diseño longitudinal ya que en los estudios realizados se recolecto datos de campo hidrológicos en diferentes etapas y tiempos. Ejemplo la información estadística de las precipitaciones para determinar los caudales en los diferentes periodos de retorno, los caudales máximos, precipitaciones recogidas del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.

RETROSPECTIVO

Es retrospectivo porque el modelamiento para determinar el predimensionamiento de diques de encauzamiento se realizará después de los acontecimientos ocurridos, también se tomarán datos recogidos con anterioridad sobre la cuenca los caudales y las precipitaciones.

3.2. Variables

En esta investigación se ha logrado identificar como variable independiente y dependiente las siguientes:

3.2.1. Variable independiente

Se realizara el modelamiento hidráulico es decir un modelamiento matemático de un flujo de corriente de agua en el tramo de aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial, que será a través de los software HEC RAS y HEC HMS, que a partir de los estudios realizados como topográficos, hidrológicos, geotécnicos e hidráulicos del tramo en investigación podremos obtener la extensión de la lámina de agua y su altura el cual nos permitirá determinar el predimensionamiento del dique de encauzamiento, en conclusión podremos simular situaciones reales que son producidos en un prototipo cuyo comportamiento se quiere conocer para nuestro proyecto.

3.2.2. Variable dependiente

Para la presente investigación se determinará el predimensionamiento de diseño del dique de encauzamiento en la bocatoma Nueva Imperial - Cañete tramo aguas arriba, esta variable dependerá de los estudios que realicemos para poder determinar las dimensiones de dicho dique como la altura, ancho de corona, ancho de base y la pendiente.

3.3. Cuadro de variables

Tabla 5:
Operacionalización de variable.

Operacionalización de variables				
variables	Dimensión	indicador	instrumento	Índice
Variable dependiente PREDIMENSIONAMIENTO DE DIQUES DE ENCAUZAMIENTO	Magnitudes	- Altura.		m
		- Ancho de coronación.		m
		- Ancho de la base.		m
		- Pendiente.		
Variable independiente MODELAMIENTO HIDRAULICO	Estudios Topográficos	- Curvas de nivel.	- Lev. Top. Estac.	msnm
		- Secciones transversales.		m
		- Sección Longitudinal.	- Lev. Top. Estac.	m
		- Pendiente fluctuante.		%
	Estudios Hidrológicos	- Delimitación de cuenca	- ArcGIS	-
		- Caudales Max	- SENAMHI	m³/s
		- Precipitaciones Max 24h	- SENAMHI	mm
		- Precipitación en diferentes periodos de retorno para 100 y 500 años.	- Hyfran	m³/s mm
	Estudios Geotécnicos	- Calicata.	- Retroexcavadora	unid
		- Características del terreno.		-
		- Granulometría-SUCS.		%
		- Contenido de humedad.		%
- Corte Directo.			Kg/cm	
Estudios Hidráulicos	- Gravedad específica de los sólidos.		mt	
	- Polígono de Thiessen	- ArcGIS	-	
	- Caudales para un tiempo de retorno de 100 y 500 años.	- HEC - HMS	m³/s	
- Áreas inundables.	- HEC - RAS	m		

Fuente: Los autores

3.4. Población y muestra

En la presente investigación definiremos a la población donde se va realizar el estudio que viene a ser las bocatomas ubicados en la cuenca del río Cañete y la muestra ubicado en el tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial - Cañete que está ubicado en el km 26 de la carretera Nor Yauyos de la provincia de Cañete, departamento de Lima. Y la muestra que representa una parte de la población en nuestra investigación será la cuenca del río Cañete donde realizaremos los diferentes estudios.



Figura 48: Punto de extracción de muestras de suelo y levantamiento topográfico.

Fuente: Extraído de Google Earth Pro.

3.4.1. Población

La población para realizar la presente investigación serán bocatomas que se ubican a lo largo de la cuenca del río Cañete, departamento de Lima, específicamente a 173 km al sur de Lima, antes de llegar a la

localidad de Lunahuaná por un acceso a 100m de la carretera Cañete-Yauyos (Km 23).



Figura 49: Ubicación del distrito Nuevo Imperial.

Fuente: Municipalidad provincial de Cañete (2020).

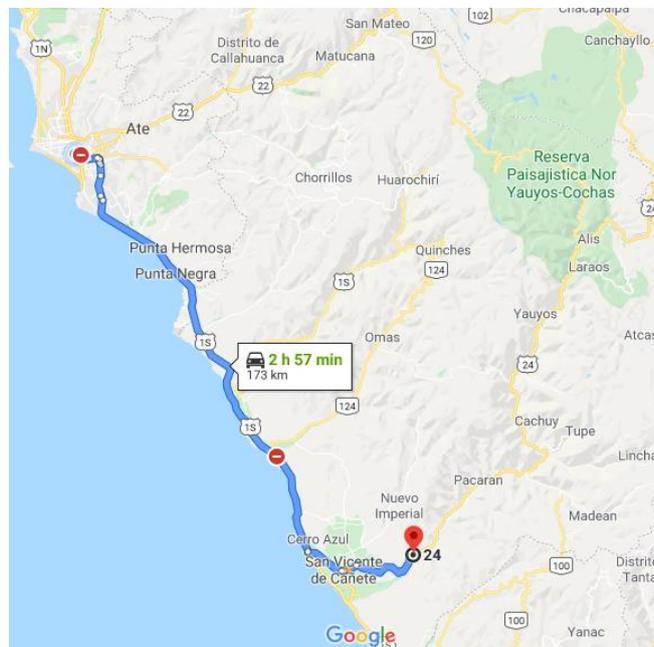


Figura 50: Recorrido y distancia desde Lima hasta lugar de investigación.

Fuente: Extraído de Google Maps.

3.4.2. Muestra del estudio

La muestra para realizar la investigación será el tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial – Cañete, donde realizaremos el modelamiento hidráulico y el levantamiento de información a través de los diferentes estudios Hidrológicos, Topográficos y Geotécnicos. Esta cuenca está representada por:

- Cuenca alta: Área limitada entre las cotas geográficas 4000 y 5800 msnm.
- Cuenca media: Área limitada entre las cotas 350 y 4000 msnm, su límite más bajo se encuentra en la estación hidrográfica Sosci.
- Cuenca baja: Comprendido entre las cotas 0.0 y 350 msnm.

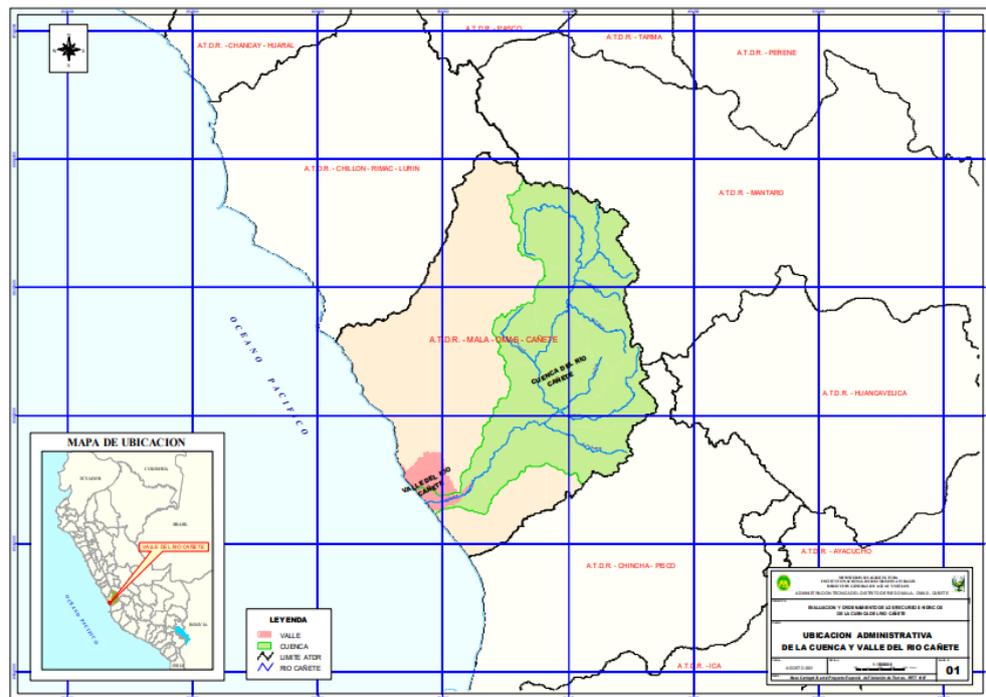


Figura 51: Mapa de la cuenca del río Cañete.

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (2018).

3.5. Técnicas de investigación

Para determinar la información y datos necesarios para realizar la investigación, se empleó la recolección de datos a través de la técnica de observación experimental. A continuación, definiremos por estudios:

- Para la información hidrológicos: Los datos que nos permiten conocer los caudales máximos a partir de la información del régimen de lluvias máximas ocurridas en la cuenca del río Cañete, para lo cual se empleó la técnica de compilación de datos históricos en las estaciones pluviométricas desde los años 1963 hasta 2018, la información fue proporcionada por la entidad administradora SENAHMI.
- Para la información topográfica: La recolección de información se realizó el levantamiento topográfico con estación total en el tramo de estudio para obtener las curvas de nivel, secciones transversales y longitudinales.
- Para la información geotécnica: Se realizaron muestras de calicata a lo largo del margen derecho del eje del río Cañete para posteriormente ser analizados en los ensayos de laboratorio.

3.6. Instrumentos de recolección de datos

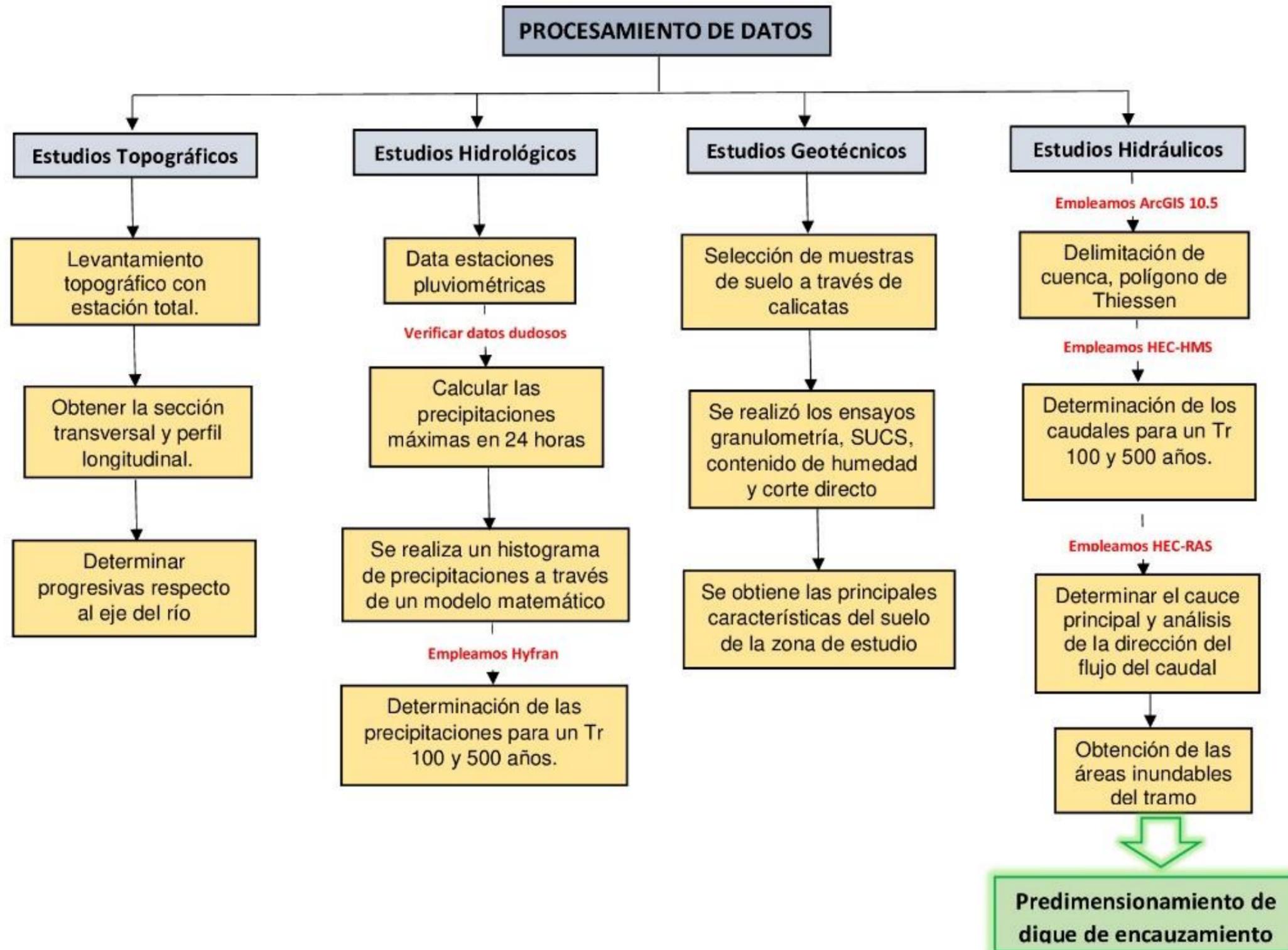
El instrumento de recolección de datos para esta investigación se define como los recursos que registran la información la cual definiremos por estudio realizados.

- Instrumento para los estudios hidrológicos: Se utilizó las hojas de cálculo del software Microsoft Excel para procesar la información de precipitaciones y caudales, también se usó el software Hyfran para analizar las precipitaciones y determinar en diferentes periodos de retorno.
- Instrumentos para los estudios topográficos: Se utilizó una estación total para el levantamiento topográfico de la información de la zona y se procesaron mediante el software Civil 3D para el análisis de la información y obtener las secciones transversales y longitudinales.
- Instrumentos para los estudios geotécnicos: Se utilizaron para la investigación son el software Microsoft Excel nos permitió procesar la información obtenida de los ensayos en laboratorio para determinar las características y propiedades del suelo y para la

ejecución de las calicatas se contrató maquinaria pesada que fue una retroexcavadora.

- Instrumentos para el estudio hidráulico: Son el software ArcGIS, HEC-HMS, HEC RAS.

3.7. Procesamiento de datos



CAPÍTULO IV

DESARROLLO

4.1. Estudios topográficos

En este capítulo se detalló el proceso del levantamiento topográfico realizado en la zona de interés para determinar su perfil longitudinal como transversal y definir algunos detalles del estudio realizado. Los principales instrumentos utilizados fueron 1 Estación Total, Leica, Modelo TS 07 R500 de 5", 1 navegador GPS, 3 radios, 1miniprisma marca Leica, 2 prismas Leica. El método de medición fue el indirecto ya que nos permitió determinar distancias, direcciones y elevación de un punto con la estación total, cabe recalcar que la estación total se ubicó en la parte más alta para un mejor recojo de información, la zona de estudio presento una topografía semi accidentada con vegetación cañaveral con pendientes fluctuantes entre el 2% a 10%.



Figura 52: Área del proyecto (Lev. Topográfico).

Fuente: Extraído de Google Maps.



Figura 53: Proceso de levantamiento de puntos topográfico sobre estructura de la bocatoma Nueva Imperial - Cañete.

Fuente: Los autores.



Figura 54: Proceso de levantamiento de puntos topográfico sobre barraje móvil de la bocatoma Nueva Imperial - Cañete.

Fuente: Los autores.

4.1.1. Ubicación política

Tabla 6

Ubicación política de la bocatoma nueva imperial.

Tabla resumen de ubicación política			
Departamento	provincia	Distrito	Cuenca
Lima	Cañete	Nueva imperial	Rio cañete

Fuente: Los autores.

4.1.2. Ubicación geográfica

La bocatoma Nueva Imperial se ubica 173 km al sur de Lima, antes de llegar a la localidad de Lunahuaná por un acceso a 100m de la carretera cañete-Yauyos (Km 23) donde se encuentra la bocatoma Nueva Imperial - Cañete.

Paralelo: 13° 2' 46.3" Latitud sur

Longitud: 76° 13' 14.7" Longitud Oeste

Altitud: 280 m.s.n.m.

Tabla 7

Coordenadas UTM y altitud (GARMIN GPS MAP 78s 0112373).

COORDENADAS UTM WGS84	
ESTE	OESTE
368292	8558097

Fuente: Los autores

4.1.3. Secciones transversales

Para poder determinar las secciones transversales se realizó la medición de algunas elevaciones del terreno tanto al margen derecho e izquierdo, perpendiculares al eje del río. Se tomó tres puntos a cada margen uno en el fondo del río, otro en la ribera del río, y el tercero en el terreno natural, para mayor precisión se tomaron los datos cada 0+020.00m. Con toda la información recogida se procesó en Civil 3D y se pudo obtener las secciones transversales del tramo de estudio. Para mayor detalle ver anexo

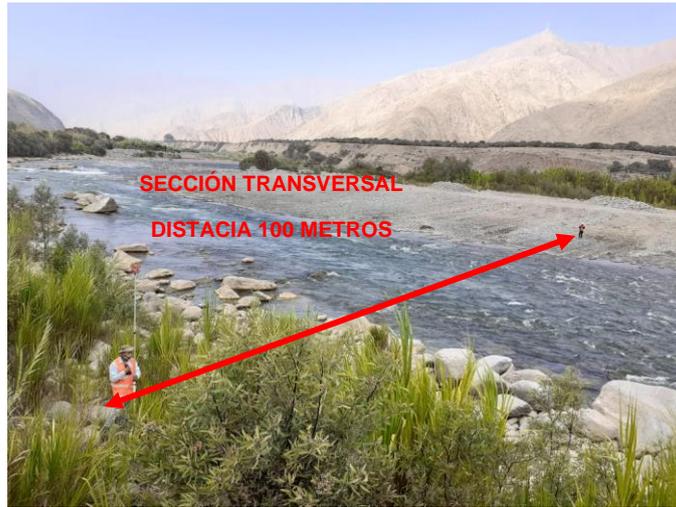


Figura 55: Proceso de levantamiento de la sección trasversal del río Cañete.

Fuente: Los autores

4.1.4. Sección Longitudinal

Se realizó el levantamiento del perfil longitudinal que permitió conocer el comportamiento del lugar de estudio a lo largo del eje definido. La forma del perfil longitudinal toma una forma de guitarra donde se observa en el eje X las distancias de separación entre las secciones a cada 20 m y en el Y se muestra la elevación del terreno, donde se podrá obtener la pendiente del río en el tramo de estudio. Una vez obtenida la información recogida en campo se procedió a descargar la información y poder obtener la representación gráfica del perfil longitudinal con la herramienta AutoCAD civil 3D,



Figura 56: Proceso de levantamiento de la sección longitudinal del río Cañete.

Fuente: Los autores.

4.2. Estudios Hidrológicos

4.2.1. Delimitación de cuenca

Para realizar la delimitación de la cuenca se utilizó como indicador el distrito de Nueva Imperial, además también se utilizó la información en formato digital DEM, esta información fue obtenida de la página web de la NASA a través del satélite ASTER.

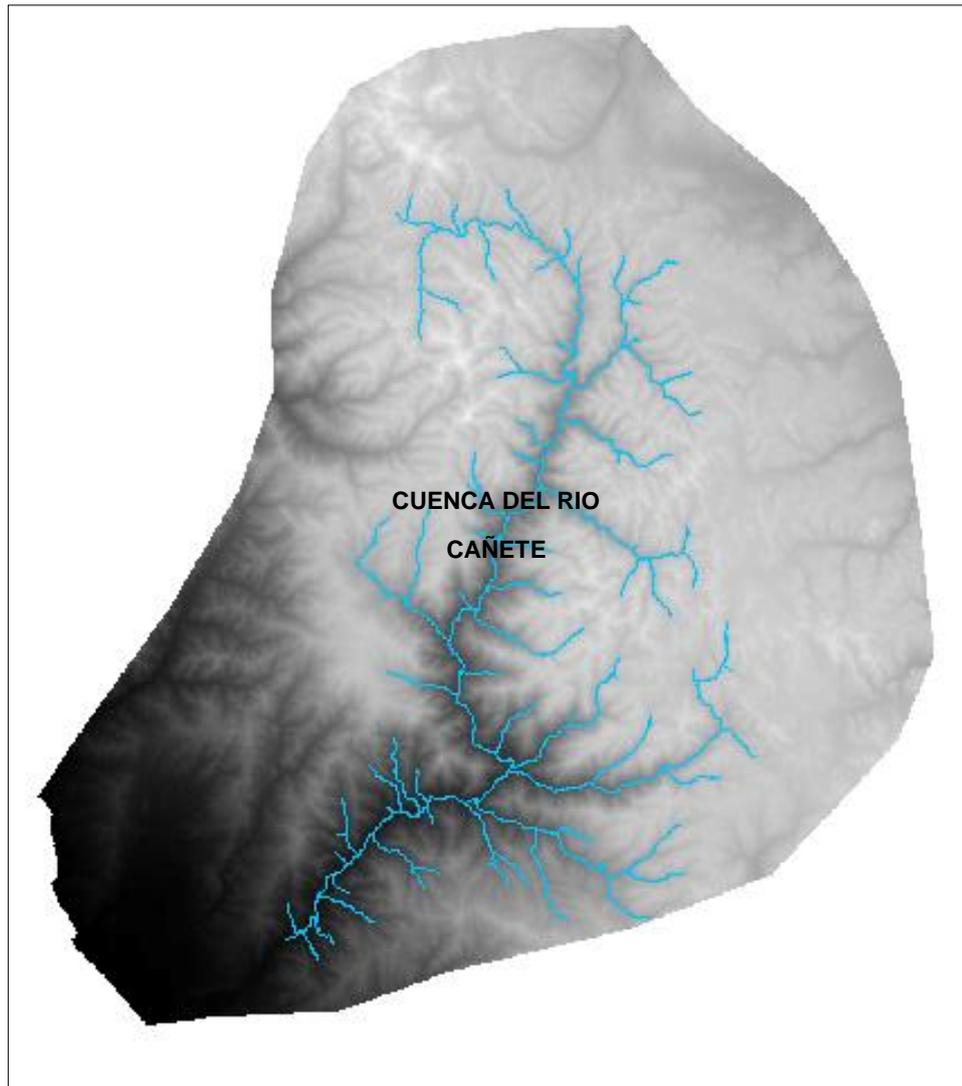


Figura 57: DEM de la cuenca del río Cañete.

Fuente: Los autores adaptado de google earth (2020).

Luego se procesó el DEM mediante el Sistema de Información Geográfica ArcGIS, el cual nos permitió delimitar la cuenca del río Cañete.

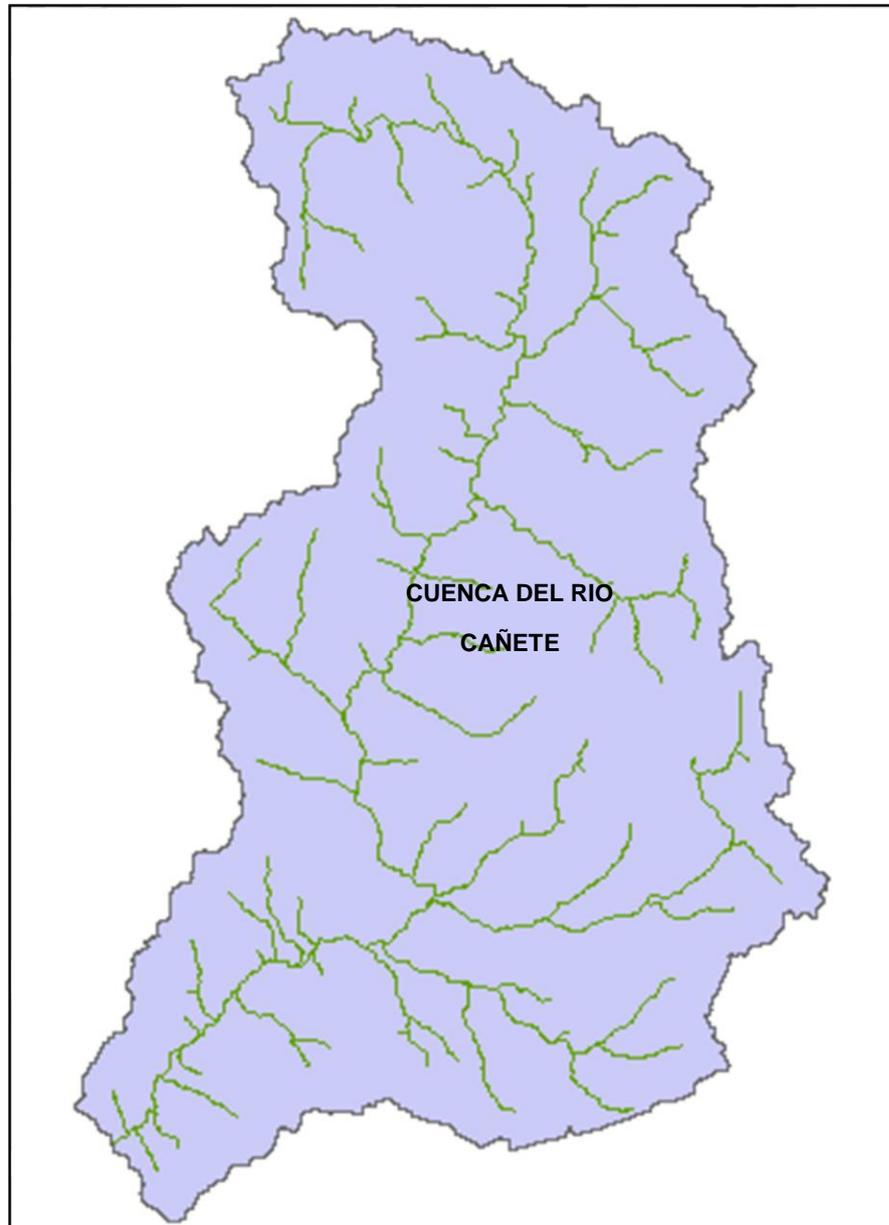


Figura 58: Delimitación de la cuenca del río Cañete.

Fuente: Los autores.

4.2.2. Precipitaciones máximas anuales por cuenca

Para poder determinar las precipitaciones máximas anuales en las estaciones de la cuenca del río Cañete se realizó la recopilación de los datos históricos que encontramos en la entidad administradora, SENAEMI, entrando por la página web <http://snirh.ana.gob.pe/visors2/> donde se delimitó la cuenca y podemos observar las estaciones de la cuenca del río Cañete.

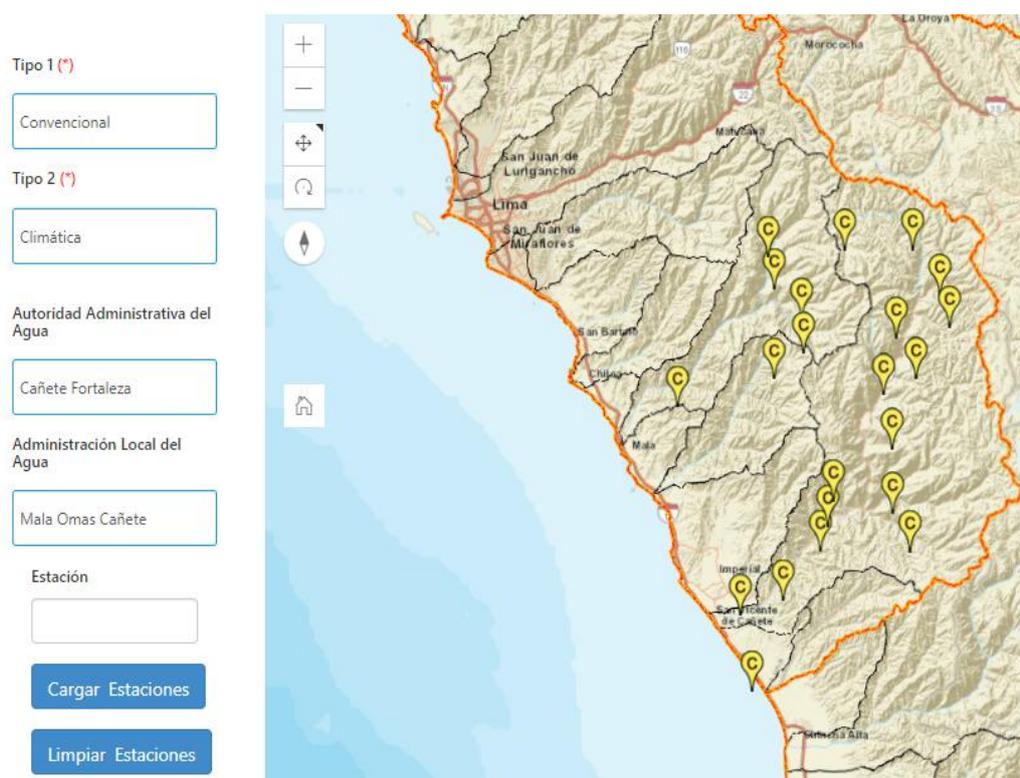


Figura 59: Estaciones en la cuenca del río Cañete.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2020).

Al momento de la recopilación de la información de las precipitaciones se encontró pocas estaciones con información registrada de 24h en precipitaciones, por lo que se optó por tomar la información de 12h y realizar la suma para poder determinar las precipitaciones máximas en 24h, también cabe resaltar que los meses tomados fueron desde diciembre hasta marzo fecha que se producen la mayor cantidad de registros debido a la presencia de lluvias en la costa central del Perú.

Tabla 8

Registro de estaciones meteorológicas tomadas en la cuenca del río Cañete.

ID	ESTACIÓN	AÑOS TOMADOS	
1	Socsi	2004	2018
2	Nicolás Franco	2004	2007
3	Pacarán	1964	2018
4	Picamarán	1969	1971
5	Huangascar	1963	2018
6	Catahuasi	1963	1969
7	Colonia	1963	1988
8	Yauyos	1963	2018
9	Huantan	1965	1990
10	Carania	1963	2018
11	Yauricocha	1986	2018
12	Tomas	1981	1989
13	Vilca	1963	2018
14	Tanta	1963	2018

Fuente: Los autores

Tabla 9

Precipitaciones máximas anual Huantan del año 1965 a 1990.

ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)	ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)	ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)
1	1965	41.6	10	1974	26	19	1983	38.7
2	1966	20	11	1975	41.1	20	1984	51.7
3	1967	40	12	1976	20.4	21	1985	22.3
4	1968	17.7	13	1977	31.9	22	1986	22.4
5	1969	20.3	14	1978	23.3	23	1987	26
6	1970	21.2	15	1979	20	24	1988	34
7	1971	17.5	16	1980	79.5	25	1989	17.3
8	1972	29.5	17	1981	57.3	26	1990	15.6
9	1973	31.1	18	1982	52.6			

Elaborado por los autores

Tabla 10

Precipitaciones máximas anual Socsi del año 2004 a 2018.

ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)	ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)
1	2004	0	9	2012	0
2	2005	0	10	2013	0
3	2006	0	11	2014	4
4	2007	0	12	2015	0
5	2008	0	13	2016	0
6	2009	0	14	2017	3.2
7	2010	0	15	2018	0
8	2011	0			

Elaborado por los autores

Tabla 11

Precipitaciones máximas anual Nicolás Franco del 2004 a 2007.

ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)	ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)
1	2004	0	3	2006	2.8
2	2005	6.4	4	2007	1.4

Elaborado por los autores

Tabla 12

Precipitaciones máximas anual Pacarán del año 1964 a 2018.

ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)	ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)	ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)
1	1964	0.6	17	1980	0	33	2000	1.4
2	1965	2.1	18	1985	3	34	2001	3.4
3	1966	2.5	19	1986	3.5	35	2002	1.6
4	1967	6.4	20	1987	0.3	36	2003	4.4
5	1968	1.8	21	1988	3.1	37	2004	2.3
6	1969	4	22	1989	6	38	2006	3.5
7	1970	12.3	23	1990	0	39	2007	2.1
8	1971	1.5	24	1991	0.6	40	2008	2.6
9	1972	4.2	25	1992	1.2	41	2009	5.3
10	1973	4	26	1993	0.5	42	2010	0
11	1974	2.4	27	1994	7	43	2013	0.7
12	1975	3.3	28	1995	3.8	44	2014	6.8
13	1976	0.4	29	1996	2.4	45	2015	16.1
14	1977	0	30	1997	3	46	2016	1.6
15	1978	0.2	31	1998	5.3	47	2017	12.7
16	1979	0	32	1999	11.2	48	2018	2.6

Elaborado por los autores

Tabla 13

Precipitaciones máximas anual Picamarán del año 1969 a 1971.

ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)	ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)
1	1969	0	3	1971	15
2	1970	0			

Elaborado por los autores

Tabla 14

Precipitaciones máximas anual Huangascar del año 1963 a 2018.

ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)	ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)	ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)
1	1963	11.5	20	1982	25	39	2001	13.3
2	1964	8.8	21	1983	10	40	2002	21
3	1965	13.3	22	1984	12	41	2003	15
4	1966	23.9	23	1985	11.5	42	2004	19.5
5	1967	32.5	24	1986	19	43	2005	13
6	1968	8.7	25	1987	20	44	2006	24.4
7	1969	13.2	26	1988	10.4	45	2007	10.2
8	1970	27.1	27	1989	10.8	46	2008	27
9	1971	19.4	28	1990	20	47	2009	20
10	1972	70.8	29	1991	15	48	2010	24.4
11	1973	34.6	30	1992	5	49	2011	16.4
12	1974	9.2	31	1993	20	50	2012	31.6
13	1975	28.8	32	1994	20	51	2013	27.1
14	1976	28.7	33	1995	30	52	2014	15.5
15	1977	29.4	34	1996	23	53	2015	16.5
16	1978	42.1	35	1997	25.3	54	2016	13.9
17	1979	19	36	1998	33.8	55	2017	24.8
18	1980	9.8	37	1999	22	56	2018	33.3
19	1981	20.1	38	2000	30.6			

Elaborado por los autores

Tabla 15

Precipitación máxima anual Catahuasi del año 1963 a 1969.

ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)	ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)
1	1963	0.9	5	1967	6
2	1964	1	6	1968	4.3
3	1965	10	7	1969	24.7
4	1966	0.6			

Elaborado por los autores

Tabla 16

Precipitación máxima anual Colonia del año 1963 a 1988.

ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)	ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)	ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)
1	1963	8	10	1972	15.3	19	1981	15.6
2	1964	14.9	11	1973	17.6	20	1982	20.3
3	1965	54.4	12	1974	20.6	21	1983	25.2
4	1966	30.7	13	1975	16.5	22	1984	25
5	1967	62.8	14	1976	20.9	23	1985	6
6	1968	15	15	1977	23.1	24	1986	22.3
7	1969	23.4	16	1978	25.5	25	1987	11
8	1970	24.8	17	1979	20.7	26	1988	25.3
9	1971	25.8	18	1980	20			

Elaborado por los autores

Tabla 17

Precipitación máxima anual Yauyos del año 1963 a 2018.

ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)	ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)	ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)
1	1963	13.8	18	1980	13	35	2004	14.7
2	1964	15.5	19	1981	21.2	36	2005	13.6
3	1965	27.3	20	1984	10	37	2006	32
4	1966	28.1	21	1985	13.5	38	2007	14.7
5	1967	23.6	22	1991	0	39	2008	26.6
6	1968	17.2	23	1992	2	40	2009	19.2
7	1969	26.2	24	1993	14.6	41	2010	14.9
8	1970	23.2	25	1994	31.5	40	2011	23.2
9	1971	34.8	26	1995	11.1	42	2012	25
10	1972	19.8	27	1996	23.8	43	2013	18.2
11	1973	26.8	28	1997	14.2	44	2014	24
12	1974	19.5	29	1998	17.4	45	2015	15
13	1975	19	30	1999	14	46	2016	15.3
14	1976	20.8	31	2000	14.8	47	2017	22.9
15	1977	10.6	32	2001	14.6	48	2018	12.5
16	1978	23.1	33	2002	13.1			
17	1979	13.4	34	2003	13.6			

Elaborado por los autores

Tabla 18

Precipitación máxima anual Huantan del año 1965 a 1990.

ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)	ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)	ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)
1	1965	41.6	10	1974	26	19	1983	38.7
2	1966	20	11	1975	41.1	20	1984	51.7
3	1967	40	12	1976	20.4	21	1985	22.3
4	1968	17.7	13	1977	31.9	22	1986	22.4
5	1969	20.3	14	1978	23.3	23	1987	26
6	1970	21.2	15	1979	20	24	1988	34
7	1971	17.5	16	1980	79.5	25	1989	17.3
8	1972	29.5	17	1981	57.3	26	1990	15.6
9	1973	31.1	18	1982	52.6			

Elaborado por los autores

Tabla 19

Precipitación máxima anual Carania del 1963 a 2018.

ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)	ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)	ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)
1	1963	15.4	20	1982	13.9	39	2001	19.5
2	1964	28.4	21	1983	15	40	2002	19.7
3	1965	44.3	22	1984	15.8	41	2003	17.5
4	1966	35.8	23	1985	13.8	42	2004	20.5
5	1967	20.9	24	1986	23.5	43	2005	26.4
6	1968	11.3	25	1987	21	44	2006	30.1
7	1969	33.9	26	1988	25.7	45	2007	20.7
8	1970	21.1	27	1989	19.4	46	2008	19.5
9	1971	16.6	28	1990	28.4	47	2009	20
10	1972	28.9	29	1991	15.9	48	2010	25.6
11	1973	24.3	30	1992	10	49	2011	30.7
12	1974	14.5	31	1993	15.6	50	2012	20.4
13	1975	17.2	32	1994	14.4	51	2013	18.1
14	1976	17.6	33	1995	12	52	2014	21.4
15	1977	16	34	1996	18.7	53	2015	28.6
16	1978	18	35	1997	12.1	54	2016	22.4
17	1979	15.7	36	1998	13.8	55	2017	24.7
18	1980	15.8	37	1999	16.7	56	2018	20.4
19	1981	14.7	38	2000	28			

Elaborado por los autores

Tabla 20

Precipitación máxima anual Yauricocha del año 1986 a 2018.

ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)	ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)	ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)
1	1986	23.7	12	1997	26.2	23	2008	17.2
2	1987	25.1	13	1998	24	24	2009	22.6
3	1988	25.2	14	1999	18.9	25	2010	26.6
4	1989	32.5	15	2000	53.3	26	2011	12.1
5	1990	31.8	16	2001	17.1	27	2012	48.4
6	1991	24	17	2002	21.6	28	2013	15.8
77	1992	30	18	2003	26.3	29	2014	16.7
8	1993	24	19	2004	36.7	30	2015	25
9	1994	19.7	20	2005	22.2	31	2016	8.8
10	1995	25	21	2006	28.4	32	2017	49
11	1996	15.5	22	2007	26.1	33	2018	18.4

Elaborado por los autores

Tabla 21

Precipitación máxima anual Tomas del año 1981 a 1989.

ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)	ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)
1	1981	0	5	1986	16.6
2	1982	12.2	6	1987	13.9
3	1983	9.9	7	1988	12.9
4	1985	5.9	8	1989	8.8

Elaborado por los autores

Tabla 22

Precipitación máxima anual Vilca del año 1963 a 2018.

ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)	ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)	ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)
1	1963	0	20	1982	18.9	39	2001	8.7
2	1964	17.6	21	1983	12.1	40	2002	14.7
3	1965	16.4	22	1984	18.2	41	2003	19.7
4	1966	28.3	23	1985	19.7	42	2004	26
5	1967	42.3	24	1986	16.4	43	2005	16.3

6	1968	26.1	25	1987	16.9	44	2006	22.1
7	1969	17.9	26	1988	14.4	45	2007	32.7
8	1970	17.2	27	1989	15	46	2008	20
9	1971	16.2	28	1990	12	47	2009	28
10	1972	21.3	29	1991	12.2	48	2010	21.2
11	1973	20.9	30	1992	9.2	49	2011	21.6
12	1974	25.9	31	1993	25	50	2012	15.4
13	1975	17.1	32	1994	30.4	51	2013	22.5
14	1976	16.2	33	1995	20.5	52	2014	26.4
15	1977	15.2	34	1996	10	53	2015	25.8
16	1978	14	35	1997	12.5	54	2016	24.6
17	1979	16.1	36	1998	12.2	55	2017	33.3
18	1980	15	37	1999	10	56	2018	28.6
19	1981	19.5	38	2000	13.5			

Elaborado por los autores

Tabla 23

Precipitación máxima anual Tanta del año 1963 a 2018.

ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)	ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)	ID	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)
1	1963	0	20	1982	12.4	39	2001	21.4
2	1964	21.8	21	1983	6.7	40	2002	23.9
3	1965	29.1	22	1984	11.3	41	2003	23.4
4	1966	26.6	23	1985	13.7	42	2004	27.1
5	1967	32.3	24	1986	18.6	43	2005	23.5
6	1968	23.7	25	1987	14.3	44	2006	21.5
7	1969	23.3	26	1988	11	45	2007	35.3
8	1970	34.5	27	1989	14.6	46	2008	19.3
9	1971	23.1	28	1990	10.6	47	2009	60
10	1972	24.6	29	1991	10.4	48	2010	24.2
11	1973	19.4	30	1992	12.1	49	2011	21.7
12	1974	20.8	31	1993	37.8	50	2012	29.8
13	1975	16.2	32	1994	23.4	51	2013	96.3
14	1976	16.1	33	1995	25.2	52	2014	27.6
15	1977	15	34	1996	23.6	53	2015	28.1
16	1978	12.2	35	1997	20.8	54	2016	14.5
17	1979	10.3	36	1998	21.3	55	2017	27
18	1980	14.6	37	1999	23.3	56	2018	16.4
19	1981	16.3	38	2000	25.6			

Elaborado por los autores

4.2.3. Cálculo de tiempos de retorno mediante el Software Hyfran

Una vez obtenida la data del registro de precipitaciones en 24 horas del SENAHMI, se procedió a calcular los periodos de retorno de las precipitaciones para 100 años ($Tr=100$) y para 500 años ($Tr=500$), mediante el software Hyfran que nos permite analizar data estadística de eventos extremos mediante modelos matemáticos. Cabe resaltar que antes se tuvo que procesar la información faltante en el registro de precipitaciones para procesarlo en el Hyfran y debido a la poca información de algunas estaciones meteorológicas se tuvo que dejar de tomar el registro de estas estaciones.

A continuación, se muestra la tabla donde se observa las estaciones que no cuentan con un registro necesario para ser procesados con el Hyfran. Están sombreadas de color verde por lo que no serán considerados.

Tabla 24

Estaciones meteorológicas con poco registro (verde).

ID	ESTACIÓN	AÑOS TOMADOS	
1	Socsi	2004	2018
2	Nicolás Franco	2004	2007
3	Pacarán	1964	2018
4	Picamarán	1969	1971
5	Huangascar	1963	2018
6	Catahuasi	1963	1969
7	Colonia	1963	1988
8	Yauyos	1963	2018
9	Huantan	1965	1990
10	Carania	1963	2018
11	Yauricocha	1986	2018
12	Tomas	1981	1989
13	Vilca	1963	2018
14	Tanta	1963	2018

Elaborado por los autores

PASO 1

Como primer paso analizó la estación meteorológica de Huangascar como ejemplo del procedimiento que se realizó en todas las estaciones meteorológicas con suficiente información en el software Hyfran. En primer lugar, vamos a la descripción del proyecto donde se coloca el título del proyecto y la variable a evaluar en nuestro caso precipitaciones en su unidad milímetros, luego analizaremos el periodo de retorno en crecida, y finalmente la fórmula de distribución Weibull que es una distribución de probabilidad continua.

The screenshot shows the Hyfran software interface with the 'Description' tab selected. The 'Project Title' field is filled with 'ENCAUZAMIENTO DE LA BOCATOMA NUEVA IMPERIAL - ESTACION HUANGASCAR'. The 'Comments' field contains the text: 'Analizaremos el registro de 24 horas de la estacion Huangascar del año 1963 - 2018 mediante el programa Hyfran que nos permite ajustar datos a leyes estadísticas. Incluye un conjunto de instrumentos matemáticos, poderosos, accesibles y flexibles que permiten en particular el análisis estadístico de eventos extremos.' The 'Variable type' section has 'Name: Precipitacion', 'Unit: mm', and 'Significant digits: 3'. The 'Return period definition' section has 'T = 1/(1-q) = 1/p (flood)' selected. The 'Empirical probability formula' section has 'a = 0.00 (Formula of Weibull)' selected.

Figura 60: Procedimiento en software Hyfran (Descripción).

Fuente: Los autores.

PASO 2

Luego de ser procesada la información de la estación se procede a copiar y pegar la data de las precipitaciones en 24 horas anual, en este caso se tomó como ejemplo la estación Huangascar que registra información desde el año 1963 hasta el 2018 en precipitaciones.

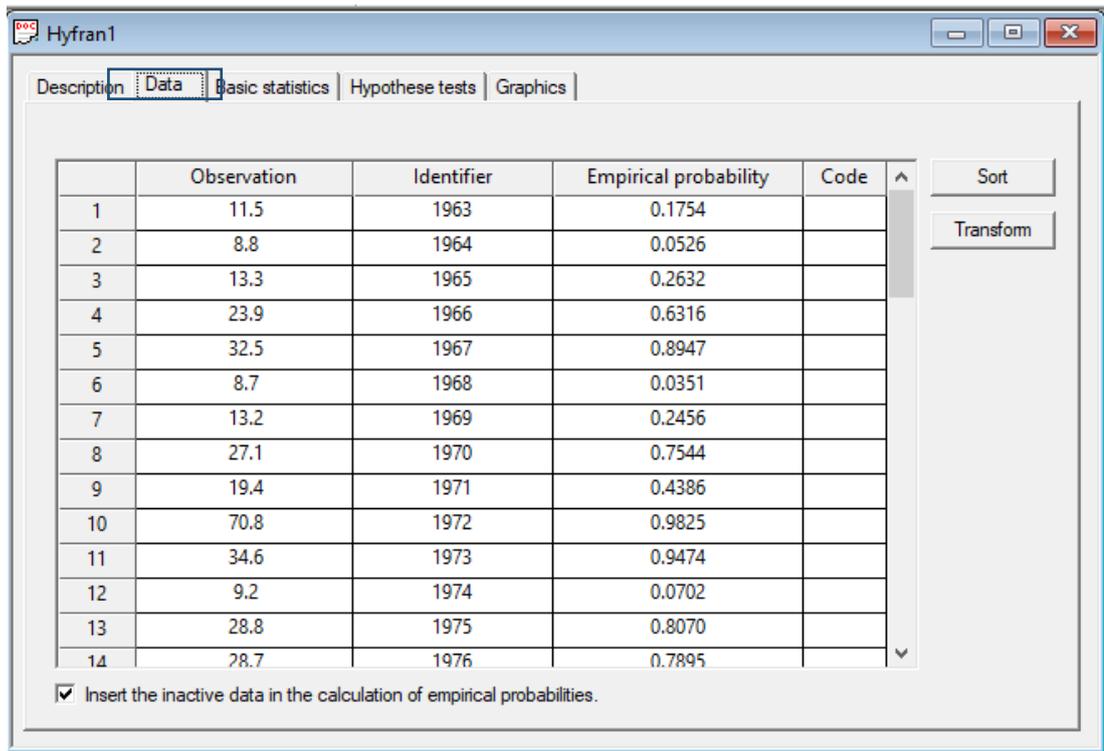


Figura 61: Procedimiento en software Hyfran (Ingreso de data).

Fuente: Los autores.

Verificamos si la información ingresada es correcta.

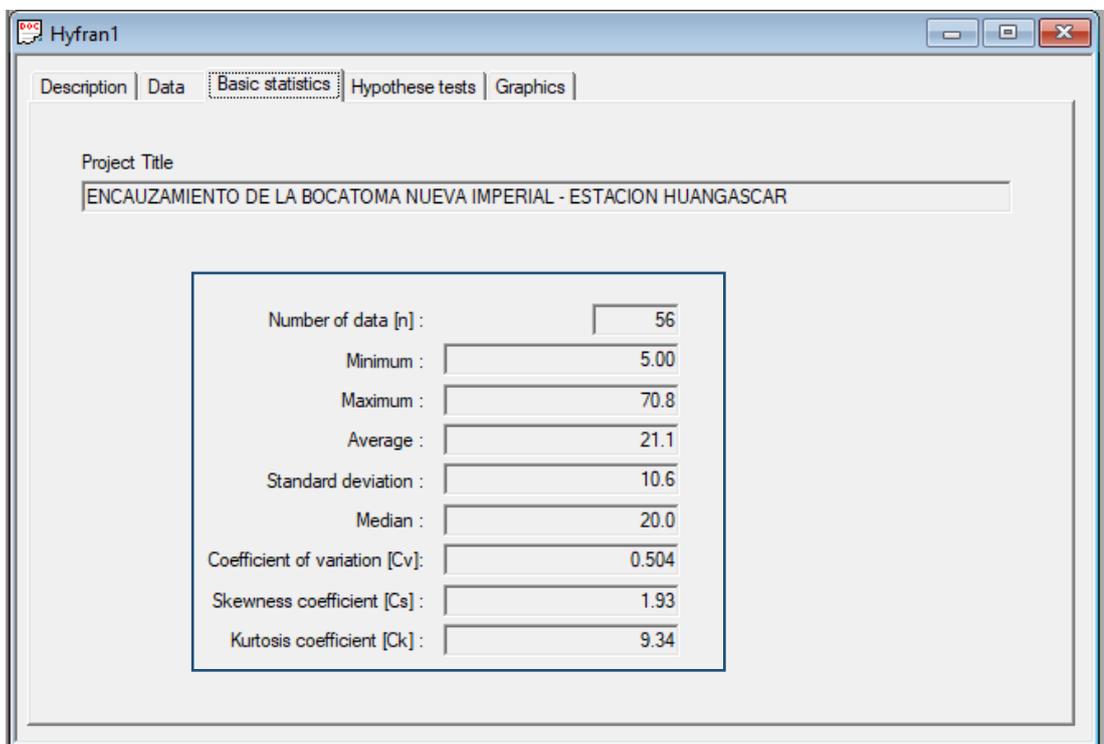


Figura 62: Procedimiento en software Hyfran (corroboración).

Fuente: Los autores.

Verificamos que la gráfica de la precipitación este acorde a la información ingresada según la data de la estación meteorológica Huangascar.

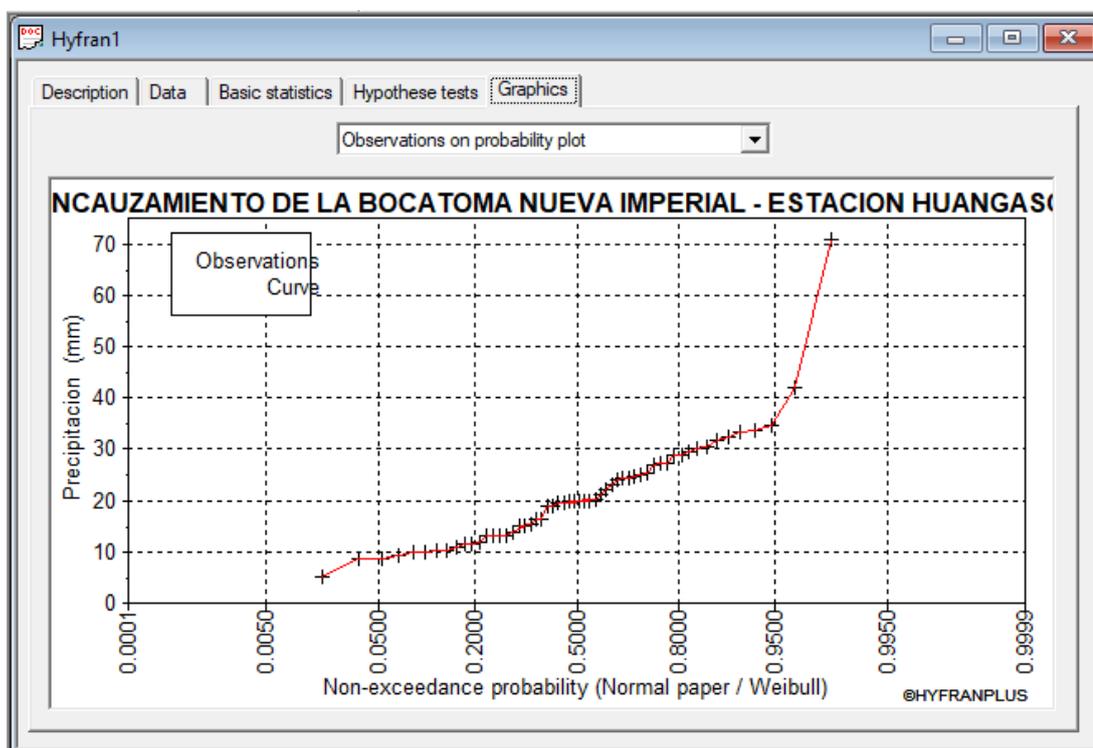


Figura 63: Procedimiento en software Hyfran (Grafica).

Fuente: Los autores.

PASÓ 3

Según el manual de hidrología, hidráulica y drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones nos recomienda usar la aplicación de modelos probabilísticos los cuales pueden ser discretos o continuos, recomienda usar las siguientes modelos: Distribución Normal, Log Normal 2 parámetros, Distribución Log Normal 3 parámetros, Gamma 2 parámetros, Gamma 3 parámetros, Log Pearson tipo III, Gumbel y Weibull, todas estas funciones fueron analizada con el método de momentos. Además, queda precisar que se optó por analizar con más métodos debido a la poca data registrada en las estaciones meteorológicas.

Se realizó la prueba de bondad con el método Chi- Cuadrado (Chi Squared Test), donde se comprueba la hipótesis planteada H_0 y H_1 , donde se tomó el valor que tiene mayor aceptación (p -value) de todos

los métodos, a continuación, se muestra el análisis de la estación Huangascar.

Función Gumbel (método de momentos)

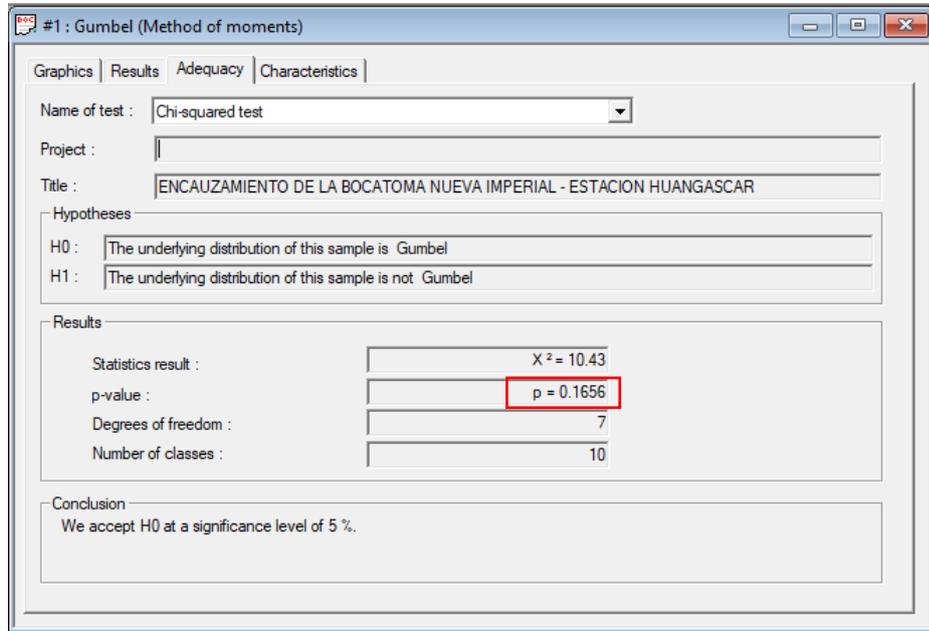


Figura 64: Procedimiento en software Hyfran (mejor p-value).

Fuente: Los autores.

Función Weibull (método de momentos)

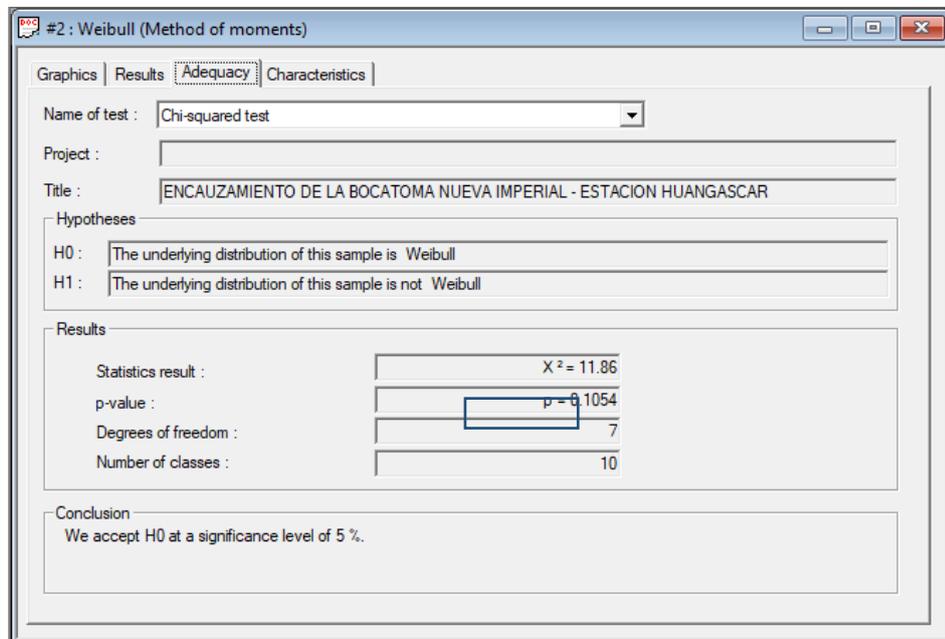


Figura 65: Procedimiento en software Hyfran (función descartada).

Fuente: Los autores.

Función Gamma (método de momentos)

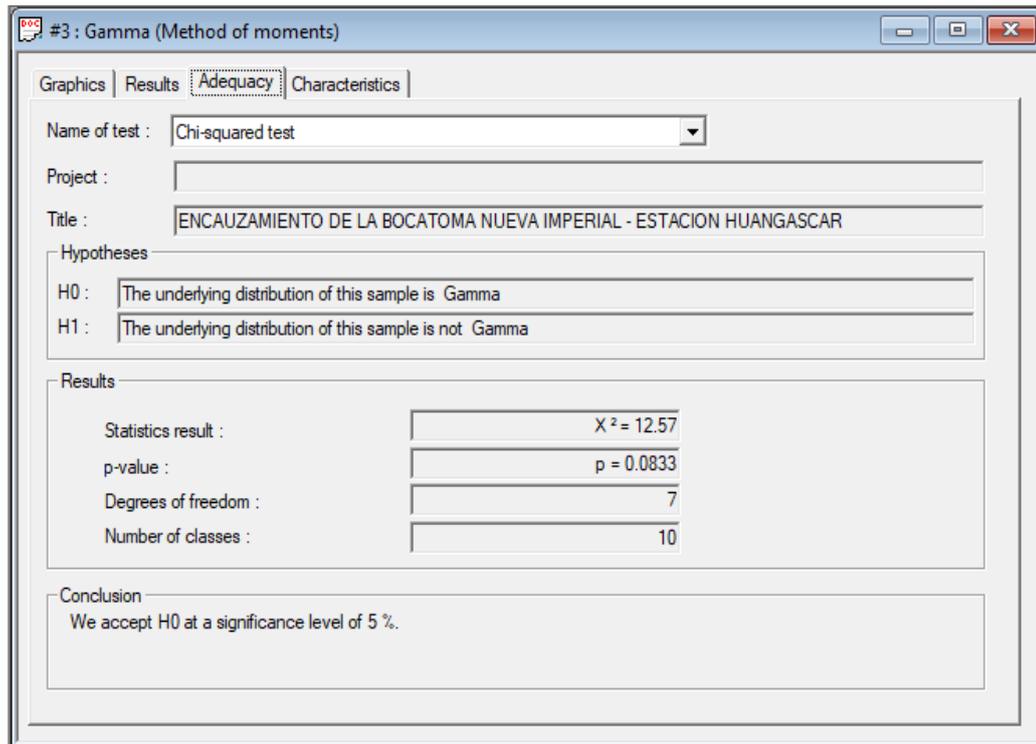


Figura 66: Procedimiento en software Hyfran (función descartada).

Fuente: Los autores.

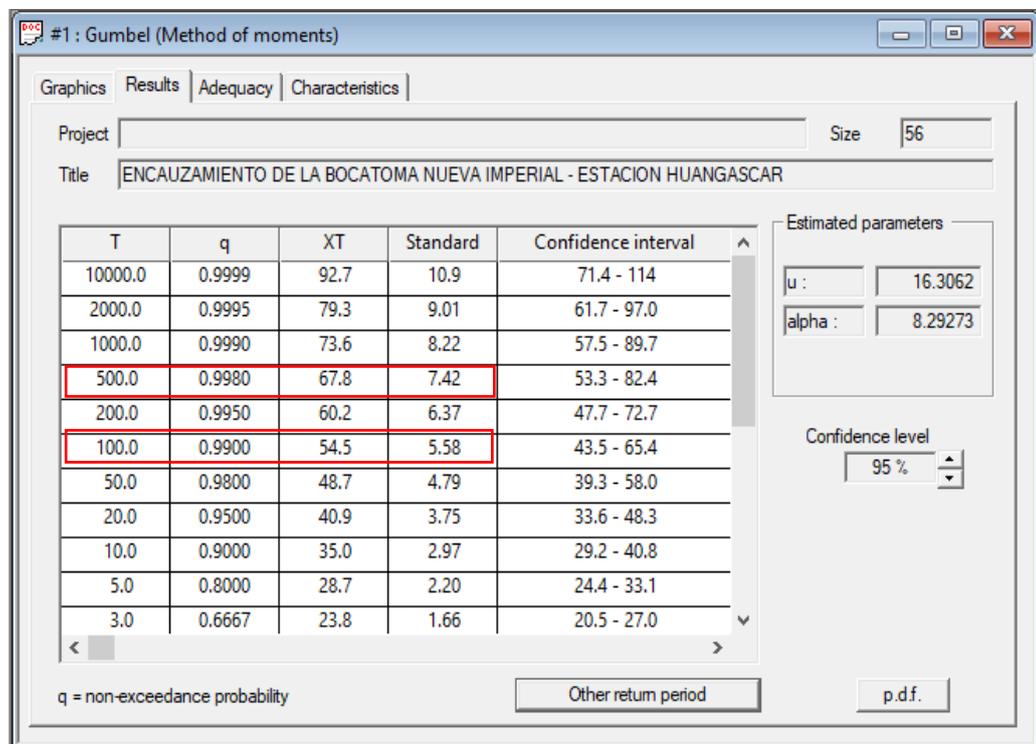


Figura 67: Procedimiento en software Hyfran (Tr=100 y Tr=500 método Gumbel).

Fuente: Los autores.

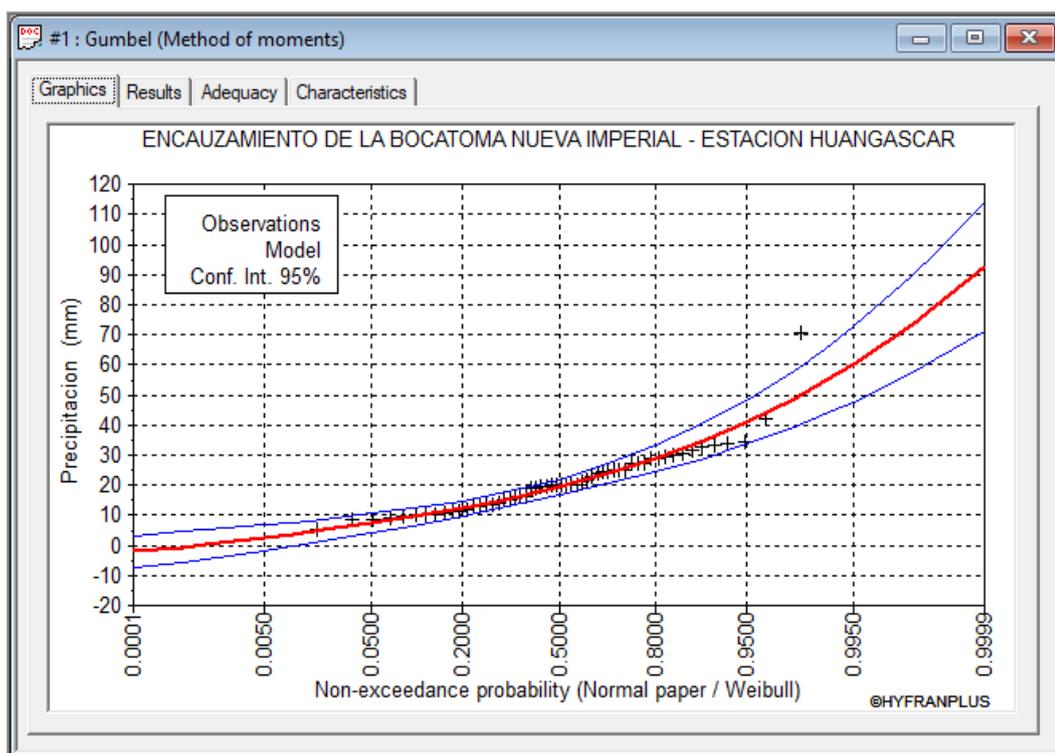


Figura 68: Procedimiento en software Hyfran (grafica gumbel).

Fuente: Los autores.

PASÓ 4

A continuación, se muestra la tabla donde se compara los métodos aplicados en la estación Huangascar, donde se puede apreciar que el método con mayor aceptación de evaluación es el método de Gumbel (método de momentos), podemos concluir que el tiempo de retorno para 100 años sería ($X_T=54.5\text{mm}$) y para el tiempo de retorno de 500 años ($X_T=67.8\text{mm}$).

Tabla 25

Resumen métodos Hyfran estación Huangascar.

ESTACIÓN METEOROLÓGICA HUANGASCAR					
TIEMPO DE RETORNO ($T_r= 100$ años)					
MODELO	q	X_T	Estándar	Coficiente de Intervalo	p-value (p)
Gumbel (Method of moments)	0.99	54.5	5.58	43.5 - 65.4	0.1656
Weibull (Method of moments)	0.99	49.6	8.16	33.6 - 65.6	0.1054
Gamma (Method of moments)	0.99	53.3	5.48	42.6 - 64.0	0.0833
TIEMPO DE RETORNO ($T_r= 500$ años)					
MODELO	q	X_T	Estándar	Coficiente de Intervalo	p-value (p)
Gumbel (Method of moments)	0.998	67.8	7.42	53.3 - 82.4	0.1656
Weibull (Method of moments)	0.998	57.3	10.8	36.1 - 78.4	0.1054
Gamma (Method of moments)	0.998	64.7	7.38	50.2 - 79.1	0.0833

Fuente: Los autores.

4.2.4. Procedimientos en el Software HEC-HMS

En primer lugar, se crea el proyecto en el Software HEC-HMS con el nombre VegaCañeteHms.

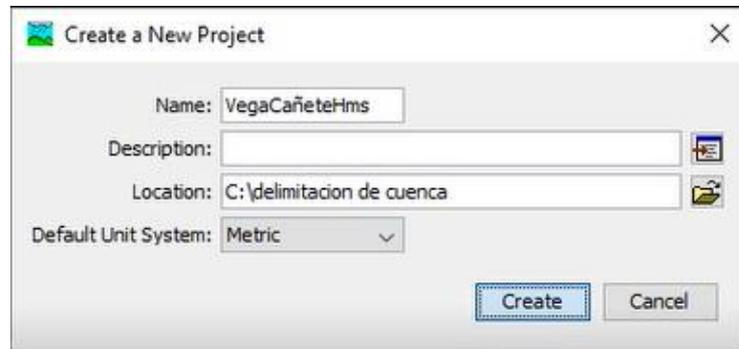


Figura 69: Creación de nuevo proyecto en software HEC-HMS.

Fuente: Los autores

Como siguiente paso se dirigió a la barra de herramientas y damos clic a components y elegimos la opción (Basin Model Manager, modelo básico) y creamos un nuevo modelo de cuenca con el nombre de “Bocatoma”, como se muestra a continuación.

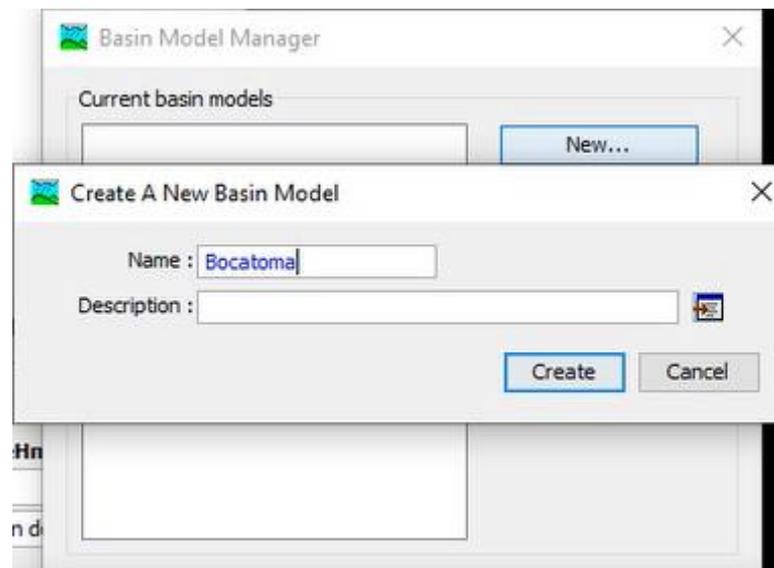


Figura 70: Creación de nuevo modelo básico en software HEC-HMS.

Fuente: Los autores.

Para importar el archivo de las subcuencas vamos a la barra de herramientas y damos clic en View elegimos la opción (Background Maps) para poder agregar (Add) el archivo Vegasubcuencas que está en un formato shapefile, como se muestra en la imagen.

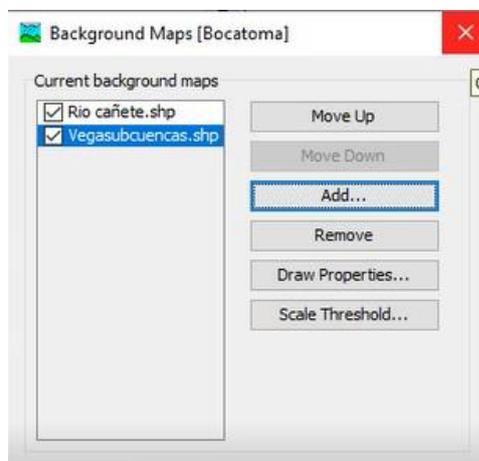


Figura 71: Importación de archivo para generar subcuencas en HEC-HMS.

Fuente: Los autores.

Luego de haber importado el archivo Vegasubcuencas que está en un formato shapefile se genera la imagen de la cuenca del río cañete donde se procederá a realizar el modelamiento.



Figura 72: Cuenca del río Cañete luego de generar subcuencas en HEC-HMS.

Fuente: Los autores.

Como siguiente paso se procedió a colocar las subcuencas con un total de 21 y confluencias con un total de 11 para eso utilizamos las herramientas Subbasin Creation Tool y Junction Creation Tool respectivamente como se muestra en la imagen.



Figura 73: Herramientas Subbasin Creation Tool y Junction Creation Tool.

Fuente: Los autores.

Luego se procedió a unir las subcuencas a través de las confluencias para finalmente formar el río en modelamiento, como se muestra en la imagen.

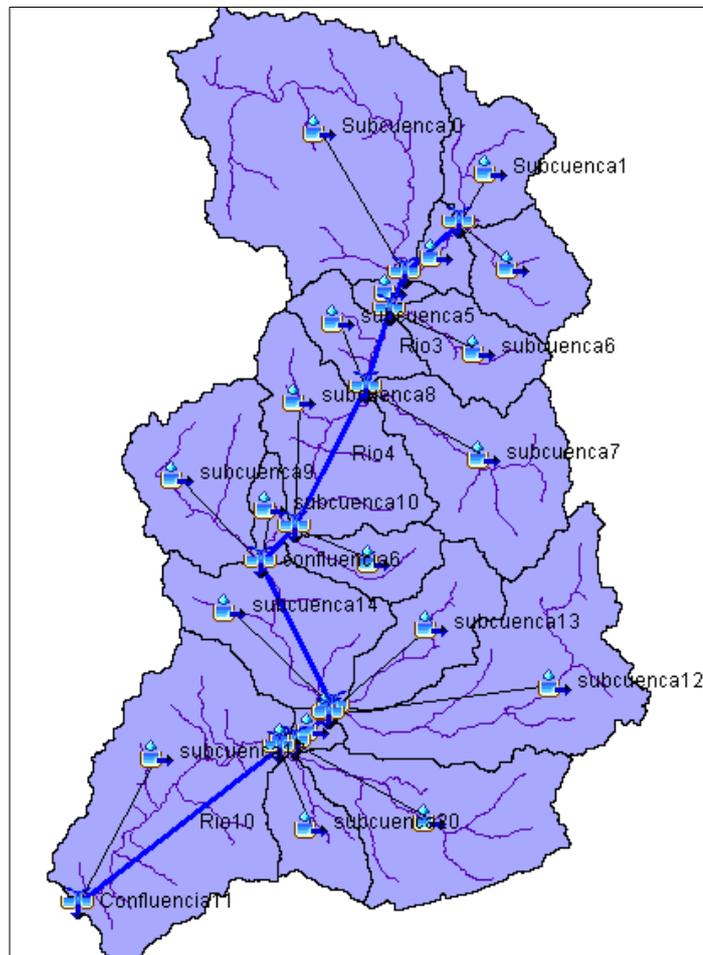


Figura 74: Unión de subcuencas a través de la confluencia (formación de río).

Fuente: Los autores.

Como siguiente paso se determinó el perímetro y áreas de las subcuencas (km²), que fueron calculadas en el programa de ArcGIS como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 26
Perímetros y Áreas de subcuencas (ArcGis).

SubCuenca	Perímetro Subcuencas (Km)	Área de Subcuencas (Km²)
0	187.1637725	943.5356045
1	90.9875364	199.1207385
2	49.292637	64.99711615
3	78.386411	182.3370427
4	35.3943372	35.13844903
5	76.16268351	145.1296062
6	83.01917812	183.4788491
7	138.2417566	419.0086183
8	126.5671853	392.1289506
9	111.3717106	325.3804916
10	47.8101518	56.99588588
11	75.7920618	137.0253565
12	191.9818503	619.0393682
13	103.0327308	230.9539587
14	114.3366812	361.9526373
15	5.929941292	0.755480934
16	28.35253185	30.45103302
17	171.9682987	795.5386039
18	9.821465317	3.348154256
19	146.9513582	482.5033578
20	73.93895553	153.3025369

Fuente: Los autores

Se procede a introducir las áreas calculadas en cada subcuenca para lo cual damos clic en la subcuenca y elegimos la pestaña subbasin como se muestra en la siguiente imagen.

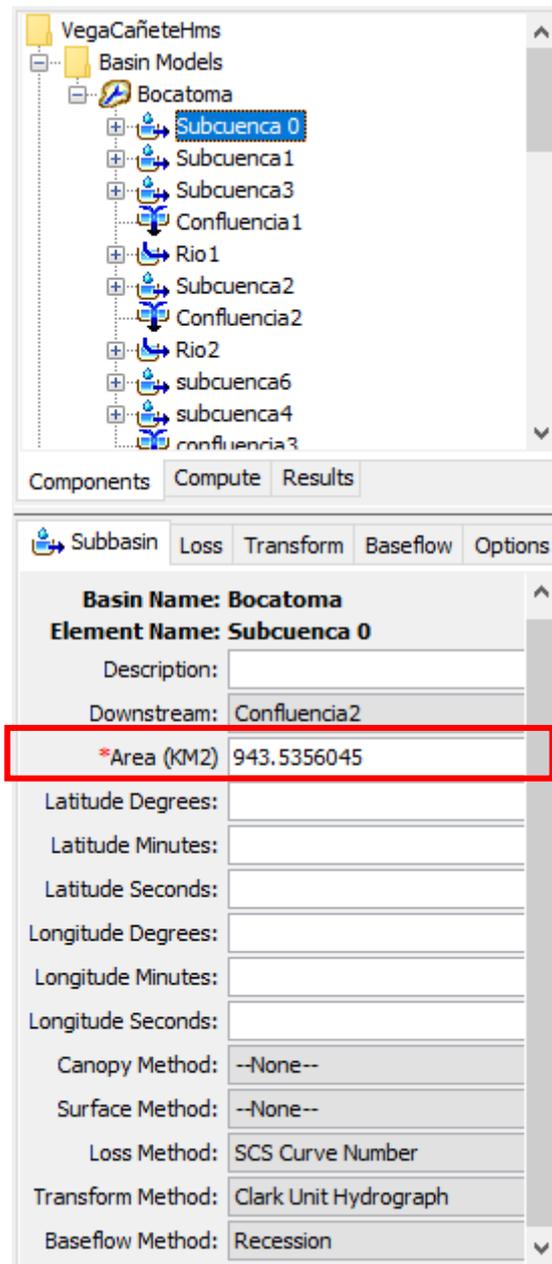


Figura 75: Introducción de las áreas calculadas en cada subcuenca.

Fuente: Los autores.

CREACIÓN DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN EL HEC-HMS

Para crear las estaciones en el modelamiento en el software HEC-HMS se dirigió a la barra de herramientas clic en Components y se eligió la opción Time-Series Data Manager.

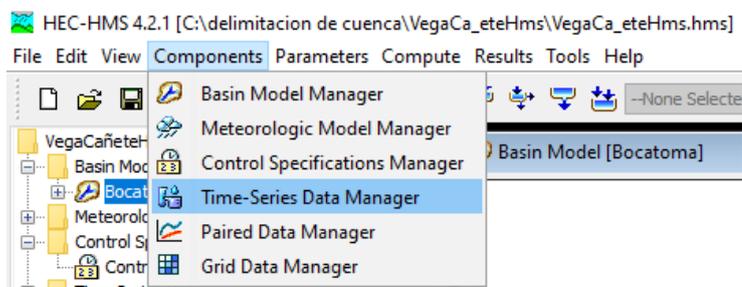


Figura 76: Creación de las estaciones meteorológicas en el software HEC-HMS.

Fuente: Los autores.

Se procedió a agregar las estaciones meteorológicas que pertenecen a la cuenca del río Cañete, dando clic en New y se escribió cada una de ellas.

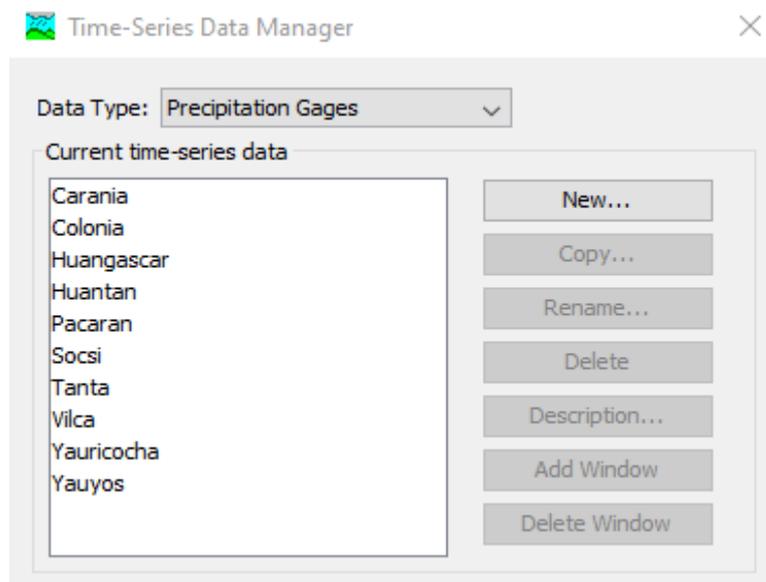


Figura 77: Procedimiento para agregar las estaciones meteorológicas de la Cuenca del río cañete (HEC-HMS).

Fuente: Los autores.

Paso siguiente se procedió a fijar el intervalo de tiempo a 1 hora y la unidad en milímetros para cada estación meteorológica, se tomó la estación Carania como ejemplo para describir el procedimiento.

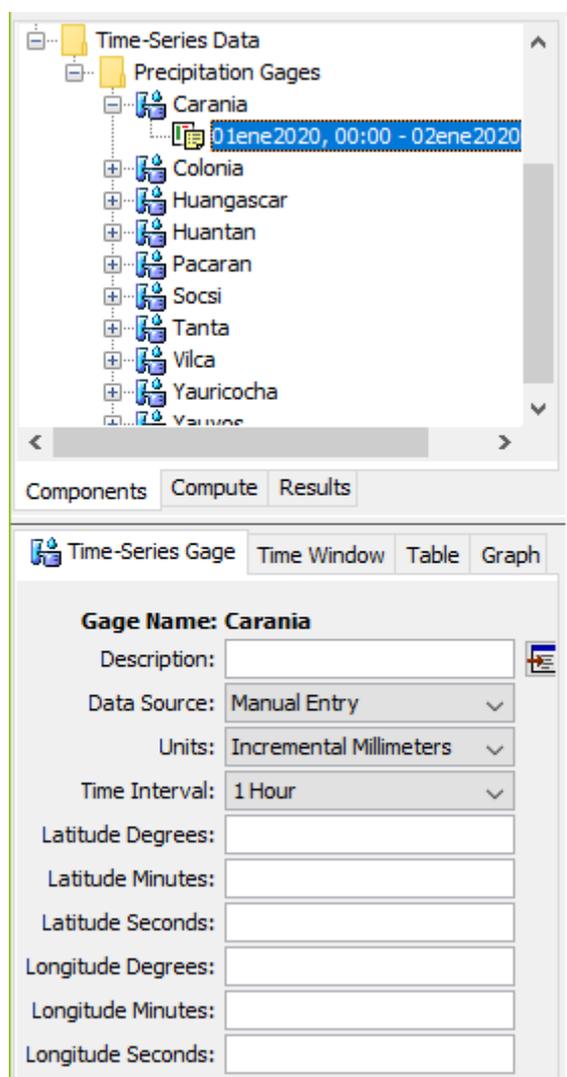


Figura 78: Intervalo de tiempo y unidades de la estación Carania (HEC-HMS).

Fuente: Los autores.

Luego se procedió al llenado de la ventana del tiempo (Time Window) en un intervalo de un día (24h) para la estación Carania, como se muestra en la siguiente imagen.

Components Compute Results

Time-Series Gage Time Window Table Graph

Gage Name: Carania

*Start Date (ddMMYYYY) 01ene2020

*Start Time (HH:mm) 00:00

*End Date (ddMMYYYY) 02ene2020

*End Time (HH:mm) 00:00

Figura79: Intervalo de tiempo un día (24h) (HEC-HMS).

Fuente: Los autores.

Paso siguiente se realizó el llenado de la tabla con la información determinada en la tormenta de diseño de 24 horas (Tipo II) en cada estación meteorológica.

Components Compute Results

Time-Series Gage Time Window Table Graph

Time (ddMMYYYY, ...)	Precipitation (MM)
01ene2020, 02:00	0.469
01ene2020, 03:00	0.554
01ene2020, 04:00	0.554
01ene2020, 05:00	0.682
01ene2020, 06:00	0.682
01ene2020, 07:00	0.767
01ene2020, 08:00	0.937
01ene2020, 09:00	1.150
01ene2020, 10:00	1.448
01ene2020, 11:00	2.300
01ene2020, 12:00	18.233
01ene2020, 13:00	4.643
01ene2020, 14:00	2.045
01ene2020, 15:00	1.278
01ene2020, 16:00	1.278
01ene2020, 17:00	0.767
01ene2020, 18:00	0.767

Figura 80: Tabla de tormenta de diseño 24h (HEC-HMS).

Fuente: Los autores.

A continuación, se muestra la gráfica de la información ingresada a la tabla de tormenta 24h de diseño en el software HEC – HMS.

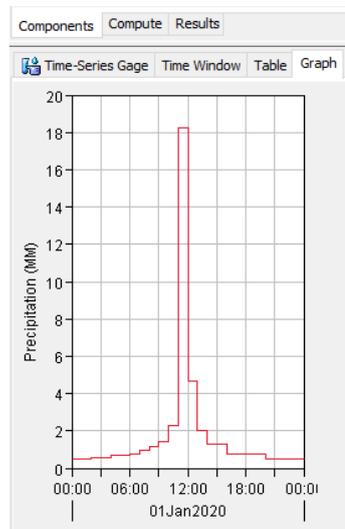


Figura 81: Gráfica de las precipitaciones en el HEC-HMS.

Fuente: Los autores.

Luego de ello se procedió a activar las estaciones que influyen en cada subcuenca e insertar sus respectivos pesos ya calculados, como se muestra en la imagen de la subcuenca 0.

Element Name: Subcuenca 0		
Gage Name	Depth Weight	Time Weight
Carania	0.13512	
Tanta	0.41967	
Vilca	0.42683	
Yauricocha	0.0183850	1

Figura 82: Pesos insertados en la subcuenca 0 en el HEC-HMS.

Fuente: Los autores.

Paso siguiente se procedió a crear el Control Specifications Manager, se dirigió a la barra herramientas del programa, con el nombre de Control, este componente nos permitió determinar la fecha de inicio de lluvia y fecha final como también la hora de inicio y hora final de las precipitaciones.

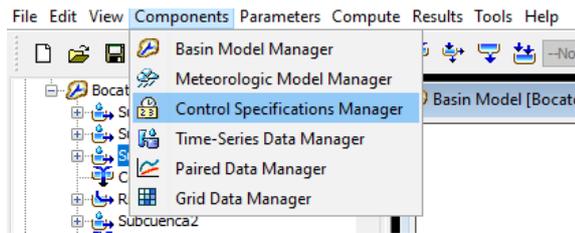


Figura 83: Creación de Control Specifications Manager en HEC-HMS.

Fuente: Los autores.

Paso siguiente se procedió al llenado de especificaciones de la fecha de inicio de lluvia y fecha final como también la hora de inicio y hora final de las precipitaciones en el software.

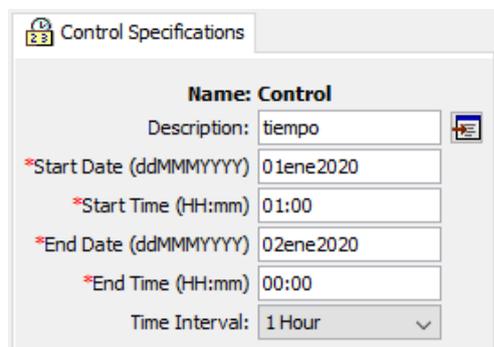


Figura 84: Fecha y hora de inicio y final de precipitaciones en el HEC-HMS.

Fuente: Los autores.

Para finalizar se llenó las especificaciones del tiempo de concentración (Tc) en cada subcuenca y confluencia que se determinaron en el ArcGIS, como se muestra a continuación en la siguiente imagen de la subcuenca 0.

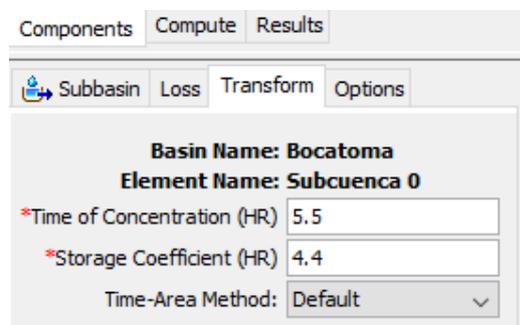


Figura 85: Fecha y hora de inicio y final de precipitaciones en el HEC-HMS.

Fuente: Los autores.

Se procedió a simular el modelo hidrológico para eso se dirigió a Compute en la barra de herramientas y se seleccionó Simulation Run manager.

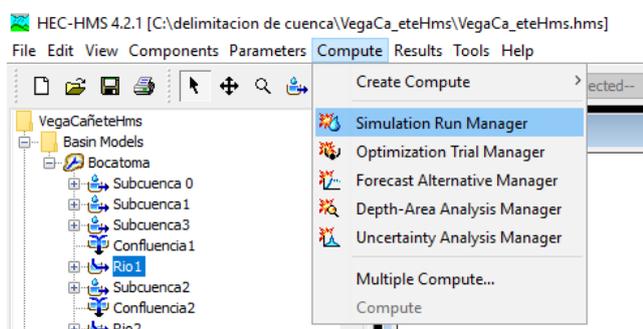


Figura 86: Inicio de simulación en el software HEC-HMS.

Fuente: Los autores.

4.3. Estudios geotécnicos

Realizar el estudio geotécnico tiene como objetivo recoger y determinar las características del suelo sobre el cual se realizará el proyecto, modelamiento hidráulico para determinar el predimensionamiento de diques de encauzamiento en la bocatoma Nueva Imperial - Cañete. Con el fin de conocer las condiciones físico- mecánicas de la cimentación del proyecto y predimensionar con exactitud el dique.

La presente investigación tiene como objetivo el predimensionamiento de diques de encauzamiento al largo de 600 metros aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial, que permitirá proteger la bocatoma de grandes avenidas y mejorar el aprovechamiento hidráulico.

4.3.1. Lugar de extracción de las muestras de calicatas

Para determinar las propiedades y características físico-mecánicas del suelo en el terreno se realizó la excavación en 03 puntos adecuadamente ubicados en el eje del río aguas arriba (margen derecho), para más detalles fotográficos de la realización de las calicatas revisar el anexo- panel fotográfico.

Tabla 27

Ubicación en coordenadas de calicatas.

UBICACIÓN EN COORDENADAS DE CALICATAS				
CALICATA	GEOGRÁFICA		UTM	
(N°)	LATITUD	LONGITUD	ESTE	NORTE
1	-13.039587	-76.213695	368397.296	8558172.021
2	-13.039271	-76.212686	368506.471	8558207.467
3	-13.038939	-76.212056	368574.697	8558244.457

Fuente: Los autores



Figura 87: Lugar de extracción de calicatas.

Fuente: Los autores

4.3.2. Excavación de calicatas

Para la excavación de las calicatas se contrató una retroexcavadora CAT modelo 416F2 por 5 horas

Tabla 28

Resumen de las calicatas extraídas del suelo de la zona de estudio.

Tabla resumen de calicatas				
N° Calicatas	Margen del río	Largo	Ancho	Profundidad
1	Derecho	3.50 m	3.80 m	2.80 m
2	Derecho	3.40 m	2.00 m	2.90 m
3	Derecho	3.90 m	3.60 m	2.80 m

Fuente: Los autores

Calicata N° 1



Figura 88: Excavación de calicata N°1.

Fuente: Los autores

Calicata N° 2



Figura 89: Excavación de calicata N°2.

Fuente: Los autores

Calicata N° 3



Figura 90: Excavación de calicata N°3.

Fuente: Los autores

4.3.3. Elaboración del laboratorio de suelos

Una vez obtenida las muestras de las calicatas se procedió a desarrollar el laboratorio de suelos en las instalaciones de la empresa Geodatúm Ingeniería, los ensayos necesarios para definir la cimentación de los diques de encauzamiento son: ensayo de corte de directo, granulometría (SUCS), contenido de humedad y gravedad específica de los sólidos.



Figura 91: Inspección de muestras de calicatas (Instalaciones Geodatúm Ingeniería).

Fuente: Los autores.

4.3.3.1. Ensayo de corte directo ASTM D3080

El objetivo del ensayo es determinar la resistencia al corte de la muestra del suelo aplicando fuerzas verticales y fuerzas horizontales a medida que la muestra es llevada a la falla, en general este ensayo se realizará a un mínimo de 3 pruebas (espécimen).

Material e instrumentos:

- Equipo de corte directo marca Perú Test modelo PT-CD-500.
- Balanza Sartorius modelo Lc2201s
- Caja de acero inoxidable.
- Apisonador.
- Muestra de calicata.
- Pesas

Procedimientos

En primer lugar, se pesa una pequeña muestra de suelo o muestra extraída de la calicata, luego se coloca la muestra en la caja de corte de acero inoxidable del equipo de corte directo.



Figura 92: Caja de corte directo

Fuente: Los autores

Utilizando un apisonador se nivela la muestra en la caja de corte y utilizando una plancha de acero inoxidable con aberturas que permite el drenado de dicha muestra. A continuación, se sella la muestra en la caja de corte con ayuda de unos tornillos.

Para finalizar, se coloca la caja de corte en el equipo de corte directo donde se aplicará una fuerza vertical ayudada por unas pesas (kg). Así mismo se aplicó una fuerza horizontal dando como resultado el desplazamiento de corte horizontal.



Figura 93: Equipo de Corte Directo marca Perú Test modelo PT-CD-500.

Fuente: Los autores.

El ensayo de corte directo se realizó para la calicata N°1, del cual se tomaron 3 muestras (espécimen), con una velocidad de corte de 0.5 mm/min, dicho procedimiento se realizó para los 3 especímenes.

VELOCIDAD DE CORTE	0.5 mm/min
---------------------------	-------------------

4.3.3.2. Ensayo de análisis granulométrico ASTM D6913 y clasificación SUCS ASTM D2487

El objetivo de realizar el ensayo de análisis granulométrico para la presente investigación consiste en la determinación cuantitativa (porcentaje y peso) de los diversos tamaños que conforman la muestra de suelos recogidas en campo (calicatas). Además, se realizará el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS).

MATERIALES E INSTRUMENTOS UTILIZADOS

- Tres tipos de muestra de suelos (C1-C2-C3)



Figura 94: Muestras recogidas de calicatas.

Fuente: Los autores.

- Tamices (3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/5", 1/4", No 4, No 10, No 20, No 40, No 60, No 100, No200)



Figura 95: Set de tamices utilizados para el ensayo de granulometría.

Fuente: Los autores.

- Balanza Sartorius modelo Lc2201s



Figura 96: Balanza utilizado para el ensayo de granulometría.

Fuente: Los autores

- Horno eléctrico Gemmy modelo Yc0_010 (graduado) $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$



Figura 97: Horno utilizado para el ensayo de granulometría.

Fuente: Los autores.

Procedimientos

Preparación de las muestras para realizar el ensayo de análisis granulométrico por tamizado.



Figura 98: Preparación de la muestra se suelos.

Fuente: Los autores

En primer se realiza el lavado de la muestra en el tamiz N°200 para la eliminación de impurezas (limo, arcillas) secado en el horno a una temperatura de $110 \pm 5^\circ \text{C}$, para su posterior cuarteo de la muestra según establecido en norma.



Figura 99: Lavado de la muestra en el tamiz N°200.

Fuente: Los autores.

FRACCIÓN GRANULAR GRUESA

Realizado el cuarteo, se procedió con el tamizado para separar las diferentes partículas utilizando el tamiz 3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 3/8", 1/4", y N° 4. Además, se determinará el peso en cada tamiz retenido, luego se verifica mediante la suma de los pesos retenidos que deberá ser similar al peso de la Fracción gruesa, con una aceptación de 0.5%.



Figura 100: Proceso de tamizado de fracción gruesa.

Fuente: Los autores.

FRACCIÓN GRANULAR FINO

Se tomó el material pasante por el tamiz No 4, luego de ello se pesó en la balanza para su registro, con la finalidad de realizar el tamizado en las mallas N°10, N°20, N° 40, N° 60, N° 100, N°200.



Figura 101: Proceso de tamizado de fracción fina.

Fuente: Los autores

Luego del tamizado de la fracción fina, se obtuvo la distribución granulométrica del material retenido en los tamices como se muestra en la siguiente imagen.



Figura 102: Análisis granulométrico de la fracción fina.

Fuente: Los autores.

4.3.3.3. Contenido de humedad ASTM D2216

El presente ensayo tiene como objetivo determinar el contenido de humedad de las muestras recogidas en campo y serán expresadas en porcentajes.

Material e instrumentos:

- Balanza Sartorius modelo Lc2201s
- Recipiente.
- Horno eléctrico Gemmy modelo Yc0_010

Procedimientos

Para el siguiente ensayo se pesó un recipiente y se vertió material húmedo pasante por el tamiz de 3", luego se procedió al registro del peso en la balanza.

A continuación, se llevó la muestra al horno con una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$, luego de un tiempo se retira el recipiente y se lleva a la balanza registrando su peso del material seco más el recipiente.



Figura 103: Horno para secado de muestra contenido de humedad.

Fuente: Los autores

Mr= Masa de recipiente.

Mh= Masa húmeda.

Ms= Masa seca.

4.3.3.4. Ensayo de Gravedad Especifica ASTM D854

El objetivo del ensayo de gravedad especifica de los sólidos es poder determinar el peso específico de las muestras por medio de un picnómetro a continuación se detalla los materiales y procedimientos llevados a cabo en el laboratorio.

MATERIALES E INSTRUMENTOS

- Frasco volumétrico (picnómetro) de 250 cm³ de capacidad.
- Bomba de vacío.
- Horno Gemmy modelo Yc0_010 (graduado) 110 ±5°C
- Balanzas Sartorius modelo de 1200g y sensibilidad de 0.01g.
- Termómetro graduado con una escala de 0 a 50°C.
- Tamiz 4.75mm (N°4).

Procedimientos

En primer lugar, preparamos la muestra recolectadas de la zona de estudio, descartamos el material pasante del tamiz N°4, luego se procede a lavar el material y quitar las impurezas que contiene la muestra.



Figura 104: Preparación de la muestra para determinar su peso específico.

Fuente: Los autores.

Luego se procede a secar la muestra a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, retiramos la muestra y ponemos a ventilar a temperatura ambiente durante 1 a 3 horas hasta q la muestra haya enfriado.



Figura 105: Secado de muestra en Horno ensayo de peso específico.

Fuente: Los autores

Una vez enfriado el agregado se procede a sumergir la muestra en agua a temperatura ambiente por un tiempo de $24\text{h} \pm 4\text{h}$, como siguiente paso es vertir la muestra sobre un paño absorbente hasta

quedar seca la muestra, se registró el peso de la muestra bajo saturación con superficie seca.



Figura 106: Ensayo de Peso específico del material Retenido en el tamiz N°04.

Fuente: Los autores.

Luego de pesar la muestra, se procedió a colocar la muestra saturada en una cesta y determinamos su peso en el agua a una temperatura ambiente 24°C y una densidad de $997 \pm \text{Kg/m}^3$. Evitar remover el aire atrapado antes del pesado.

Finalmente secar la muestra en el horno a una temperatura $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ dejamos enfriar a temperatura ambiente durante 2 horas para registrar su peso.



Figura 107: Determinación de la Gravedad Especifica del Suelo.

Fuente: Los autores.

4.4. Modelamiento hidráulico

4.4.1. Procedimientos en el Software ArcGIS

POLIGONO DE THIESSEN

En primer lugar, para elaborar el Polígono de Thiessen se tuvo que realizar la delimitación de la subcuencas en el software ArcGIS como se muestra en la siguiente imagen se obtuvieron 21 subcuencas.

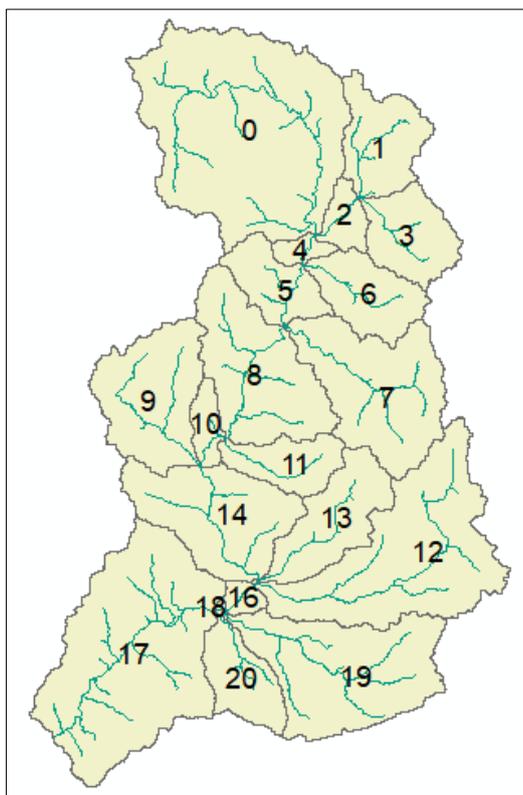


Figura 108: Delimitación de las subcuencas del río Cañete en el software ArcGIS.

Fuente: Los autores.

Como siguiente paso se procedió a cargar las estaciones en las subcuencas, pero previo a esto convertimos las coordenadas Geográficas a UTM. Tener en cuenta que se consideró las estaciones Cosmos y Pomacocha (ya que no pertenecen a la cuenca de río Cañete) para generar el polígono de Thiessen.

Tabla 29

Conversión de coordenadas geográficas a coordenadas UTM.

ESTACIÓN	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		COORDENADAS UTM	
	LONGITUD	LATITUD	ESTE	NORTE
CAÑETE	-76.316667	-13.066667	357245.688	8555120.928
SOCSI CAÑETE	-76.194528	-13.028333	370469.98	8559426.619
PACARAN	-76.066667	-12.833333	384246.4099	8581055.897
HUANGASCAR	-75.833667	-12.898556	409556.5448	8573935.664
COLONIA	-75.883611	-12.633611	404037.9433	8603219.449
YAUYOS	-75.908444	-12.491778	401286.7227	8618896.278
HUANTAN	-75.816667	-12.45	411245.8174	8623549.072
CARANIA	-75.872139	-12.344389	405178.6177	8635209.745
YAUICOCHA	-75.722639	-12.316472	421425.2285	8638345.417
VILCA	-75.826194	-12.114611	410096.5871	8660636.817
TANTA	-76.016667	-12.116667	389369.0479	8660339.467
COSMOS	-75.521222	-12.148625	443290.8037	8656957.337
POMACOA	-76.116667	-11.716667	378308.0547	8704535.627

Fuente: Los autores.

Luego de ello se procedió a importar las estaciones del Excel ya convertidas a UTM Para ello, hacemos clic en Vegasubcuencas y agregamos (Add data) el archivo Excel “estaciones utm actualizado” seleccionando hoja1.

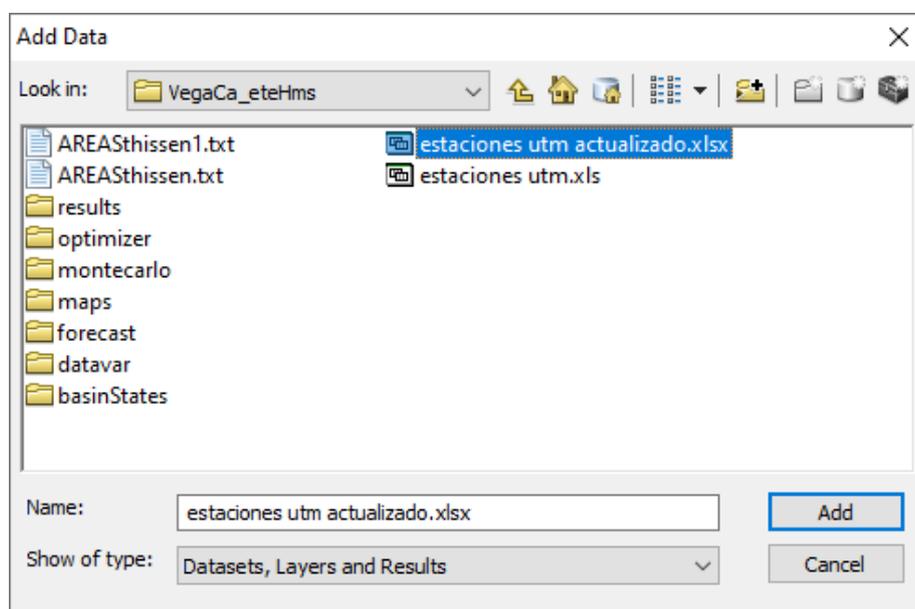


Figura 109: Importación de las estaciones meteorológicas al ArcGIS.

Fuente: Los autores.

Seguendo con el procedimiento damos clic derecho en la hoja1 ya subida al ArcGIS. Seleccionamos la opción (Display XY Data), donde se modifica el Y Field a norte y presionamos ok.

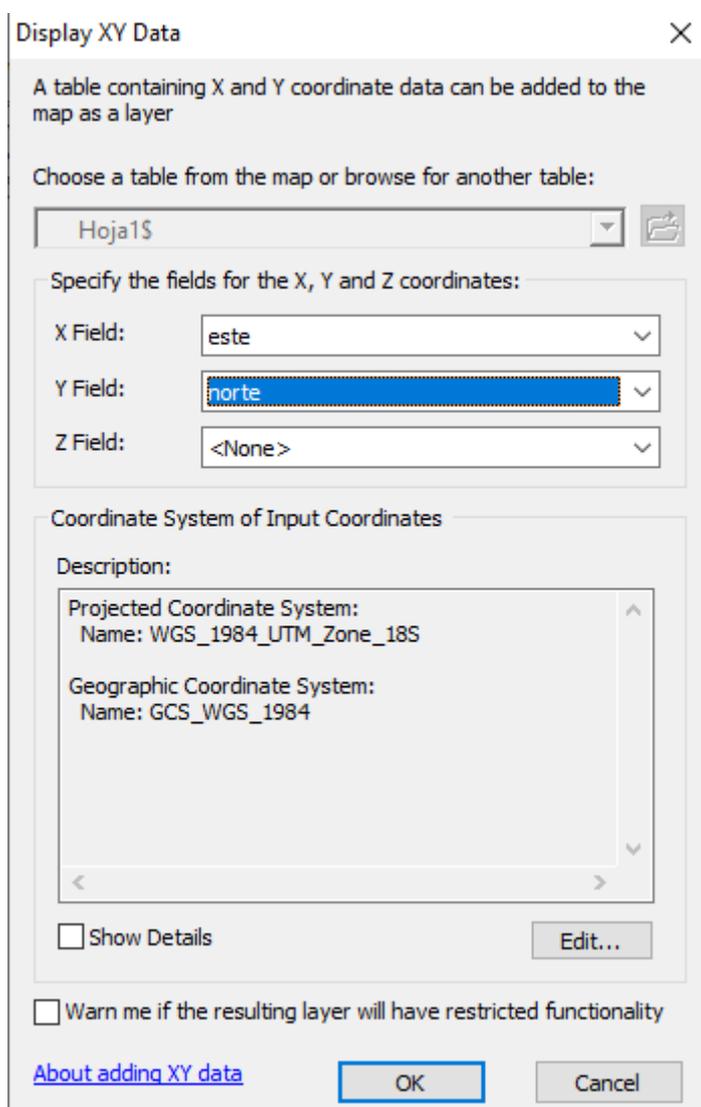


Figura 110: Modificación De las estaciones (Display XY Data).

Fuente: Los autores.

Luego de modificar las coordenadas cartesianas de las estaciones. En la siguiente imagen se muestra las estaciones meteorológicas ya cargadas en la cuenca del río Cañete mediante el software ArcGIS.

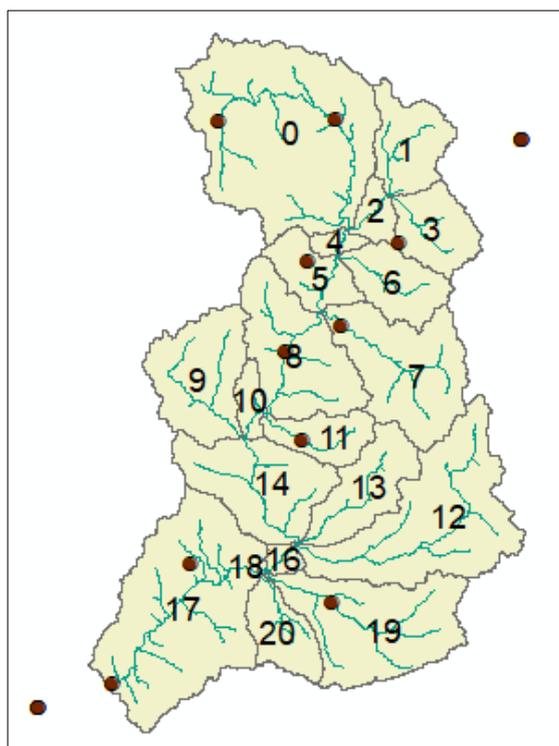


Figura 111: Estaciones meteorológicas cargadas en la cuenca del río Cañete.

Fuente: Los autores.

Una vez cargada las estaciones se dirigió a la caja de herramienta dando clic en Arc Toolbox escogemos (Análisis Tools / proximity / Create Thiessen Polygons) para crear el polígono de Thiessen como se muestra en la siguiente imagen.

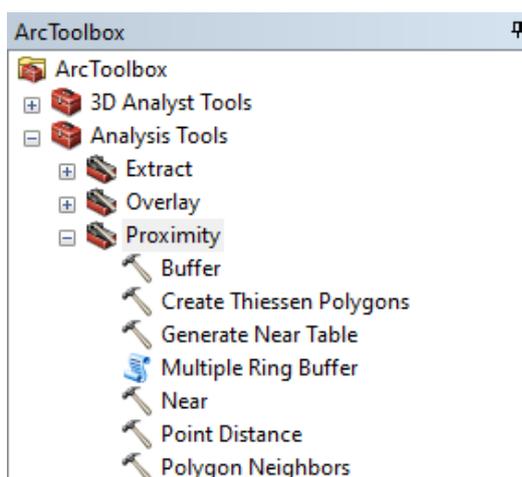


Figura 112: Creación del Polígono Thiessen.

Fuente: Los autores.

Luego de crear el polígono de Thiessen. En la siguiente imagen se muestra el polígono de Thiessen ya formado, con cada estación meteorológica y su respectivo nombre en la cuenca del río Cañete mediante el software ArcGIS.



Figura 113: Polígono Thiessen.

Fuente: Los autores.

Como siguiente paso se dirigió a la barra de herramientas y damos clic en Geoprocessing para realizar un Clip, esto nos permitió delimitar el polígono de Thiessen. Como resultado se obtiene la siguiente imagen del polígono.

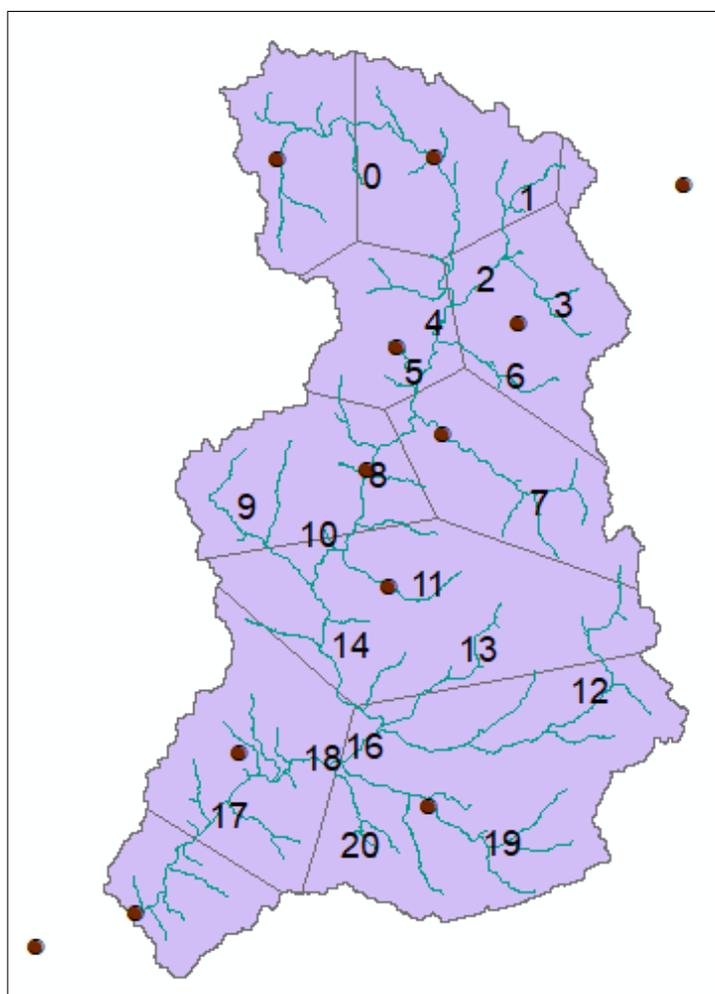


Figura 114: Polígono Thiessen delimitado.

Fuente: Los autores.

Luego de haber delimitados el polígono de Thiessen se procedió a calcular el área de cada polígono en cada subcuenca. Esto nos permitió determinar el peso de cada polígono en porcentaje, según cada estación meteorológica para introducirlas en el HEC-HMS. Para calcular el área de cada polígono damos clic derecho en THISENsubCuencasDev elegimos la opción (Open Attribute Table), donde el área lo transformamos a km², para finalmente exportar la información aun libro Excel, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 30

Cálculo del Peso de cada subcuenca según su área (%).

SubCuenca	Área (Km)	Área Total subCuenca	Peso Polígono	SubCuenca	Área(Km)	Área T. subCuenca	Peso Polígono
0	395.9718409		0.419668149	9	265.9839338		0.817455074
0	402.7268276		0.426827377	9	59.39655785	325.3804916	0.182544926
0	17.34691862		0.018385018	10	30.01552281		0.52662613
0	127.4900173	943.5356045	0.135119456	10	26.98036307	56.99588588	0.47337387
1	31.3849822		0.157617848	11	137.0253565	137.0253565	1
1	115.7209404		0.581159658	12	155.8052666		0.251688785
1	52.01481593	199.1207385	0.261222494	12	429.269846		0.693445147
2	0.752619218		0.011579271	12	33.9642556	619.0393682	0.054866067
2	64.17263655		0.987315136	13	180.2961251		0.780658301
2	0.071860384	64.99711615	0.001105593	13	50.65783362	230.9539587	0.219341699
3	182.3370427	182.3370427	1	14	86.38228264		0.238656315
4	6.332180199		0.180206593	14	258.830918		0.715096096
4	28.80626883	35.13844903	0.819793407	14	16.73943667	361.9526373	0.046247589
5	116.8422107		0.805088732	15	0.755480934	0.755480934	1
5	28.28739549	145.1296062	0.194911268	16	2.074308953		0.068119494
6	138.7101453		0.756000738	16	28.37672407	30.45103302	0.931880506
6	9.422321196		0.051353719	17	510.6741233		0.641922492
6	35.34638254	183.4788491	0.192645543	17	14.98311858		0.01883393
7	52.61769479		0.125576641	17	269.8813621	795.5386039	0.339243578
7	21.49867505		0.051308432	18	2.964500642		0.8854134
7	344.8922485	419.0086183	0.823114927	18	0.383653613	3.348154256	0.1145866
8	204.1490573		0.520617152	19	0.011113801		2.30336E-05
8	66.94891561		0.170731887	19	482.492244	482.5033578	0.999976966
8	54.09335357		0.13794787	20	11.16686885		0.072842036
8	66.93762413	392.1289506	0.170703091	20	142.135668	153.3025369	0.927157964

Fuente: Los autores.

Para el cálculo del tiempo de concentración se utilizó el promedio entre los métodos de Kirpich y Témez, obteniendo el acumulado del promedio de ambos métodos como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 31

Cálculo del Tiempo de Concentración Acumulado.

ESTE	NORTE	ACUMULADO	ESTE	NORTE	ACUMULADO
369922.766	8559063.27	0	406892.244	8559294.91	234.3427135
396190.553	8579354.79	53.40828486	433669.635	8578011.29	113.5314805
397951.004	8580003.38	60.27576429	436449.295	8611089.24	483.6754374
402491.115	8583802.24	72.89679144	432835.737	8610440.65	165.377445
403139.703	8584728.8	75.76752888	431167.941	8630361.55	217.8255317
393781.514	8603352.52	110.9424823	436078.673	8637310.7	18961.74421
397951.004	8608077.94	123.4790157	420141.956	8667238.37	320.4336371
407309.193	8626053.08	157.5145434	388917.109	8675947.97	254.8895553
410366.819	8636152.51	177.3795947	402908.064	8641480.19	191.0164784
412312.581	8640877.93	187.9986914	384284.342	8624524.26	156.8714231
418983.764	8646993.18	205.884452			

Fuente: Los autores.

Esta información fue cargada en el ArcGIS donde se pudo representar el tiempo de concentración (en horas), desde el punto más lejano hasta la salida de la cuenca del río Cañete.

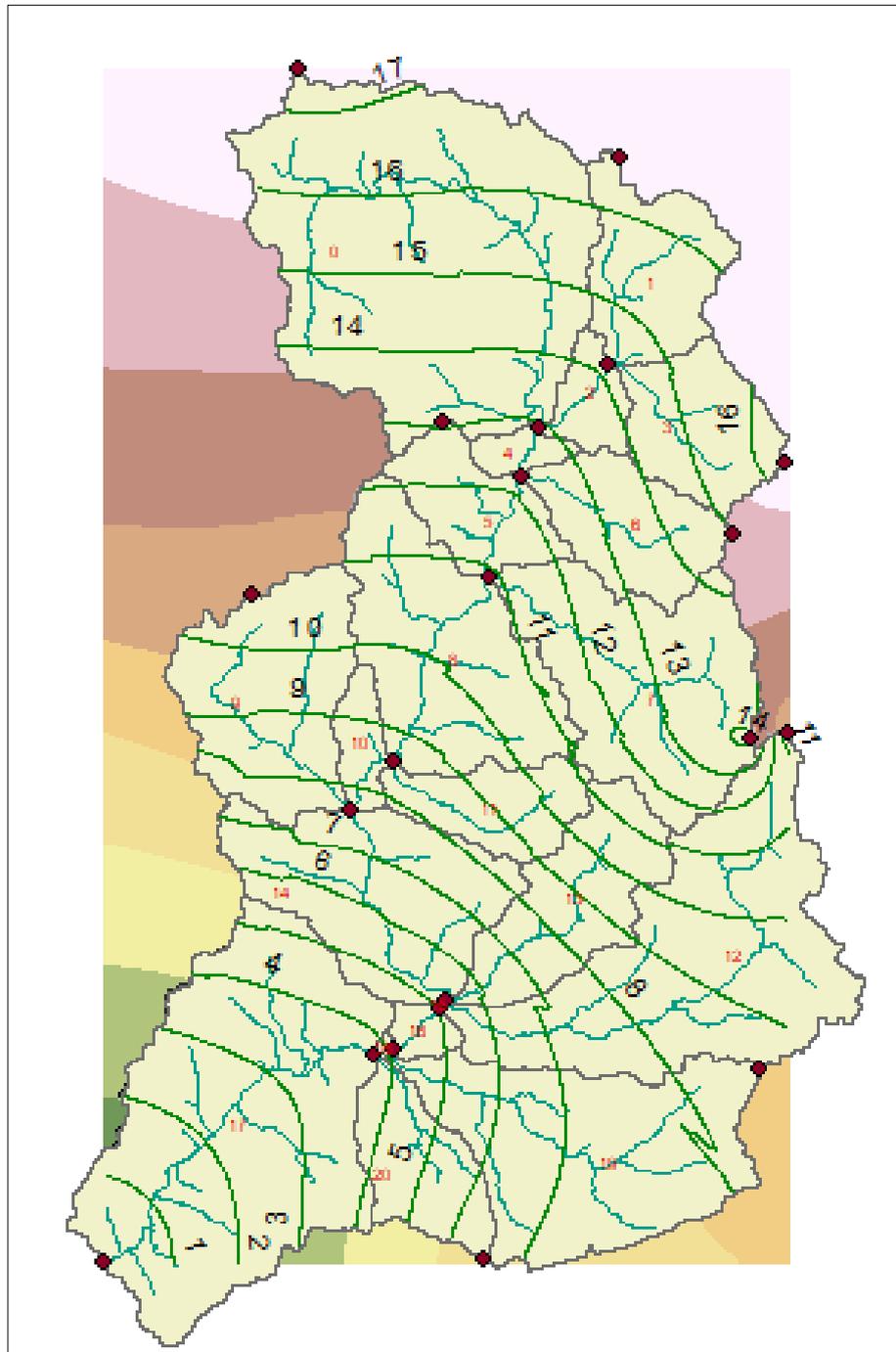


Figura 115: Gráfica del tiempo de concentración en las subcuencas del río Cañete.

Fuente: Los autores.

Después de analizar la gráfica obtenida en el software ArcGIS pudimos determinar el tiempo de concentración en cada subcuenca, esta información es necesaria para el modelamiento hidráulico en el software HE-CHMS.

Tabla 32
Determinación del Tiempo de Concentración en las subcuencas del río Cañete.

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (HORAS)				
Subcuenca	Inicio	Final	TCSub (HR)	Coficiente (HR)
0	12.5	18	5.5	4.4
1	14.1	16.5	2.4	1.92
2	13	14.5	1.5	1.2
3	13.9	17	3.1	2.48
4	12.2	13	0.8	0.64
5	10.9	13	2.1	1.68
6	12.2	15	2.8	2.24
7	10.9	14.5	3.6	2.88
8	8.5	12.1	3.6	2.88
9	7	10.9	3.9	3.12
10	7.6	9.8	2.2	1.76
11	7.9	11.2	3.3	2.64
12	5	13	8	6.4
13	5.2	11.7	6.5	5.2
14	4.6	8.6	4	3.2
15	5.1	5.3	0.2	0.16
16	4.1	5.4	1.3	1.04
17	0	6.5	6.5	5.2
18	3.8	4.2	0.4	0.32
19	4	8.5	4.5	3.6
20	3.5	6.5	3	2.4

Fuente: Los autores.

Después de analizar la gráfica obtenida en el software ArcGIS se pudo determinar el Tlag en la cuenca del río Cañete. Se determina el Tc de los ríos y se multiplica por un factor $k=0.7$, esta información es necesaria para el modelamiento hidráulico en el software HEC-HMS.

Tabla 33
Determinación Lag time (Tlag).

Tramo	Final	Inicio	Confluencia	Tlag
rio1	14.3	12.9	1.4	0.98
rio2	12.9	12.2	0.7	0.49
rio3	12.3	10.9	1.4	0.98
rio4	10.9	8.6	2.3	1.61
rio5	8.5	7.6	0.9	0.63
rio6	7.5	5.2	2.3	1.61
rio7	5.3	5.2	0.1	0.07
rio8	5.2	4.2	1	0.7
rio9	4.2	3.8	0.4	0.28
rio10	3.9	0	3.9	2.73

Fuente: Los autores.

4.4.2. Procedimientos en el Software HEC- RAS

Antes de crear el proyecto en el software HEC-RAS se procedió a cambiar las unidades, se dirigió a Options, se seleccionó unit System (US Customary/SI), donde se trabajó con el Sytem International (Metric System) como se muestra en la figura.

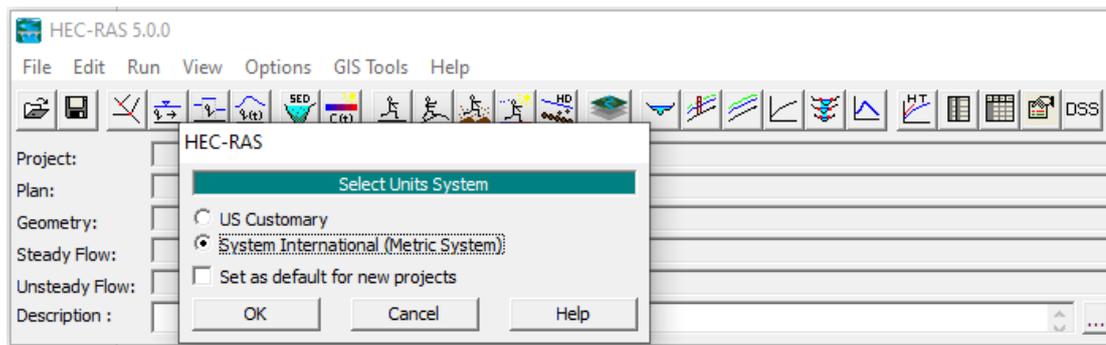


Figura 116: Configuración de las unidades al sistema International en HEC-RAS.

Fuente: Los autores.

Una vez configurada las unidades se procedió a crear el proyecto, se dirigió a la barra de herramientas file, se seleccionó New Project con el nombre de “Encauzamiento de la bocatoma N. Imperial” dentro de la carpeta Modelo RAS como se muestra en la siguiente imagen.

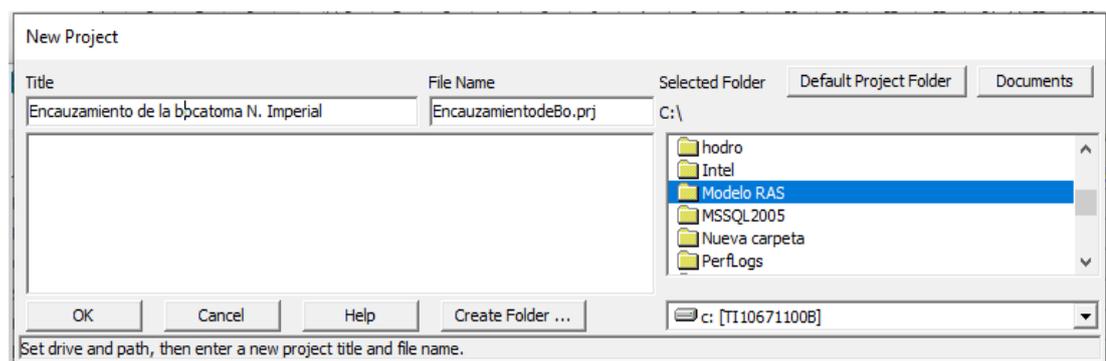


Figura 117: Creación de proyecto en el software HEC-RAS.

Fuente: Los autores.

Paso siguiente se dirigió a View/Edit geometric data  dentro del nuevo recuadro se dirigió a File, se seleccionó New Geometry Data y se creó la carpeta con el nombre de Encauzamiento bocatoma y aceptamos.

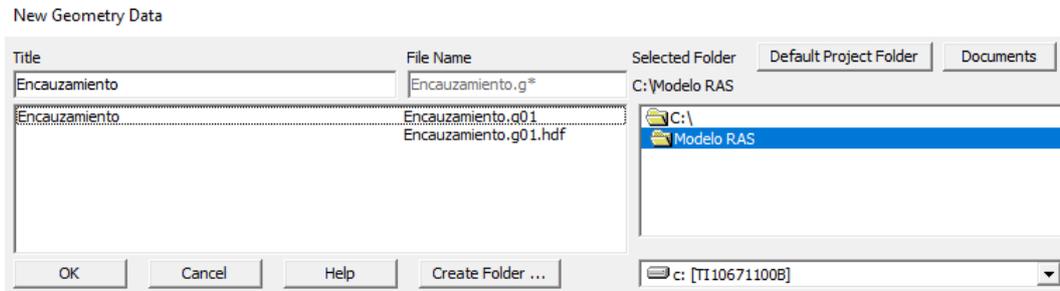


Figura 118: Creación de nuevos datos geométricos HEC-RAS.

Fuente: Los autores.

A continuación, se seleccionó River Reach para poder graficar la longitud del eje del río Cañete y proceder a introducir la información de las secciones transversales del levantamiento topográfico.

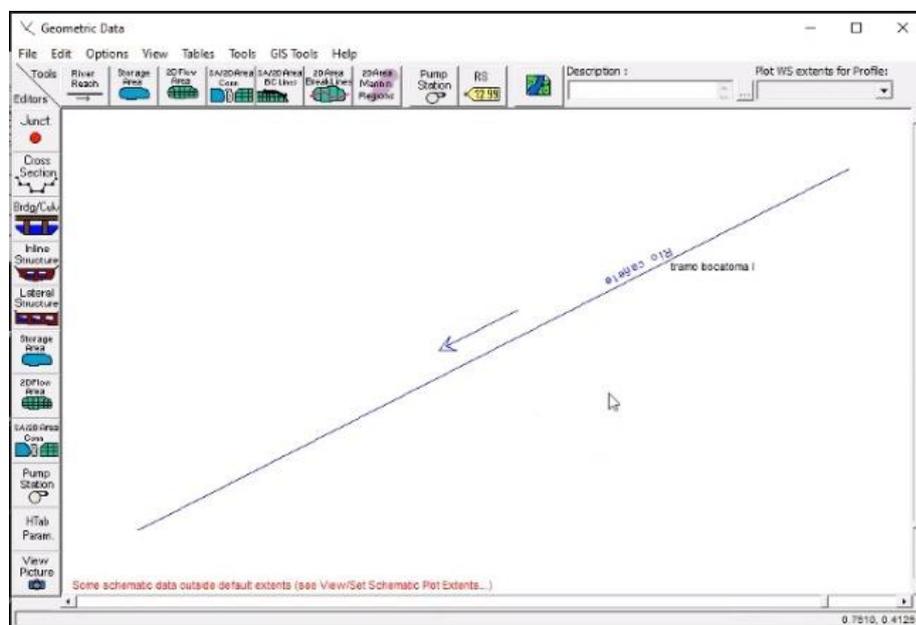


Figura 119: Longitud del eje río Cañete en el HEC-RAS.

Fuente: Los autores.

Paso siguiente se introdujo las secciones transversales por progresiva en la ventana de Cross Sección Coordinates, luego de ello se introdujo la separación entre secciones (LOB, Channel, ROB), para finalizar se introdujo el coeficiente de rugosidad (Manning) según las características del río Cañete en el tramo de estudio. Este procedimiento se realizó en todas las progresivas desde 0+000 hasta la progresiva 0+657 a lo largo del eje del río.

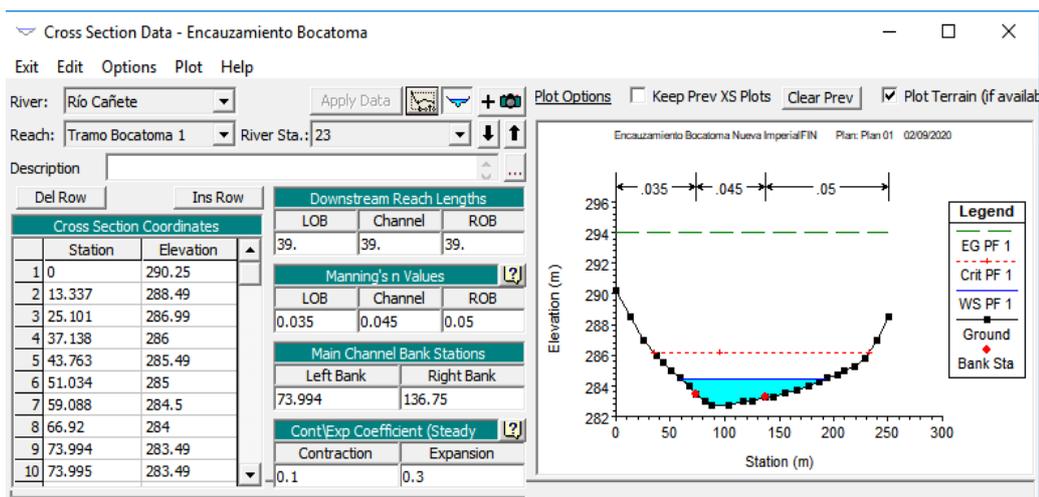


Figura 120: Introducción de las secciones transversales.

Fuente: Los autores.

VALORES DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD "N"			
Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
D. Corriente Natural	-		
D-1. Corriente menores (ancho superficial en nivel creciente <100pies)	-		
a. Corriente en planicies	-		
1. Limpias, rectas, máximo nivel, sin montículos ni pozos profundos.	0.025	0.030	0.033
2. Igual al anterior, pero con más piedras y malezas.	0.030	0.035	0.040
3. Limpio, serpenteante, algunos pozos y bancos de arena.	0.033	0.040	0.045
4. Igual al anterior, pero con algunos matorrales y piedra.	0.035	0.045	0.050
5. Igual al anterior, niveles bajos, pendientes y secciones más ineficiente.	0.040	0.048	0.055
6. Igual al 4, pero con más piedras.	0.045	0.050	0.060
7. Tramos lentos, con malezas y pozos profundos.	0.050	0.070	0.080
8. Tramos con mucha maleza, pozos profundos o canales de crecientes con muchos árboles con matorrales bajos.	0.075	0.100	0.150

Figura 121: Valores tomados para el modelamiento en HEC-RAS.

Fuente: Los autores.

Luego se dirigió a Inline Structure y a Weir Embankment donde se introdujo las distancias de la bocatoma con sus respectivas elevaciones.

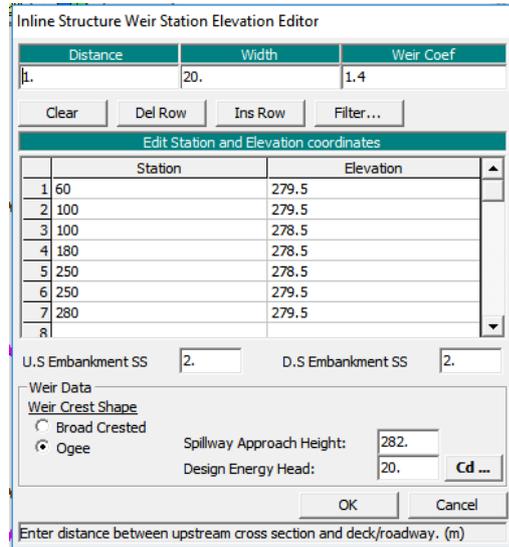


Figura 122: Dimensiones para la representación de la bocatoma.

Fuente: Los autores.

En la siguiente imagen se muestra una representación gráfica de la estructura de la bocatoma en reboze (abierto).

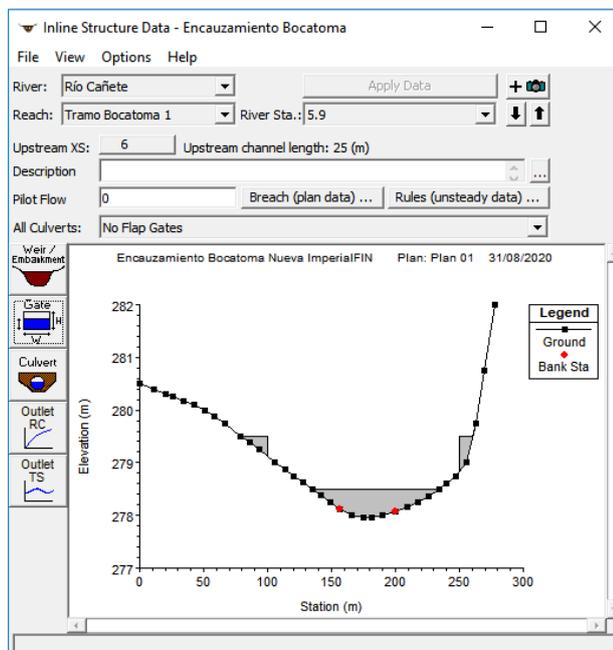


Figura 123: Representación de la bocatoma abierto.

Fuente: Los autores.

Luego se corrió el programa, donde se obtuvo la vista en perfil del cauce.

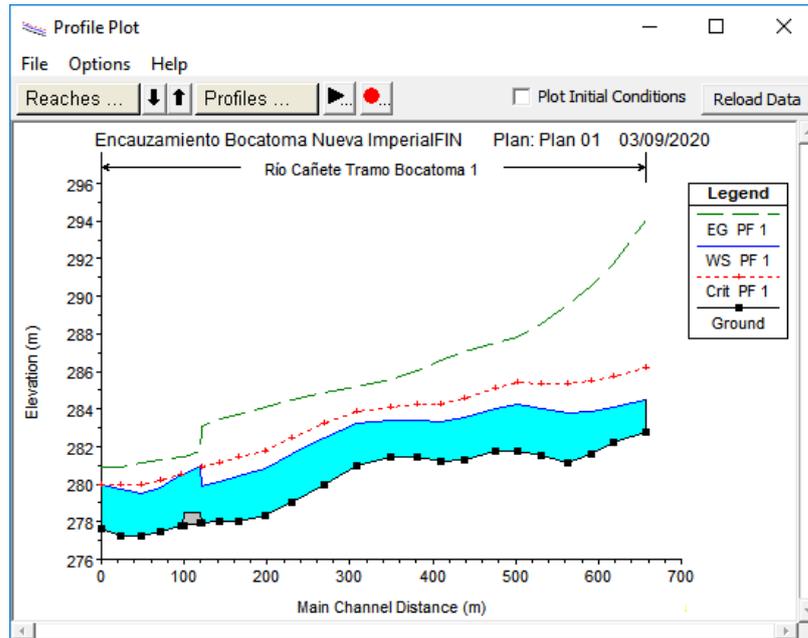


Figura 124: Perfil del cauce.

Fuente: Los autores.

A continuación, se colocó los datos para la elaboración de los diques respecto al perfil y al tirante crítico calculado mediante la simulación.

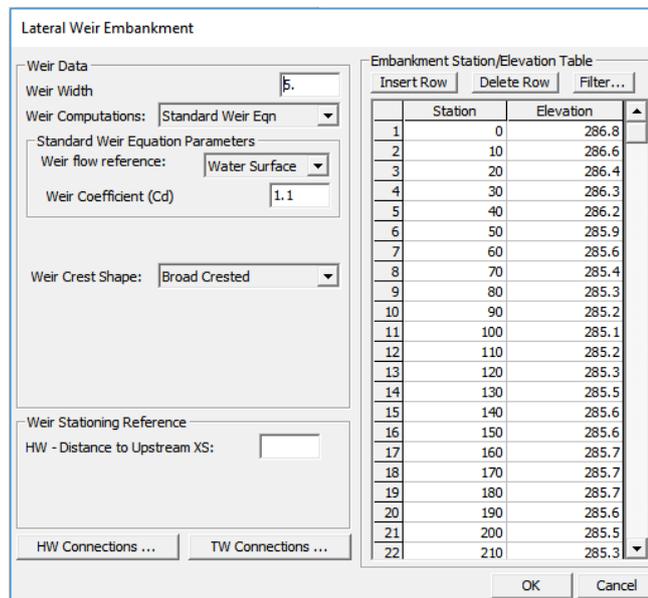


Figura 125: Representación de los diques.

Fuente: Los autores.

En la siguiente imagen se muestra el diseño de los diques de uno de los tramos.

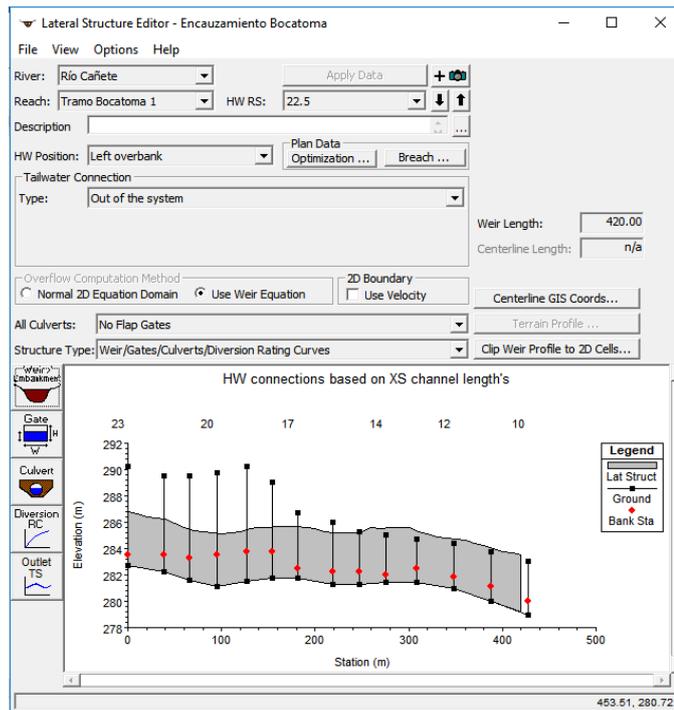


Figura 126: Diseño del dique en el HEC-RAS.

Fuente: Los autores.

En la siguiente imagen se muestra la estructura del dique a lo largo del río después de colocar los datos en cada tramo.

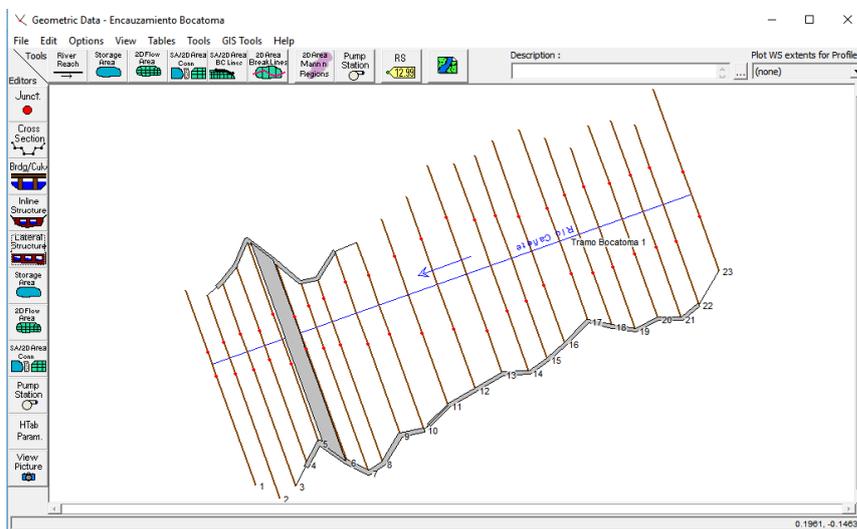


Figura 127: Estructura de los diques en HEC-RAS.

Fuente: Los autores.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. Estudio topográfico.

Luego del levantamiento topográfico en el tramo de estudio se procesó la información levantada mediante el software Civil 3D que permitió obtener una representación gráfica del terreno donde se realizará el modelamiento hidráulico. Para mayor detalle del plano revisar el anexo de la presente investigación.

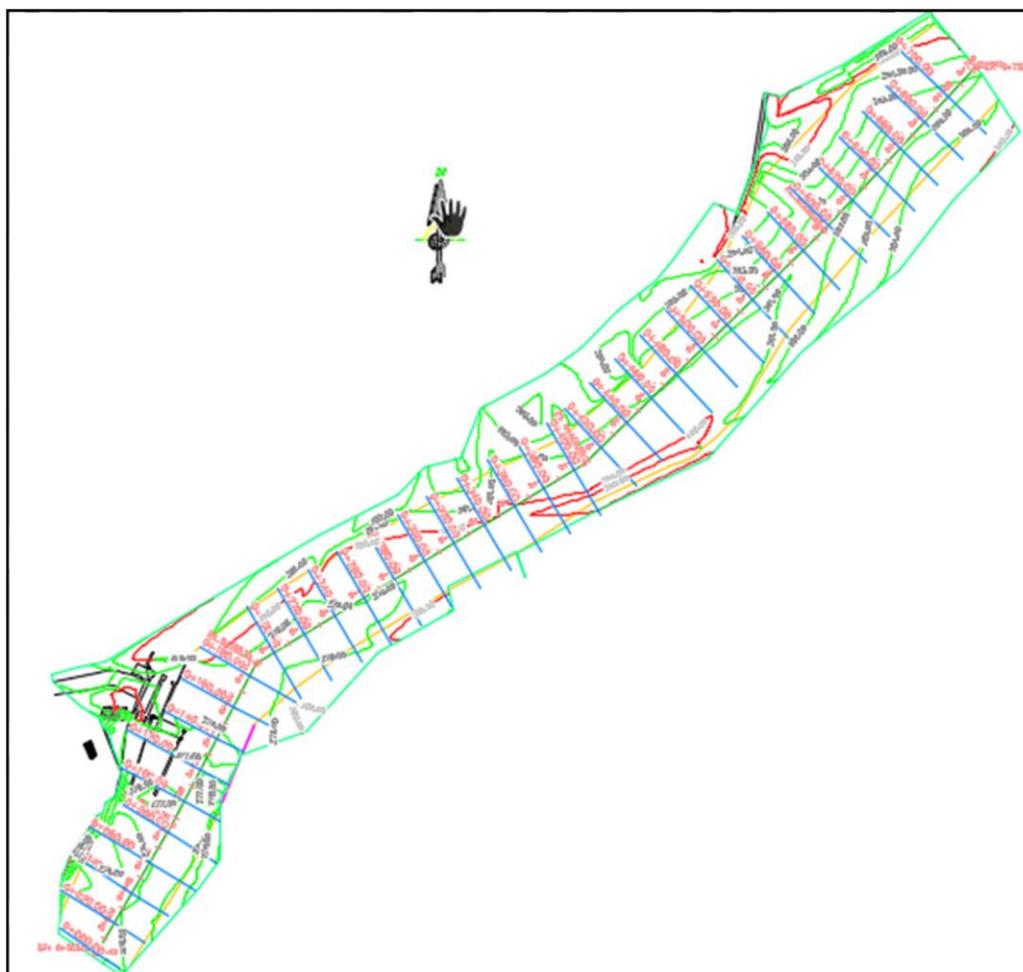


Figura 128: Representación gráfica del tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial - Cañete (AutoCAD Civil 3D).

Fuente: Los autores.

5.1.1. Secciones transversales.

Para obtener las secciones transversales del tramo de estudio se procesó la información levantada en el software AutoCAD Civil 3D logrando obtener los gráficos de las secciones trasversales donde se muestra la altura de la sección y los puntos tomados en cada margen, como el eje del río. Para mayor detalle de todas las secciones revisar el plano en el Anexo de la investigación.

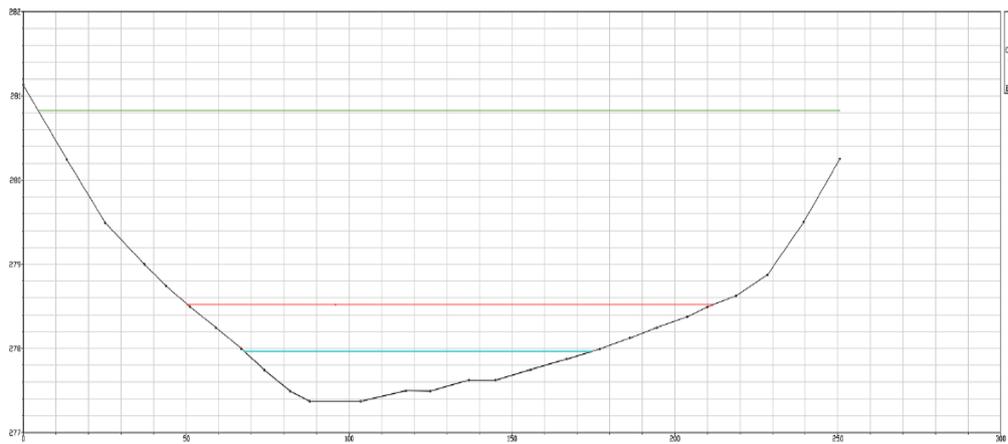


Figura 129: Sección río Cañete progresiva 0+00 (AutoCAD Civil).

Fuente: Los autores.

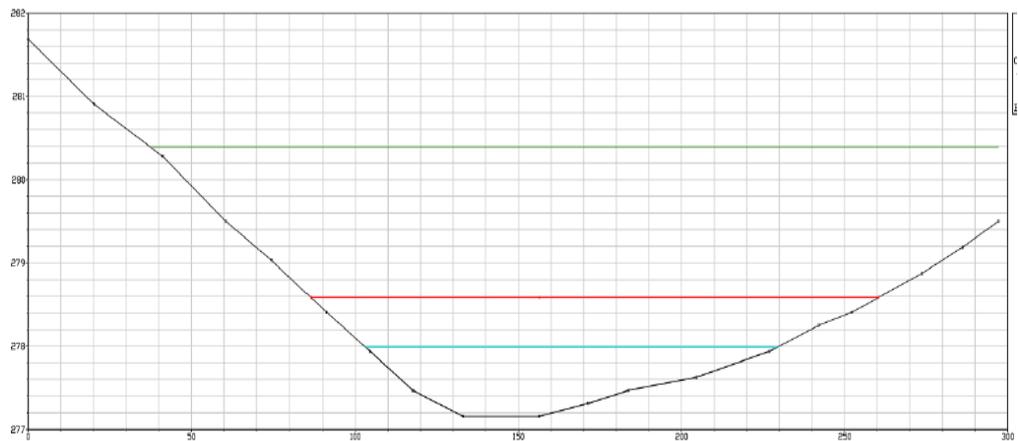


Figura 130: Sección río Cañete progresiva 0+024 (AutoCAD Civil).

Fuente: Los autores.

Resultado de las secciones transversales del tramo de estudio del río Cañete (progresivas).

Progresiva 0+000		
N°	Distancia desde eje (m)	Elevación del vértice (m)
1	0	280.750145
2	10.1180519	279.499485
3	19.4878852	278.249768
4	28.2202821	278.056351
5	37.4350736	278.037147
6	45.1769122	278.065886
7	53.6551721	278.091008
8	61.8683452	278.11415
9	71.4654228	278.115029
10	78.6717368	278.119808
11	87.5339935	278.123141
12	97.8952772	278.097295
13	104.529867	278.075711
14	118.675882	278.000117
15	129.66643	277.934742
16	139.292547	277.8548
17	149.964619	277.749927
18	156.861255	277.684619
19	164.407523	277.602544
20	169.851022	277.599418
21	182.825327	277.662073
22	192.173187	277.749531
23	206.072322	278.000901
24	216.596702	278.248761
25	223.38305	278.499877
26	228.926454	278.75
27	238.797861	279.25091
28	245.936505	280.000001
29	256.975579	280.749317
30	268.166029	282.279629

Progresiva 0+024		
N°	Distancia desde eje (m)	Elevación del vértice (m)
1	0	281.249942
2	10.0921507	280.000092
3	19.0849424	278.749689
4	30.5024463	278.5
5	41.7402633	278.250129
6	49.3024878	278.097879
7	59.2938727	278.011102
8	68.5086715	278.021419
9	75.1696021	278.02324
10	83.3264775	278.015178
11	92.976814	278.000044
12	102.545593	277.970018
13	113.313414	277.922185
14	123.26485	277.868494
15	133.718902	277.796793
16	139.913966	277.750011
17	150.044787	277.660345
18	158.907061	277.576267
19	171.675663	277.434642
20	185.794278	277.317222
21	196.263363	277.25
22	207.907649	277.5
23	214.955145	277.749965
24	221.725009	278.25002
25	232.711838	279.249999
26	244.532822	280.499073
27	254.051673	281.253194
28	263.548524	282.492111
29	269.964799	283.499998
30	279.99899	285.265276

Progresiva 0+048		
N°	Distancia desde eje (m)	Elevación del vértice (m)
1	0	281.5
2	10.4607704	280.249815
3	20.5295101	279
4	32.278986	278.750141
5	44.7147259	278.500145
6	57.2831198	278.250189
7	64.9127723	278.108556
8	73.4836104	278
9	84.9314704	277.983445
10	94.5285556	277.957885
11	103.757907	277.923671
12	114.446055	277.871235
13	125.513722	277.801047
14	132.662634	277.75
15	143.386776	277.664635
16	152.689265	277.577639
17	160.669764	277.5
18	171.065322	277.377244
19	181.572184	277.250053
20	189.70725	277.25
21	199.915081	277.499754
22	209.46435	277.750007
23	219.613543	277.999952
24	231.671073	278.499999
25	244.045016	279.248156
26	252.249098	280.001397
27	260.709195	280.997906
28	267.819204	282.000039
29	275.023458	282.747096
30	281.56428	283.751

Progresiva 0+072		
N°	Distancia desde eje (m)	Elevación del vértice (m)
1	0	279.749986
2	10.3338718	279.500459
3	21.5141712	279.25
4	33.7250897	279
5	40.7793725	278.873959
6	48.0326559	278.75
7	55.2462243	278.621226
8	62.0075924	278.500142
9	68.7960902	278.36827
10	76.7180678	278.250066
11	84.0710445	278.11709
12	92.0305546	277.999805
13	101.814376	277.95811
14	111.397684	277.910866
15	118.820702	277.867863
16	127.66683	277.805347
17	134.628688	277.750173
18	143.148221	277.673772
19	152.450718	277.585465
20	160.56389	277.499984
21	173.130732	277.610151
22	182.982184	277.750251
23	196.075709	278
24	208.322355	278.250172
25	218.685397	278.499999
26	228.236524	278.749999
27	236.961007	278.999996
28	244.938626	279.249699
29	252.695071	279.499709
30	264.424861	280.250162

Progresiva 0+096		
N°	Distancia desde eje (m)	Elevación del vértice (m)
1	0	282
2	17.6424137	280.749801
3	30.9223812	279.500134
4	44.2299682	279.25
5	56.8816287	278.99999
6	69.7480456	278.75
7	82.4714631	278.5
8	90.4231309	278.368976
9	98.618756	278.249956
10	107.763915	278.105879
11	114.394897	278.00032
12	124.166632	277.932994
13	131.186782	277.880841
14	137.144531	277.835291
15	146.15223	277.795138
16	156.731419	277.833641
17	166.609075	277.897228
18	176.409196	277.999919
19	184.943813	278.111814
20	194.112844	278.25
21	201.6893	278.381521
22	207.826506	278.5
23	219.212166	278.749971
24	229.114935	278.999787
25	238.56876	279.25035
26	246.087885	279.749999
27	255.735947	281.248424
28	263.323014	282.499892
29	270.613952	283.748699
30	280.56929	285.499325

Progresiva 0+121		
N°	Distancia desde eje (m)	Elevación del vértice (m)
1	0	280.499858
2	10.8336227	280.395712
3	19.9095153	280.310488
4	25.9412172	280.250011
5	33.8304572	280.172378
6	42.1933189	280.09274
7	50.6279545	280
8	58.4163726	279.889079
9	66.2204921	279.750133
10	79.090832	279.50003
11	86.2156678	279.387148
12	93.7102528	279.2502
13	105.794289	279
14	113.770824	278.871969
15	120.756534	278.750169
16	127.496633	278.633822
17	135.088341	278.499798
18	141.633817	278.380167
19	148.686321	278.249984
20	156.098273	278.126434
21	165.681962	278.000155
22	174.830691	277.952413
23	181.806973	277.969039
24	190.033526	278
25	199.772076	278.067234
26	209.496884	278.156498
27	217.798235	278.25
28	225.843141	278.361573
29	234.220594	278.5
30	240.15561	278.61204
31	247.154006	278.749858
32	255.724917	278.999666
33	263.078422	279.749998
34	269.782114	280.75
35	277.901821	281.999638

Progresiva 0+143		
N°	Distancia desde eje (m)	Elevación del vértice (m)
1	0	280.750076
2	11.0779379	280.634923
3	17.3353447	280.572546
4	24.9629423	280.499905
5	34.0614762	280.413964
6	44.738788	280.310518
7	50.3021488	280.250008
8	60.0069422	280.160704
9	67.2132705	280.093368
10	76.2631561	279.999995
11	88.7996606	279.75
12	98.2697485	279.613658
13	104.439924	279.49967
14	111.376382	279.370811
15	117.751201	279.25
16	129.76398	278.999922
17	142.277146	278.750124
18	149.925496	278.609717
19	156.767699	278.500129
20	164.503196	278.361977
21	171.487162	278.250023
22	179.30334	278.153523
23	192.857223	278.031723
24	204.201532	278.049993
25	215.509905	278.117356
26	226.138397	278.249825
27	229.443587	278.250822
28	243.245233	278.5
29	253.342476	279.249998
30	262.997923	280.500455

Progresiva 0+165		
N°	Distancia desde eje (m)	Elevación del vértice (m)
1	0	280.880678
2	8.81258446	280.794953
3	15.0652713	280.750312
4	22.9541611	280.66337
5	29.7221136	280.600802
6	39.1798733	280.499834
7	47.6583598	280.424108
8	54.6102745	280.355361
9	65.0497531	280.250005
10	74.3320015	280.152824
11	86.2941089	280.00002
12	93.1171088	279.874584
13	98.5997303	279.75
14	109.675537	279.5
15	121.341597	279.25
16	129.622875	279.084444
17	133.886128	279.000024
18	146.957415	278.749846
19	155.486654	278.608312
20	162.988637	278.5
21	173.609512	278.33223
22	183.412805	278.250308
23	192.482803	278.141486
24	202.969121	278.058155
25	207.905344	278.065395
26	218.046739	278.061591
27	227.453756	278.499591
28	236.670119	279.499085
29	245.039397	280.499417
30	255.02534	281.750002

Progresiva 0+198		
N°	Distancia desde eje (m)	Elevación del vértice (m)
1	0	281.25
2	8.56675513	281
3	17.370614	280.914362
4	25.7334841	280.828883
5	33.227468	280.750092
6	46.7949262	280.57996
7	53.08642	280.5
8	62.9412804	280.359647
9	70.1659435	280.25
10	78.8190562	280.112567
11	85.8101314	280
12	99.785002	279.75
13	113.140534	279.5
14	126.048759	279.25
15	134.759035	279.092701
16	140.037598	279.000106
17	155.282982	278.75
18	163.735701	278.621011
19	172.667535	278.500001
20	185.701372	278.343622
21	195.91037	278.50033
22	202.459379	278.750166
23	210.775796	279.499999
24	216.628114	280
25	222.293032	280.500166
26	227.861123	281.000001
27	227.861123	281.000001
28	235.493409	281.749924
29	240.693199	282.250001
30	247.532524	283.000002
31	253.940491	283.750002

Progresiva 0+229		
N°	Distancia desde eje (m)	Elevación del vértice (m)
1	0	283.000899
2	8.34435639	282.748013
3	15.603303	282.4997
4	23.6420946	282.25
5	31.4568269	282.000715
6	40.0067501	281.75
7	48.3522843	281.5
8	56.9769862	281.25
9	68.6187628	281.000158
10	76.6908695	280.884525
11	86.2554258	280.75
12	92.2548185	280.662795
13	102.607507	280.5
14	117.510417	280.249905
15	124.627076	280.126127
16	131.708577	280.000007
17	144.564145	279.749865
18	156.647395	279.5
19	162.87331	279.368138
20	168.271856	279.250081
21	181.546248	279
22	194.08297	279
23	201.826427	279.25
24	212.457893	279.999767
25	220.749421	280.500026
26	227.744731	280.999709
27	238.182159	281.749775
28	244.527261	282.250057
29	250.896418	282.750249
30	259.237712	283.500001

Progresiva 0+269		
N°	Distancia desde eje (m)	Elevación del vértice (m)
1	0	283.750214
2	13.8148839	283.249927
3	29.3904014	282.75
4	37.6390756	282.499791
5	47.022803	282.249916
6	56.8672156	282
7	56.8672166	282
8	67.452598	281.749853
9	78.8857859	281.5
10	86.6045644	281.355141
11	92.3082288	281.249943
12	99.9399737	281.111166
13	106.929038	281
14	115.133173	280.860961
15	120.838594	280.749887
16	133.756966	280.499891
17	145.88725	280.250378
18	158.224523	279.999256
19	165.472551	279.999892
20	173.713158	280
21	185.427713	280.249552
22	192.710832	280.500277
23	199.440311	280.749617
24	206.432782	280.999944
25	216.76735	281.499237
26	223.176518	281.750001
27	231.971169	282.249575
28	236.451336	282.499999
29	243.750964	282.999836
30	250.840205	283.499789
31	258.044438	284.00003

Progresiva 0+309		
N°	Distancia desde eje (m)	Elevación del vértice (m)
1	0	284.411293
2	7.7560595	284.25
3	14.5529089	283.999957
4	21.063827	283.75
5	26.5620873	283.5
6	33.1856888	283.25
7	39.7104467	283.000122
8	46.5164024	282.75
9	55.5531645	282.5
10	65.9583282	282.249921
11	76.8697435	281.999872
12	83.2826541	281.86532
13	83.2826641	281.86532
14	89.3379233	281.75
15	96.9564788	281.617186
16	96.9613488	281.617186
17	112.485403	281.389045
18	124.063195	281.249862
19	136.970031	281.179921
20	149.524567	281.113091
21	163.289405	280.999885
22	178.909454	281.249889
23	189.178224	281.249789
24	198.791763	281.499768
25	208.010633	281.75
26	215.947046	281.999843
27	222.776201	282.24991
28	228.684074	282.5
29	234.601408	282.749805
30	240.434045	283
31	249.70538	283.499659
32	258.416421	284
33	266.562335	284.499678

Progresiva 0+349		
N°	Distancia desde eje (m)	Elevación del vértice (m)
1	0	284.749512
2	7.35915081	284.500082
3	14.2415288	284.249599
4	20.7332722	284
5	27.1310134	283.750322
6	33.7649036	283.500382
7	40.2141819	283.250483
8	46.5000142	283
9	52.9249789	282.75
10	59.3469806	282.5
11	65.6690481	282.250463
12	65.6709781	282.250463
13	73.3219207	282
14	79.3347318	281.897959
15	79.3347418	281.897959
16	91.1778851	281.74979
17	97.6671478	281.682229
18	105.777741	281.610119
19	112.061858	281.566317
20	119.130218	281.526426
21	126.319037	281.499953
22	133.996705	281.480356
23	141.99998	281.464704
24	154.283932	281.500199
25	162.433741	281.5
26	174.413519	281.576094
27	182.626741	281.647141
28	189.362308	281.75
29	199.825265	282
30	208.368606	282.25
31	215.677654	282.5
32	222.242011	282.749646
33	228.561187	283.000381
34	238.942336	283.49951
35	247.041531	284
36	254.390088	284.500001
37	261.778808	284.999424
38	268.840883	285.5
39	275.455449	286.000001
40	281.733867	286.499854
41	287.801027	287.000001

Progresiva 0+382		
N°	Distancia desde eje (m)	Elevación del vértice (m)
1	0	285
2	8.59911111	284.750021
3	15.8950107	284.5
4	22.4558794	284.251186
5	33.2897394	283.750765
6	40.2436669	283.50011
7	47.1292909	283.25
8	54.1322827	283.00035
9	61.2666383	282.749759
10	68.6271202	282.499936
11	76.6714944	282.250284
12	84.6408694	282.000055
13	94.0645777	281.75
14	102.465446	281.623648
15	114.039356	281.500133
16	125.558852	281.463392
17	134.132422	281.460418
18	142.633412	281.444108
19	157.489373	281.5
20	167.804341	281.563111
21	178.316365	281.651011
22	187.913961	281.75
23	200.631419	282
24	210.789404	282.25
25	216.858567	282.5
26	222.088718	282.749711
27	226.565564	283.00047
28	235.431704	283.500324
29	243.525538	284
30	251.464753	284.5
31	258.745197	285
32	269.052783	285.749977
33	278.702408	286.5
34	288.344087	287.25

Progresiva 0+410		
N°	Distancia desde eje (m)	Elevación del vértice (m)
1	0	285.248762
2	12.3820294	284.75
3	23.0005507	284.250001
4	35.4503237	283.749999
5	42.3825221	283.500242
6	49.357002	283.250001
7	64.3637262	282.749832
8	72.7430495	282.5
9	80.9450685	282.249873
10	90.1723265	282
11	100.161665	281.75
12	110.853464	281.499488
13	123.115095	281.25
14	135.589495	281.25
15	142.93487	281.263467
16	151.89978	281.25
17	168.004123	281.499712
18	178.165233	281.749931
19	188.667163	281.999928
20	198.377038	282.25
21	208.911868	282.500307
22	218.270968	282.750278
23	234.377556	283.25
24	246.615318	283.99891
25	257.593522	284.749633
26	264.629377	285.250167
27	274.869228	286
28	281.215363	286.5

Progresiva 0+438		
N°	Distancia desde eje (m)	Elevación del vértice (m)
1	0	286.000519
2	9.62479642	285.5
3	18.7531715	284.998728
4	26.2072197	284.501506
5	30.0763843	284.250847
6	38.1258019	283.750258
7	46.5103003	283.25
8	53.9164994	283
9	61.6873632	282.74998
10	71.2837273	282.500129
11	79.7816019	282.25
12	89.3032234	282
13	99.4104155	281.75
14	110.758719	281.5
15	123.380148	281.282517
16	137.114411	281.500174
17	146.488601	281.5
18	158.353947	281.749745
19	166.885278	281.9998
20	175.566534	282.250554
21	185.022704	282.499842
22	197.765486	282.749039
23	205.445519	283.000059
24	215.22723	283.249991
25	226.751181	283.5
26	236.568904	283.749832
27	246.029813	284
28	256.076466	284.25
29	261.465626	284.499376
30	269.520693	285
31	279.999003	285.75

Progresiva 0+476		
N°	Distancia desde eje (m)	Elevación del vértice (m)
1	0	286.751192
2	14.3889885	286.000061
3	22.6175592	285.501076
4	30.3671368	284.999047
5	37.4730668	284.500989
6	44.8783589	284
7	51.4071474	283.500041
8	60.6120811	282.750242
9	65.1437483	282.499999
10	77.7262777	282
11	85.7384779	281.841399
12	95.3095279	281.75018
13	103.588471	281.750225
14	113.678335	281.75
15	122.367571	281.852915
16	133.0494	281.999683
17	145.224807	282.249581
18	154.969326	282.5
19	163.258755	282.749882
20	170.899043	282.999535
21	177.859201	283.25
22	187.22274	283.499947
23	196.739375	283.74999
24	206.567742	283.999974
25	216.731469	284.24979
26	227.572195	284.49969
27	237.899977	284.75
28	246.207034	284.999529
29	255.148505	285.497783
30	264.245817	286.5

Progresiva 0+503		
N°	Distancia desde eje (m)	Elevación del vértice (m)
1	0	289
2	8.64657592	288.49993
3	17.4063856	288.000001
4	25.5347266	287.499976
5	33.8343457	286.998236
6	40.4643584	286.499103
7	49.031181	285.750002
8	56.4867135	285.249334
9	65.0190498	284.498968
10	73.3483951	283.75058
11	82.6196068	283.000001
12	92.3982544	282.249589
13	97.2755168	281.999877
14	107.020412	281.75
15	116.282699	281.750009
16	125.861474	281.829585
17	138.045381	282
18	150.480945	282.25
19	159.864262	282.5
20	167.787116	282.749902
21	174.830784	282.999136
22	181.103227	283.25
23	187.248545	283.5
24	192.992114	283.749788
25	192.992124	283.749788
26	202.9245	284.250169
27	208.637975	284.5
28	218.723428	284.749783
29	227.981617	285
30	235.089214	285.25
31	243.193509	285.749156
32	251.493998	286.249266
33	259.552345	286.999999

Progresiva 0+530		
N°	Distancia desde eje (m)	Elevación del vértice (m)
1	0	290.248868
2	12.4735307	290.000672
3	23.4958466	289.501657
4	31.7118844	288.74827
5	41.1127521	287.749713
6	48.9216984	287
7	58.9079293	286
8	67.3572111	285.249999
9	76.4888619	284.5
10	86.3708558	283.75
11	97.6660513	283.000001
12	105.67222	282.500015
13	110.135385	282.250042
14	120.02658	281.750589
15	130.544758	281.5
16	139.195589	281.5
17	148.453321	281.749745
18	158.863232	282.000227
19	166.633226	282.25
20	174.660314	282.5
21	181.51372	282.750001
22	187.423712	283.000118
23	197.397721	283.499999
24	205.928521	284.000177
25	215.012661	284.5
26	224.126523	285
27	229.220284	285.250536
28	239.091039	285.75
29	251.451516	286.500567

Progresiva 0+562		
N°	Distancia desde eje (m)	Elevación del vértice (m)
1	0	289.750001
2	9.85975302	289.25
3	26.477081	288.249913
4	34.9063725	287.75096
5	45.1597184	287.000172
6	55.4979154	285.99947
7	64.0564887	285.249148
8	73.3718392	284.499999
9	80.9094914	283.999641
10	88.4804861	283.49916
11	96.6503985	283
12	105.5244	282.499914
13	116.028595	282
14	129.021361	281.499886
15	137.576352	281.249687
16	145.177685	281.144151
17	152.9721	281.25
18	161.652165	281.749788
19	170.098404	282.25
20	177.956757	282.750485
21	185.976744	283.250297
22	198.658506	284.000001
23	207.941131	284.500317
24	217.114025	285
25	226.667927	285.499999
26	236.69292	286
27	247.115084	286.500142
28	258.270406	287
29	266.432208	287.500001

Progresiva 0+591		
N°	Distancia desde eje (m)	Elevación del vértice (m)
1	0	289.499595
2	12.7381833	288.749131
3	25.2991211	288.000033
4	34.8292839	287.500001
5	46.3365094	286.749569
6	56.3790635	286.25
7	66.2511171	285.500001
8	75.3647768	284.998949
9	84.399091	284.25
10	90.8933087	283.749883
11	98.2442368	283.25
12	106.53795	282.750001
13	115.367948	282.249368
14	121.425443	281.999281
15	132.644499	281.637321
16	141.24311	281.749877
17	152.686365	281.999706
18	162.92924	282.25
19	177.814605	282.500176
20	190.874075	283
21	197.076874	283.25
22	205.63616	283.75
23	214.303613	284.249608
24	223.51972	284.749953
25	232.57263	285.250247
26	242.101908	285.750016
27	252.596559	286.249789
28	262.94964	286.74971
29	273.330006	287.250445

Progresiva 0+618		
N°	Distancia desde eje (m)	Elevación del vértice (m)
1	0	289.500124
2	16.8005843	288.249894
3	34.3562171	287.248812
4	50.4740464	285.999971
5	62.1380721	285.25
6	76.0433123	284.250274
7	87.1320943	283.500001
8	98.0374608	282.749956
9	110.843124	282.25
10	130.293841	282.249894
11	142.761918	282.499644
12	153.134949	282.750828
13	170.387898	283.000311
14	189.091901	283.500044
15	201.715362	284.00017
16	210.132147	284.25014
17	228.117824	284.999795
18	238.398359	285.5
19	247.669621	286.000311

Progresiva 0+657		
N°	Distancia desde eje (m)	Elevación del vértice (m)
1	0	290.253921
2	13.3366326	288.4998
3	25.1012603	286.99849
4	37.1375004	286.000001
5	43.7627922	285.499776
6	51.0338969	285.000752
7	59.0880105	284.500616
8	66.9297062	284.000236
9	73.9946844	283.499394
10	81.8758739	282.999647
11	87.8892523	282.75
12	103.55944	282.749957
13	117.451239	283.000062
14	125.028542	282.999902
15	136.757366	283.25
16	144.92676	283.25
17	155.709495	283.5
18	166.812461	283.75
19	176.952868	283.999441
20	186.226102	284.250245
21	194.502502	284.500436
22	203.689999	284.75
23	210.006928	284.999738
24	218.702954	285.250254
25	228.422368	285.750133
26	239.513989	287
27	250.613401	288.5

Los Autores.

5.1.2. Sección Longitudinal

Para obtener la sección longitudinal y el eje del río Cañete en del tramo de estudio, se procesó la información levantada en el software AutoCAD Civil 3D logrando obtener el perfil longitudinal del tramo, como se muestra en la siguiente imagen, donde se observa en el eje X las progresivas cada 20 metros y en el eje Y la altura del terreno. Para mayor detalle de todas las secciones revisar el plano en el Anexo de la investigación.

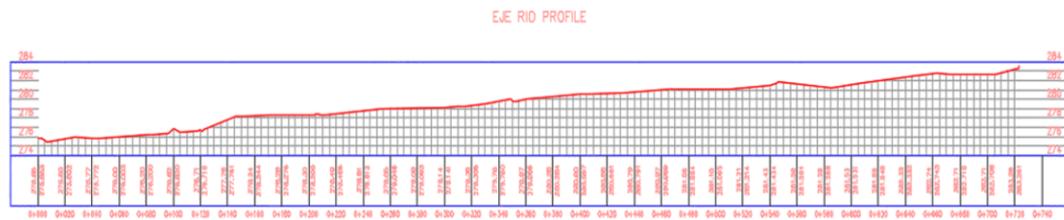


Figura 131: Representación gráfica del perfil longitudinal río Cañete (AutoCAD Civil 3D).

Fuente: Los autores.

5.2. Estudios hidrológicos

5.2.1. Precipitación para un tiempo de retorno ($T_r=100$ años)

El análisis en el software Hyfran se realizó para todas las estaciones aplicando el mismo procedimiento para determinar el tiempo de retorno en diferentes años. A continuación, se muestra la tabla de resumen donde se aprecia los resultados y el método o modelo con mejor evaluación para cada estación meteorológica. El desarrollo de todas las estaciones se muestra en el anexo de la presente investigación.

En la siguiente tabla se aprecia las estaciones meteorológicas con el método estadístico con mejor evaluación para un tiempo de retorno de 100 años que sirvió para desarrollar el modelamiento hidráulico.

Tabla 34

Tiempo de retorno 100 años Hyfran (Estaciones).

ESTACIÓN METEOROLÓGICA	MODELO	TIEMPO DE RETORNO (Tr= 100 años)	EVALUACIÓN
Cuenca Río Cañete	Análisis Estadístico	XT (mm)	p-value (p)
PACARÁN	GEV (Method of moments)	15.4	0.1633
HUANGASCAR	Gumbel (Method of moments)	54.5	0.1656
COLONIA	Normal (Maximum Likelihood)	4.64	0.1169
YAUYOS	Lognormal (Maximum Likelihood)	48.9	0.027
HUANTÁN	Inverse Gamma (Maximum Likelihood)	84.9	0.9212
CARANIA	Inverse Gamma (Maximum Likelihood)	42.6	0.4439
YAURICOCHA	Waibull (Method of moments)	49.5	0.187
VILCA	Inverse Gamma (Maximum Likelihood)	44.8	0.7974
TANTA	Lognormal (Maximum Likelihood)	58.1	0.0715

Fuente: Los autores

5.2.2. Precipitación para un tiempo de retorno (Tr=500años)

En la siguiente tabla se apreciar de igual manera las estaciones meteorológicas con el médelo estadístico con mejor evaluación para un tiempo de retorno de 500 años, que sirvió para desarrollar el modelamiento hidráulico.

Tabla 35

Tiempo de retorno 500 años Hyfran (Estaciones).

ESTACIÓN METEOROLÓGICA	MODELO	TIEMPO DE RETORNO (Tr= 500 años)	EVALUACIÓN
Cuenca Río Cañete	Análisis Estadístico	XT (mm)	p-value (p)
PACARÁN	GEV (Method of moments)	21.8	0.1633
HUANGASCAR	Gumbel (Method of moments)	67.8	0.1656
COLONIA	Normal (Maximum Likelihood)	57.6	0.1169
YAUYOS	Lognormal (Maximum Likelihood)	62.5	0.027
HUANTÁN	Inverse Gamma (Maximum Likelihood)	117	0.9212
CARANIA	Inverse Gamma (Maximum Likelihood)	52.8	0.4439
YAURICOCHA	Waibull (Method of moments)	55.1	0.187
VILCA	Inverse Gamma (Maximum Likelihood)	57.5	0.7974
TANTA	Lognormal (Maximum Likelihood)	74.4	0.0715

Fuente: Los autores

5.2.3. Resultados en el software HEC – HMS

Luego de correr el modelo hidrológico se obtuvo el caudal mediante modelamiento en el software HEC-HMS para un tiempo de retorno de 100 años, como se aprecia en la imagen el resultado es de 1770.5 m³/S para 24 horas en la salida de la última estación meteorológica.

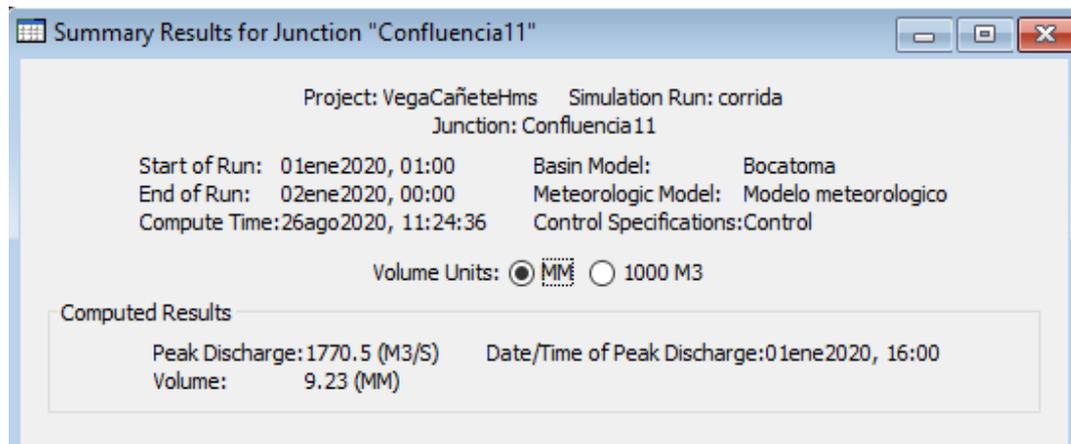


Figura 132: Resultados caudal de diseño para un $tr=100$ de años.

Fuente: Los autores.

Asi mismo, se obtuvo la gráfica del tiempo de retorno para 100 años donde se aprecia el tiempo y el caudal para la estación de salida en el modelamiento de la cuenca del río Cañete.

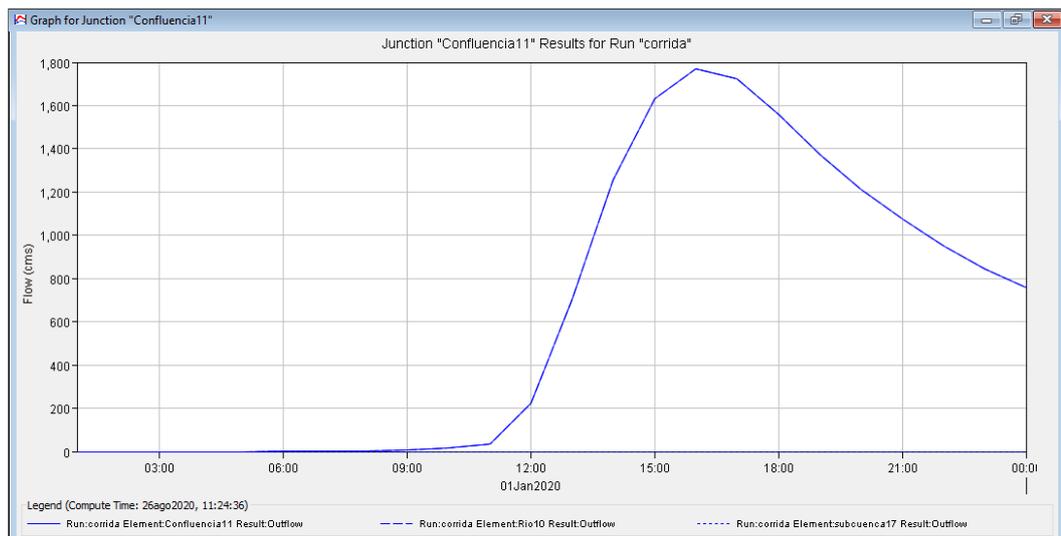


Figura 133: Gráfica de resultados para un $Tr=100$ años de retorno.

Fuente: Los autores.

Finalmente se obtuvo la tabla de resultados de caudales máximos en 24 horas para un tiempo de retorno de 100 años donde se tomó el máximo valor alcanzado durante ese intervalo.

Date	Time	Inflow from... (M3/S)	Inflow from... (M3/S)	Outflow (M3/S)
01ene2020	01:00	0.0	0.0	0.0
01ene2020	02:00	0.0	0.0	0.0
01ene2020	03:00	0.0	0.0	0.0
01ene2020	04:00	0.0	0.0	0.0
01ene2020	05:00	0.0	0.0	0.0
01ene2020	06:00	0.1	0.0	0.1
01ene2020	07:00	0.8	0.0	0.8
01ene2020	08:00	3.0	0.0	3.0
01ene2020	09:00	8.1	0.0	8.1
01ene2020	10:00	18.2	0.0	18.2
01ene2020	11:00	36.3	0.0	36.3
01ene2020	12:00	224.8	0.0	224.8
01ene2020	13:00	702.6	0.0	702.6
01ene2020	14:00	1256.4	0.0	1256.4
01ene2020	15:00	1630.9	0.0	1630.9
01ene2020	16:00	1770.5	0.0	1770.5
01ene2020	17:00	1722.2	0.0	1722.2
01ene2020	18:00	1560.2	0.0	1560.2
01ene2020	19:00	1375.2	0.0	1375.2
01ene2020	20:00	1212.1	0.0	1212.1
01ene2020	21:00	1073.7	0.0	1073.7
01ene2020	22:00	951.5	0.0	951.5
01ene2020	23:00	844.8	0.0	844.8
02ene2020	00:00	755.0	0.0	755.0

Figura 134: Resultados para un $T_r=100$ años de retorno para 24 horas.

Fuente: Los autores.

Así mismo, luego de correr el modelo hidrológico se pudo determinar el caudal mediante modelamiento en el software HEC-HMS para un tiempo de retorno de 500 años, como se aprecia en la imagen el resultado es de 3169.3 m³/s para 24 horas en la salida de la última estación meteorológica.

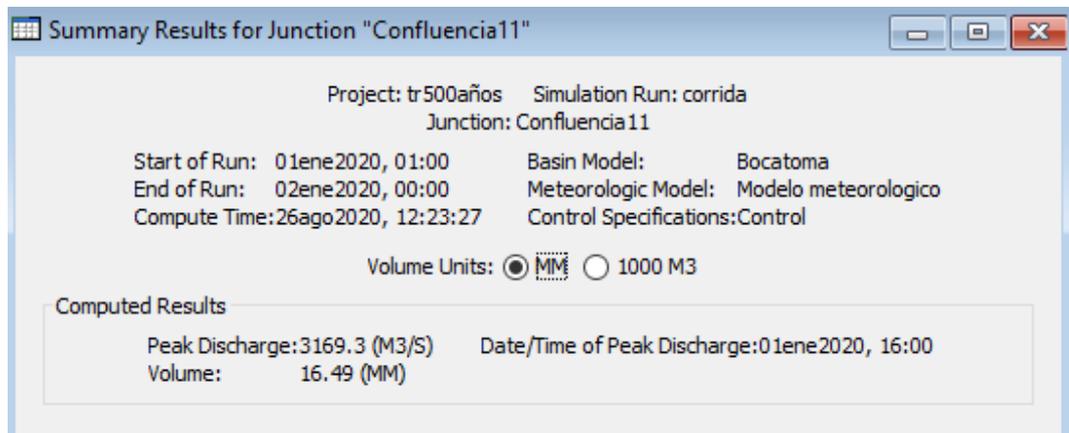


Figura 135: Resultados caudal de diseño para un $tr= 500$ de años.

Fuente: Los autores.

Luego se obtuvo la gráfica del tiempo de retorno para 500 años donde se aprecia el tiempo y el caudal para la estación de salida en el modelamiento de la cuenca del río Cañete.

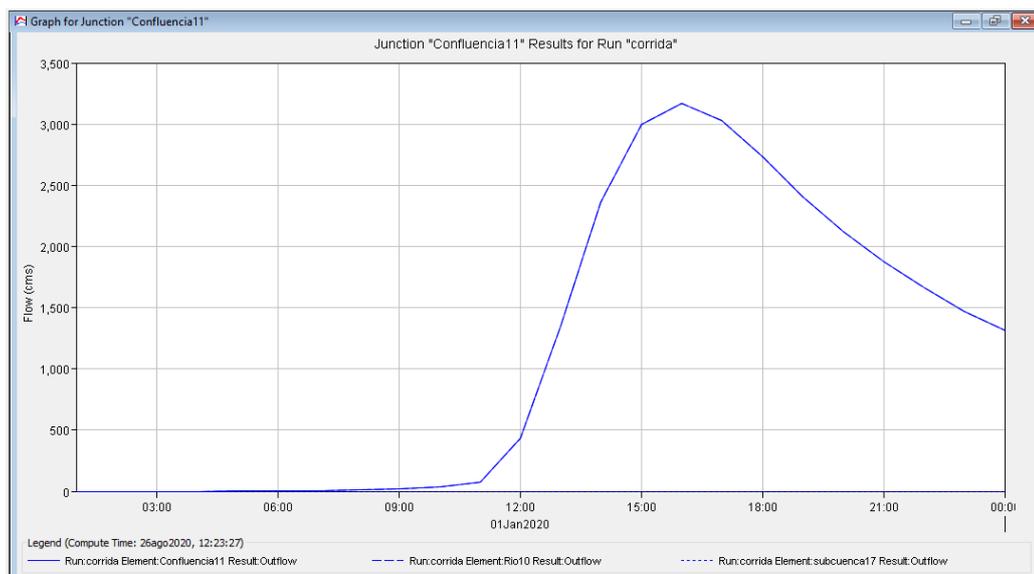


Figura 136: Gráfica de resultados para un $Tr=500$ años de retorno.

Fuente: Los autores.

Finalmente se obtuvo la tabla de resultados de caudales máximos en 24 horas para un tiempo de retorno de 500 años donde se tomó el máximo valor alcanzado durante ese intervalo.

Date	Time	Inflow from... (M3/S)	Inflow from... (M3/S)	Outflow (M3/S)
01ene2020	01:00	0.0	0.0	0.0
01ene2020	02:00	0.0	0.0	0.0
01ene2020	03:00	0.0	0.0	0.0
01ene2020	04:00	0.0	0.0	0.0
01ene2020	05:00	0.1	0.0	0.1
01ene2020	06:00	0.7	0.0	0.7
01ene2020	07:00	3.0	0.0	3.0
01ene2020	08:00	8.5	0.0	8.5
01ene2020	09:00	19.2	0.0	19.2
01ene2020	10:00	37.4	0.0	37.4
01ene2020	11:00	70.6	0.0	70.6
01ene2020	12:00	435.8	0.0	435.8
01ene2020	13:00	1343.6	0.0	1343.6
01ene2020	14:00	2359.5	0.0	2359.5
01ene2020	15:00	2994.3	0.0	2994.3
01ene2020	16:00	3169.3	0.0	3169.3
01ene2020	17:00	3030.3	0.0	3030.3
01ene2020	18:00	2731.7	0.0	2731.7
01ene2020	19:00	2408.0	0.0	2408.0
01ene2020	20:00	2121.0	0.0	2121.0
01ene2020	21:00	1875.8	0.0	1875.8
01ene2020	22:00	1660.5	0.0	1660.5
01ene2020	23:00	1472.8	0.0	1472.8
02ene2020	00:00	1314.9	0.0	1314.9

Figura 137: Resultados para un $T_r=500$ años de retorno para 24 horas.

Fuente: Los autores.

5.3. Estudios geotécnicos

5.3.1. Ensayo de corte directo ASTM D3080

En la siguiente tabla se muestra las características y dimensiones de la caja de corte, así mismo también se muestra las características utilizadas del espécimen 1.

Tabla 36
Descripción del espécimen 1.

ESPÉCIMEN 1	
Altura inicial	24.0 mm
Lado de caja	60.7 mm
Área inicial	28.9 cm ²
Densidad seca	1.794 gr/cm ²
Humedad inicial	1.7 %
Esf. Normal	0.51 Kg/cm ²
Esf. corte	0.34 Kg/cm ²

Fuente: Los autores.

En la siguiente tabla se muestra los resultados del ensayo de corte directo que se realizó en laboratorio tanto como la deformación horizontal, esfuerzo de corte y esfuerzo normalizado para el espécimen n°1, además los datos se registraron con un intervalo de 2% del diámetro del espécimen.

Tabla 37

Resultados del ensayo de corte directo del espécimen 1.

Deformación Horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.41	0.10	0.24
0.82	0.12	0.29
1.24	0.18	0.45
1.65	0.19	0.48
2.47	0.23	0.57
3.30	0.27	0.65
4.12	0.27	0.66
4.94	0.28	0.68
5.77	0.31	0.73
6.59	0.32	0.75
7.42	0.32	0.76
8.24	0.33	0.76
9.06	0.34	0.77
9.89	0.33	0.74
10.71	0.31	0.71
11.54	0.30	0.67
12.36	0.31	0.69
13.18	0.29	0.64
14.01	0.29	0.64
14.83	0.29	0.63
15.66	0.28	0.60
16.48	0.29	0.62

Fuente: Los autores.

En la siguiente tabla se muestra las características y dimensiones de la caja de corte así mismo también se muestra las características utilizada del espécimen 2.

Tabla 38

Descripción del espécimen 2.

ESPÉCIMEN 2	
Altura inicial	24.0 mm
Lado de caja	60.7 mm
Área inicial	28.9 cm ²
Densidad seca	1.794 gr/cm ²
Humedad inicial	1.7 %
Esf. Normal	1.01 Kg/cm ²
Esf. corte	0.62 Kg/cm ²

Fuente: Los autores

En la siguiente tabla se muestra los resultados del ensayo de corte directo que se realizó en laboratorio tanto como la deformación horizontal, esfuerzo de corte y esfuerzo normalizado para el espécimen n°2, además los datos son registrados con un intervalo de 2% del diámetro del espécimen.

Tabla 39

Resultados del ensayo de corte directo del espécimen 2.

Deformación Horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.41	0.23	0.29
0.82	0.30	0.38
1.24	0.35	0.44
1.65	0.44	0.54
2.47	0.47	0.58
3.30	0.52	0.63
4.12	0.53	0.64
4.94	0.58	0.69
5.77	0.57	0.68
6.59	0.60	0.70
7.42	0.60	0.70
8.24	0.60	0.69
9.06	0.60	0.68
9.89	0.62	0.70
10.71	0.60	0.67
11.54	0.62	0.69
12.36	0.61	0.68
13.18	0.62	0.68
14.01	0.59	0.64
14.83	0.61	0.65
15.66	0.61	0.64
16.48	0.61	0.64

Fuente: Los autores

En la siguiente tabla se muestra las características y dimensiones de la caja de corte así mismo también se muestra las características utilizada del espécimen 3.

Tabla 40

Descripción del espécimen 3.

ESPÉCIMEN 3	
Altura inicial	24.0 mm
Lado de caja	60.7 mm
Área inicial	28.9 cm ²
Densidad seca	1.795 gr/cm ²
Humedad inicial	1.7 %
Esf. Normal	2.03 Kg/cm ²
Esf. corte	1.20 Kg/cm ²

Fuente: Los autores

En la siguiente tabla se muestra los resultados del ensayo de corte directo que se realizó en laboratorio tanto como la deformación horizontal, esfuerzo de corte y esfuerzo normalizado para el espécimen n°3, además los datos son registrados con un intervalo de 2% del diámetro del espécimen.

Tabla 41

Resultados del ensayo de corte directo del espécimen 3.

Deformación Horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.41	0.48	0.30
0.82	0.63	0.39
1.24	0.71	0.44
1.65	0.79	0.49
2.47	0.89	0.54
3.30	0.98	0.59
4.12	1.08	0.65
4.94	1.11	0.66
5.77	1.15	0.68
6.59	1.17	0.69
7.42	1.17	0.68
8.24	1.18	0.68
9.06	1.19	0.68
9.89	1.20	0.68
10.71	1.20	0.68
11.54	1.19	0.66
12.36	1.20	0.66
13.18	1.17	0.64
14.01	1.18	0.64
14.83	1.15	0.62
15.66	1.20	0.64
16.48	1.20	0.63

Fuente: Los autores.

En la figura 131 se muestra la curva de la deformación tangencial versus el esfuerzo de corte de los 3 especímenes.

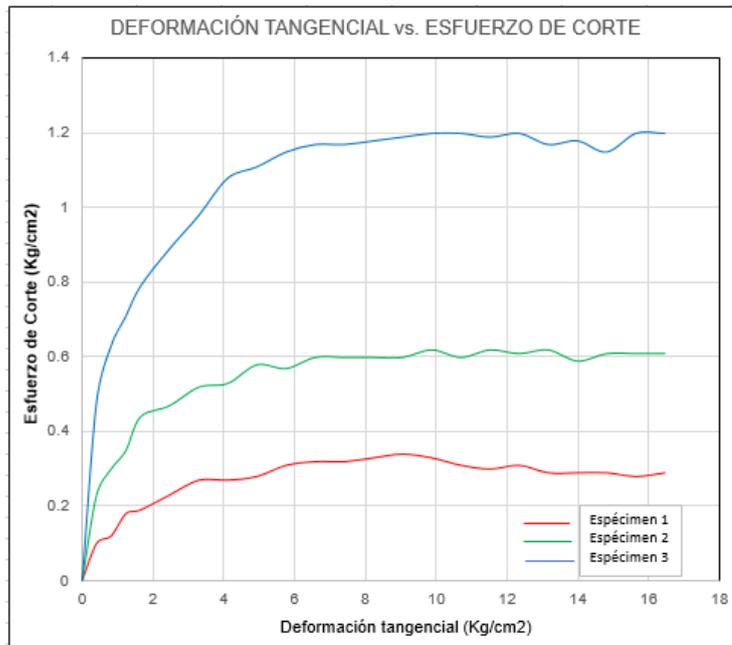


Figura 138: Curva de la Deformación Tangencial vs. Esfuerzo de Corte.
Fuente: Los autores

En la figura 133 se muestra la curva del esfuerzo normal versus el esfuerzo de corte de los 3 especímenes.

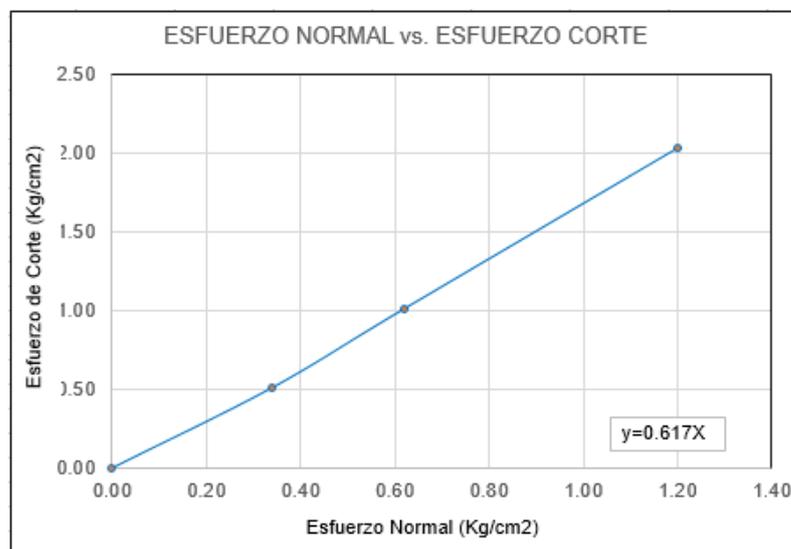


Figura 139: Curva del Esfuerzo Normal vs. Esfuerzo Corte.
Fuentes: Los autores.

Como resultado final del ensayo de corte directo en la muestra, se obtuvo que la cohesión es de 0.0 Kg/cm² y con un ángulo de fricción de 31°.

5.3.2. Ensayo de análisis granulométrico ASTM D6913 y clasificación SUCS ASTM D2487

Ensayo de Granulometría Calicata N°1

A continuación, se muestra el análisis granulométrico por tamaño de tamiz y la masa retenida acumulada de la calicata N°1.

Tabla 42

Análisis Granulométrico – Calicata N° 1.

CALICATA N° 1			
Tamaño de Tamiz	Masa Retenida Acumulado (g)	% Retenido	% Pasa
8"	0	0	100
7"	0	0	100
6"	0	0	100
4"	0	0	100
3"	0	0	100
2"	0	0	100
1 1/2"	2587	10.8	89.2
1"	7564	31.6	68.4
3/4"	8752	36.5	63.5
1/2"	10616	44.3	55.7
3/8"	11882	49.6	50.4
N° 4	14160	59.1	40.9
N° 8	0	59.1	40.9
N° 10	312	68.2	31.8
N° 16			
N° 20	769.9	81.6	18.4
N° 30	949.9	86.8	13.2
N° 40	1153.6	92.8	7.2
N° 60	1290.4	96.8	3.2
N° 100	1352.2	98.6	1.4
N° 140			
N° 200	1374	99.2	0.8
Platillo	1374.5	99.2	0.8

Fuente: Los autores

Como resultado del análisis granulométrico se obtuvo la curva granulométrica de la calicata N°1.

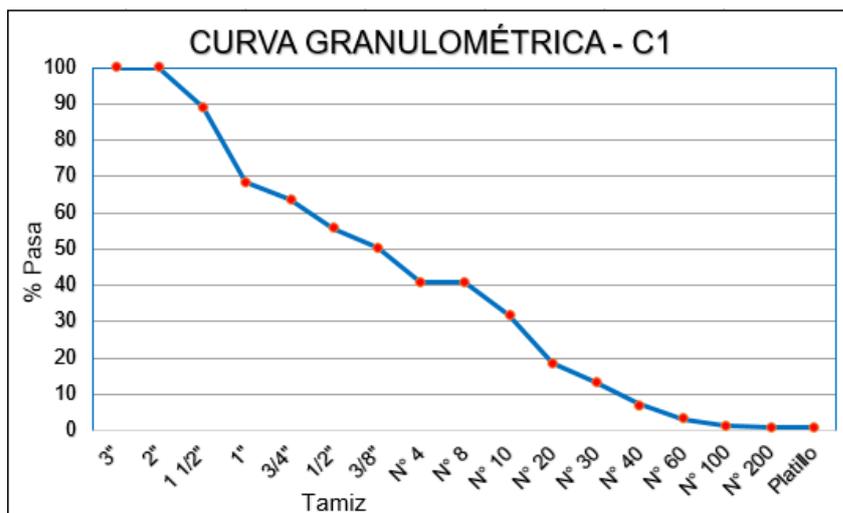


Figura 140: Curva Granulométrica – Calicata N° 1.

Fuente: Los autores

Tabla 43

Corrección de suelo húmedo – Calicata N° 1.

Corrección del suelo húmedo		
Masa suelo Húmedo que pasa	(Kg) <3"	24636.0
Masa suelo seco que pasa	(Kg) <3"	23978.0
Masa suelo seco retenido	(Kg) >3"	0.0
Masa suelo seco total	(Kg)	23978.0
Masa Suelo Seco <3"	(g)	23968

Fuente: Los autores

Después de realizar el proceso de tamizado, se analizó y distribuyó los materiales según su tamaño en recipientes separados.



Figura 141: Distribución del material según el material retenido C-1.

Fuente: Los autores.

A continuación, se observa la siguiente tabla de distribución en porcentajes del suelo seco de la muestra, tales como gravas, arena y finos obtenidos de la calicata N°1.

Tabla 44

Distribución de los porcentajes del suelo seco – Calicata N°1.

Distribución de los porcentaje del suelo seco			
OVER	GRAVAS	ARENAS	FINOS
0.0	59.1	40.1	0.8

Fuente: Los autores

Clasificación SUCS Calicata N°1

Siguiendo con el procedimiento para el cálculo del porcentaje del suelo seco con fines de clasificación se pesó un recipiente o tara registrando su peso, luego se tomó una fracción de suelo seco menores al tamiz N° 4, la cual se lavó la muestra y se procedió a pesar la muestra húmeda más el recipiente registrando el peso.

A continuación, se llevó el material húmedo más el recipiente al horno a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ por norma, se registró el peso de la muestra seca más el recipiente o tara.

Tabla 45:

Porcentaje de suelo seco con fines de clasificación – Calicata N° 1.

Porcentajes del suelo seco con fines de clasificación ASTM D2488 – 17			
-	GRAVAS	ARENAS	FINOS
-	59.1	40.1	0.8
Clasificación SUCS:		GP	
Nombre de Grupo:		Grava mal gradada con arena	
Contenido de humedad de la fracción de Suelo seco que pasa el tamiz N° 4		% de suelo seco que pasa el tamiz N° 200	
N° Tara	T-1	N° Tara	T-1
Masa Húmedo + Tara	1525.5	Masa Seco + Tara	1502.6
Masa Seco + Tara	1502.6	M. Seco Lavado + Tara	1475.7
Masa de Tara	101.2	Masa de Tara	101.2
Masa de Agua	22.9	Suelo Seco < N° 200 (g)	26.9
Masa Seco	1401.9	Suelo Seco > N° 200 (g)	1374.5
Cont. De Humedad %	1.6	Suelo Seco < N° 200 (%)	0.8

Fuente: Los autores

Analizado los resultados obtenidos se pudo clasificar el tipo de suelo, se llegó a la conclusión que es un suelo de **grava mal gradada con arena y bolones (GP)**, además, se observó que el contenido de humedad del suelo seco pasante por el tamiz N° 4 y del suelo seco pasante por el tamiz N°200 es de 1.6 % y 0.8 % respectivamente.

Ensayo de Granulometría Calicata N°2

A continuación, se muestra el análisis granulométrico por tamaño de tamiz y la masa retenida acumulada de la calicata N°2.

Tabla 46
Análisis Granulométrico – Calicata N° 2.

CALICATA N° 2			
Tamaño de Tamiz	Masa Retenida Acumulado (g)	% Retenido	% Pasa
8"	0	0	100
7"	0	0	100
6"	0	0	100
4"	0	0	100
3"	0	0	100
2"	2065	7.6	92.4
1 1/2"	4528	16.7	83.3
1"	9427	34.7	65.3
3/4"	11079	40.8	59.2
1/2"	12856	47.3	52.7
3/8"	14057	51.7	48.3
N° 4	16358	60.2	39.8
N° 8	0	60.2	39.8
N° 10	298.5	68.9	31.1
N° 16			
N° 20	700	80.5	19.5
N° 30	897.3	86.2	13.8
N° 40	1118.3	92.7	7.3
N° 60	1221.5	95.7	4.3
N° 100	1320.9	98.5	1.5
N° 140			
N° 200	1350.9	99.4	0.6
Platillo	1351.9	99.4	0.6

Fuente: Los autores.

Como resultado del análisis granulométrico se obtuvo la curva granulométrica de la calicata N°2.

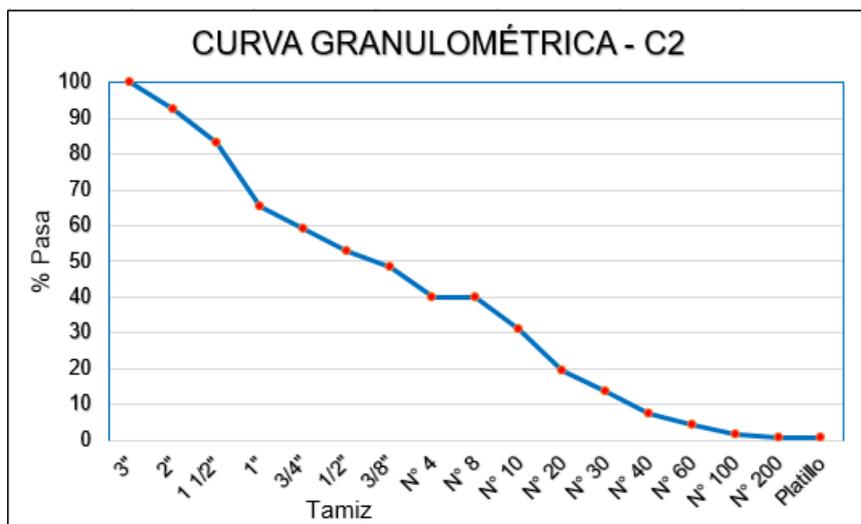


Figura 142: Curva Granulométrica – Calicata N° 2.

Fuente: Los autores

Tabla 47:

Corrección de suelo húmedo – Calicata N° 2.

Corrección del suelo húmedo		
Masa suelo Húmedo que pasa	(Kg) <3"	27835.0
Masa suelo seco que pasa	(Kg) <3"	27195.9
Masa suelo seco retenido	(Kg) >3"	0.0
Masa suelo seco total	(Kg)	27195.9
Masa Suelo Seco <3"	(g)	27182.7

Fuente: Los autores

Después de realizar el proceso de tamizado, se analizó y distribuyó los materiales según su tamaño en recipientes separados.



Figura 143: Distribución del material según el material retenido C-2.

Fuente: Los autores.

A continuación, se observa la siguiente tabla de distribución en porcentajes del suelo seco de la muestra tales como gravas, arena y finos extraídos de la calicata N° 2.

Tabla 48

Distribución de los porcentajes del suelo seco – Calicata N°2.

Distribución de los porcentaje del suelo seco			
OVER	GRAVAS	ARENAS	FINOS
0.0	60.2	39.2	0.6

Fuente: Los autores

Clasificación SUCS Calicata N°2

Tabla 49

Porcentaje de suelo seco con fines de clasificación – Calicata N° 2.

Porcentajes del suelo seco con fines de clasificación ASTM D2488 – 17			
-	GRAVAS	ARENAS	FINOS
-	60.2	39.2	0.6
Clasificación SUCS:		GP	
Nombre de Grupo:		Grava mal gradada con arena	
Contenido de humedad de la fracción de Suelo seco que pasa el tamiz N° 4		% de suelo seco que pasa el tamiz N° 200	
N° Tara	T-1	N° Tara	T-1
Masa Húmedo + Tara	1501.3	Masa Seco + Tara	1472.6
Masa Seco + Tara	1472.6	M. Seco Lavado + Tara	1453.1
Masa de Tara	101.2	Masa de Tara	101.2
Masa de Agua	28.7	Suelo Seco < N° 200 (g)	19.5
Masa Seco	1371.4	Suelo Seco > N° 200 (g)	1351.9
Cont. De Humedad %	2.1	Suelo Seco < N° 200 (%)	0.6

Fuente: Los autores

Debido a los resultados obtenidos se pudo clasificar el tipo de suelo, se llegó a la conclusión que es un suelo de **grava mal gradada con arena y bolones (GP)**, además, se observó que el contenido de humedad del suelo seco pasante por el tamiz N° 4 y del suelo seco pasante por el tamiz N°200 es de 2.1 % y 0.6 % respectivamente.

Ensayo de Granulometría Calicata N°3

A continuación, se muestra el análisis granulométrico por tamaño de tamiz y la masa retenida acumulada de la calicata N°3.

Tabla 50

Análisis Granulométrico – Calicata N° 3.

CALICATA N° 3			
Tamaño de Tamiz	Masa Retenida Acumulado (g)	% Retenido	% Pasa
8"	0	0	100
7"	0	0	100
6"	0	0	100
4"	0	0	100
3"	517	1.9	98.1
2"	2162	9.6	90.4
1 1/2"	4561	18.1	81.9
1"	9315	35.1	64.9
3/4"	11067	41.3	58.7
1/2"	12878	47.8	52.2
3/8"	14401	53.2	46.8
N° 4	16806	61.8	38.2
N° 8	0	61.8	38.2
N° 10	238.5	69.6	30.4
N° 16			
N° 20	590	81	19
N° 30	727.3	85.5	14.5
N° 40	916.3	91.7	8.3
N° 60	1025.7	95.3	4.7
N° 100	1114.7	98.2	1.8
N° 140			
N° 200	1143.2	99.1	0.9
Platillo	1143.7	99.1	0.9

Fuente: Los autores

Como resultado del análisis granulométrico se obtuvo la curva granulométrica de la calicata N°3.

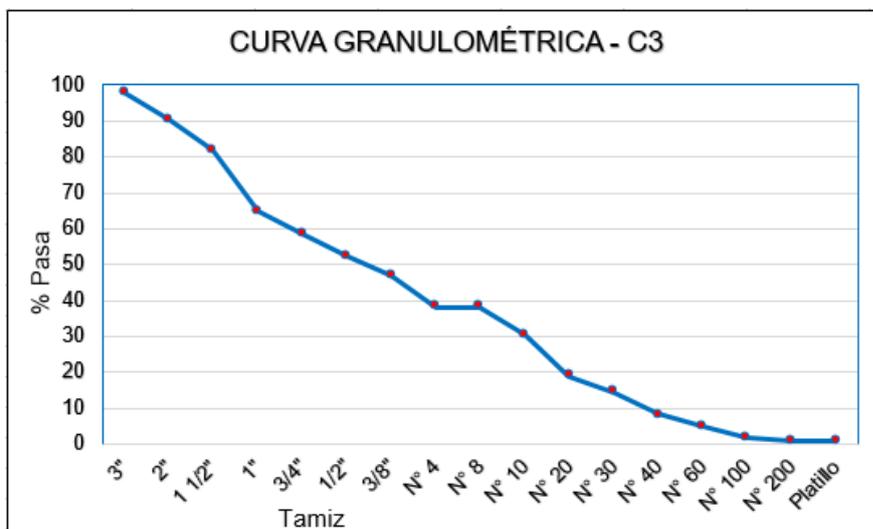


Figura 144: Curva Granulométrico – Calicata N° 3.

Fuente: Los autores.

Tabla 51

Corrección de suelo húmedo – Calicata N° 3.

Corrección del suelo húmedo		
Masa suelo Húmedo que pasa	(Kg) <3"	27888.0
Masa suelo seco que pasa	(Kg) <3"	27044.2
Masa suelo seco retenido	(Kg) >3"	517.0
Masa suelo seco total	(Kg)	27561.2
Masa Suelo Seco <3"	(g)	27540.6

Fuente: Los autores

Después de realizar el proceso de tamizado, se analizó y distribuyó los materiales según su tamaño en recipientes separados.



Figura 145: Distribución del material según el material retenido C-3.

Fuente: Los autores.

A continuación, se observa la siguiente tabla de distribución en porcentajes del suelo seco de la muestra tales como gravas, arena y finos extraídos de la calicata N° 3.

Tabla 52

Distribución de los porcentajes del suelo seco – Calicata N°3.

Distribución de los porcentaje del suelo seco			
OVER	GRAVAS	ARENAS	FINOS
1.9	59.9	37.3	0.9

Fuente: Los autores

Clasificación SUCS calicata N°3

Tabla 53

Porcentaje de suelo seco con fines de clasificación – Calicata N° 3.

Porcentajes del suelo seco con fines de clasificación ASTM D2488 – 17			
OVER	GRAVAS	ARENAS	FINOS
1.9	59.9	37.3	0.9
Clasificación SUCS:		GP	
Nombre de Grupo:		Grava mal gradada con arena y bolones	
Contenido de humedad de la fracción de Suelo seco que pasa el tamiz N° 4		% de suelo seco que pasa el tamiz N° 200	
N° Tara	T-1	N° Tara	T-1
Masa Húmedo + Tara	1282.1	Masa Seco + Tara	1257.2
Masa Seco + Tara	1257.2	M. Seco Lavado + Tara	1230.0
Masa de Tara	86.3	Masa de Tara	86.3
Masa de Agua	24.9	Suelo Seco < N° 200 (g)	27.2
Masa Seco	1170.9	Suelo Seco > N° 200 (g)	1143.7
Cont. De Humedad %	2.1	Suelo Seco < N° 200 (%)	0.9

Fuente: Los autores

Debido a los resultados obtenidos se pudo clasificar el tipo de suelo, se llegó a la conclusión que es un suelo de **grava mal gradada con arena y bolones (GP)**, además, se observó que el contenido de humedad del suelo seco pasante por el tamiz N° 4 y del suelo seco pasante por el tamiz N°200 es de 2.1 % y 0.9 % respectivamente.

5.3.3. Ensayo de Contenido de humedad ASTM D2216

Contenido de Humedad Calicata N°1

Tabla 54

Contenido de Humedad – Calicata N° 1.

Condiciones de secado:	60° C / 100° C (X)	Horno (O) (X) /	Microonda (M)
Profundidad (m)	-		
Muestra o ensayo	< 3"		
Recipiente N°	T – 14		
Mr + Mh (g) (A)	5401		
Mr + Ms (g) (B)	5270		
Mr (g) (C)	497		
M. Agua (g) (D=A-B)	131		
Ms (g) (E=B-C)	4773		
% Humedad <3" ((D/E)*100)	2.7		
Clasificación SUCS	GP	2.7	

Fuente: Los autores

Como resultados obtenidos del ensayo del contenido de humedad se determinó que la muestra pasante por el tamiz 3" presenta una **humedad de 2.7%**.

Contenido de Humedad Calicata N°2

Tabla 55

Contenido de Humedad – Calicata N° 2.

Condiciones de secado:	60° C / 100° C (X)	Horno (O) (X) /	Microonda (M)
Profundidad (m)	-		
Muestra o ensayo	< 3"		
Recipiente N°	T – 7		
Mr + Mh (g) (A)	5110		
Mr + Ms (g) (B)	5002		
Mr (g) (C)	415		
M. Agua (g) (D=A-B)	108		
Ms (g) (E=B-C)	4587		
% Humedad <3" ((D/E)*100)	2.4		
Clasificación SUCS	GP	2.4	

Fuente: Los autores

Como resultados obtenidos del ensayo del contenido de humedad se determinó que la muestra pasante por el tamiz 3" presenta una **humedad de 2.4%**.

Contenido de Humedad Calicata N°3

Tabla 56

Contenido de Humedad – Calicata N° 3.

Condiciones de secado:	60° C / 100° C (X)	Horno (O) (X) / Microonda (M)
Profundidad (m)	-	
Muestra o ensayo	< 3"	
Recipiente N°	T – 5	
Mr + Mh (g) (A)	5201	
Mr + Ms (g) (B)	5056	
Mr (g) (C)	415	
M. Agua (g) (D=A-B)	145	
Ms (g) (E=B-C)	4641	
% Humedad <3" ((D/E)*100)	3.1	
Clasificación SUCS	GP	3.1

Fuente: Los autores

Como resultados obtenidos del ensayo del contenido de humedad se determinó que la muestra pasante por el tamiz 3" presenta una **humedad de 3.1%**.

5.3.4. Ensayo de Gravedad Especifica ASTM D854

Cálculo de la gravedad específica (Densidad relativa aparente) M-1, M-2 (G1 @20°C).

Tabla 57

Procedimientos en ensayo de gravedad específica – Calicata N°1.

PARTICULAS < 3" Pulgadas > N°4		
N° bandeja	M-1	M-2
Agregado saturado superficial seco + Tara (g)	3505	3510
Agregado seco + Tara (g)	3490	3494
Masa de tara (g)	495	495
Agregado saturado superficial seco (g) B	3010	3015
Agregado Seco (g) A	2995	2999
Agregado + Canastilla sumergida (g)	2762	2764
Masa + Canastilla sumergida (g)	869	869
Agregado saturado sumergido(g) C	1893	1895
Temperatura de agua °C	24	24
Factor de corrección	1	1
Gravedad Especifica (Densidad relativa aparente a 20°C) (G1=(A/(A-C)))	2.717	2.716
Gravedad Especifica (Densidad relativa SSS) (B/(B-C))	2.694	2.691
Gravedad Especifica (Densidad relativa) (A/(B-C))	2.681	2.677
Absorción ((B-A)/A)*100	0.5	0.5
Densidad Seca (OD)(Kg/cm3) 997.5A/(B-C)	2674	2670.4
Densidad saturado superficial seco (SSD)(Kg/cm3) 997.5B/(B-C)	2687.4	2684.6
Densidad aparente (Kg/cm3) 997.5A/(A-C)	2710.4	2709.1

Fuente: Los autores

A continuación, se muestra la tabla de algunas especificaciones y características que se utilizó para los procedimientos realizados en el ensayo de gravedad específica del agregado grueso.

Tabla 58

Especificaciones gravedad específica de los sólidos – Calicata N° 1.

Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids By Water Pycnometer (ASTM D854-14)	
Coefficiente de temperatura del agua (K)	0.9991
Densidad del agua (g/ml)	0.9973
Método utilizado	A
El material pasante 100% por el tamiz (N°)	4
Temperatura de Secado de la muestra en horno	110 ± 5° C
Temperatura del agua desaireada para rellenar el picnómetro + material (°C)	24
Método de desaireado del agua para realizar el ensayo	Ebullición
Método de desaireado del material en el picnómetro + agua	2h (Ebullición)

Fuente: Los autores.

Cálculo de la gravedad específica corregida de la Fiola N°1, Fiola N°2 (G2 @20°C).

Tabla 59
Gravedad específica corregida – Calicata N°1.

Ensayo		Fiola N°1	Fiola N°2	Promedio
A	Masa del picnómetro + el agua (g)	639.53	650.53	
B	Masa del material + Agua + Picnómetro (g)	670.21	681.22	
C	Masa del material seco en el horno (110 +/- 5° C)(g)	50.25	50.13	
D	Vol. de la masa (A-(B-C))(g)	18.22	18.1	
	P. del picnómetro + agua (corregido por temp.)	638.18	649.19	
	P.E. Aparente (Base seca) (C/D)	2.757	2.77	
	Gravedad específica corregida a 20° C (G2)	2.755	2.767	2.761

Fuente: Los autores

Para el cálculo de la gravedad específica del suelo se usó la siguiente fórmula:

$$G_{sprom} = \frac{1}{\frac{R}{100 * G1@20^{\circ}C} + \frac{P}{100 * G2@20^{\circ}C}}$$

Donde:

R = Porcentaje retenido en el tamiz N°4

P = Porcentaje pasante en el tamiz N°4

G1 = Gravedad específica (Densidad Relativa Aparente) @ 20°C

G2 = Promedio Gravedad Específica corregida @ 20°C

$$G_{sprom} = \frac{1}{\frac{59.1}{100 * 2.717} + \frac{40.9}{100 * 2.761}}$$

$$G_{sprom} = 2.735$$

5.4. Estudios hidráulicos

5.4.1. Resultados en el software HEC – RAS

Cálculo de la altura de dique (Hd).

A continuación, se muestra los resultados un Tr 100 años.

Progresiva	Qtot (m ³ /S)	MincheL EV (m)	W.S. (m)	Crit. (m)	E.G. Elev.	E.G. Slope.	Vel Chnl.	Flow Area (m ²)	TopWidth (m)	Froude
0+000	1770.5	282.75	284.48	286.2	294.1	0.0501	5.46	144.93	134.44	3.84
0+024	1770.5	282.25	284.11	285.74	291.8	0.0393	5.33	148.84	127.06	3.34
0+048	1770.5	281.64	283.85	285.48	290.5	0.0298	5.25	158.05	117.90	2.96
0+072	1770.5	281.14	283.76	285.32	289.5	0.0224	4.94	168.54	110.17	2.61
0+096	1770.5	281.50	284.02	285.32	288.5	0.0175	4.94	190.58	123.38	2.31
0+121	1770.5	281.75	284.23	285.39	287.9	0.0124	4.71	216.27	134.47	1.98
0+143	1770.5	281.75	284.02	285.12	287.5	0.0116	4.64	236.90	162.78	1.93
0+165	1770.5	281.28	283.55	284.58	287	0.0133	4.32	239.63	187.04	2.04
0+198	1770.5	281.25	283.29	284.27	286.6	0.0136	4.48	237.63	187.00	2.03
0+229	1770.5	281.44	283.38	284.21	286.1	0.0109	4.50	260.33	189.58	1.82
0+269	1770.5	281.46	283.41	284.08	285.6	0.0089	3.82	281.24	200.99	1.64
0+309	1770.5	281.00	283.27	283.85	285.2	0.007	3.49	312.10	212.58	1.49
0+349	1770.5	280.00	282.50	283.25	284.9	0.008	3.19	287.23	198.57	1.61
0+382	1770.5	279.00	281.59	282.49	284.5	0.0094	4.16	270.74	190.61	1.76
0+410	1770.5	278.34	280.81	281.77	284.1	0.0113	3.61	253.95	198.07	1.91
0+438	1770.5	278.06	280.43	281.42	283.7	0.0114	4.09	261.90	197.74	1.95
0+476	1770.5	278.03	280.14	281.16	283.5	0.014	3.86	255.77	198.06	2.13
0+503	1770.5	277.95	279.90	280.87	283.1	0.0167	3.88	255.66	206.08	2.30
0+530	1770.5	277.80	280.52	280.52	281.5	0.003	3.18	452.44	230.97	1.02
0+562	1770.5	277.50	279.80	280.23	281.3	0.0072	4.19	361.63	244.64	1.55
0+591	1770.5	277.25	279.51	279.97	281.1	0.0075	4.11	347.69	230.56	1.56
0+618	1770.5	277.25	279.75	279.93	280.9	0.0048	3.10	399.36	225.47	1.27
0+657	1770.5	277.60	279.97	279.97	280.9	0.004	3.27	439.27	239.35	1.17

Figura 146: Resultados de perfil para un Tr=100 años de retorno.

Fuente: Los autores.

A continuación, se muestra los resultados un Tr 500 años.

Progresiva	Qtot (m ³ /S)	MincheL EV (m)	W.S. (m)	Crit. (m)	E.G. Elev. (m)	E.G. Slope.	Vel Chnl. (m)	Flow Area (m ²)	TopWidt h (m)	Froude
0+000	3169.3	282.75	284.99	287.21	298.22	0.0501	13.97	219.40	158.64	4.02
0+024	3169.3	282.25	284.63	286.86	295.92	0.0390	11.19	221.06	148.39	3.51
0+048	3169.3	281.64	284.42	286.73	294.67	0.0308	10.4	229.35	135.03	3.17
0+072	3169.3	281.14	284.36	286.61	293.57	0.0243	9.57	239.94	129.82	2.86
0+096	3169.3	281.50	284.52	286.59	292.44	0.0222	8.55	256.18	139.03	2.71
0+121	3169.3	281.75	284.68	286.55	291.60	0.0180	7.84	280.46	152.87	2.47
0+143	3169.3	281.75	284.42	286.13	291.01	0.0179	8.11	307.37	185.71	2.48
0+165	3169.3	281.28	283.94	285.51	290.21	0.0195	7.95	316.55	208.43	2.55
0+198	3169.3	281.25	283.70	285.29	289.55	0.0187	7.21	317.00	204.89	2.47
0+229	3169.3	281.44	283.76	285.25	288.82	0.0160	6.41	336.88	206.64	2.29
0+269	3169.3	281.46	283.75	285.06	288.13	0.0141	5.45	352.01	215.84	2.13
0+309	3169.3	281.00	283.63	284.84	287.47	0.0112	5.22	392.90	228.33	1.94
0+349	3169.3	280.00	283.00	284.23	287.02	0.0105	5.54	392.60	221.99	1.91
0+382	3169.3	279.00	282.16	283.51	286.55	0.0111	6.37	387.78	217.08	1.99
0+410	3169.3	278.34	281.36	282.66	286.13	0.0128	6.74	375.73	231.54	2.12
0+438	3169.3	278.06	281.01	282.25	285.67	0.0128	7.24	394.73	249.14	2.15
0+476	3169.3	278.03	280.73	281.93	285.37	0.0151	7.61	390.66	260.72	2.30
0+503	3169.3	277.95	280.44	281.63	284.97	0.0180	8.13	383.03	261.86	2.48
0+530	3169.3	277.80	281.40	281.40	282.73	0.0029	3.21	661.77	248.10	1.06
0+562	3169.3	277.50	280.44	281.05	282.55	0.0072	4.53	527.06	263.57	1.62
0+591	3169.3	277.25	280.23	280.81	282.37	0.0068	4.22	518.31	243.63	1.56
0+618	3169.3	277.25	280.53	280.80	282.18	0.0046	3.24	582.77	239.21	1.30
0+657	3169.3	277.60	280.55	280.83	282.14	0.0053	3.37	580.85	252.35	1.38

Figura 147: Resultados para un Tr=500 años de retorno.

Fuente: Los autores.

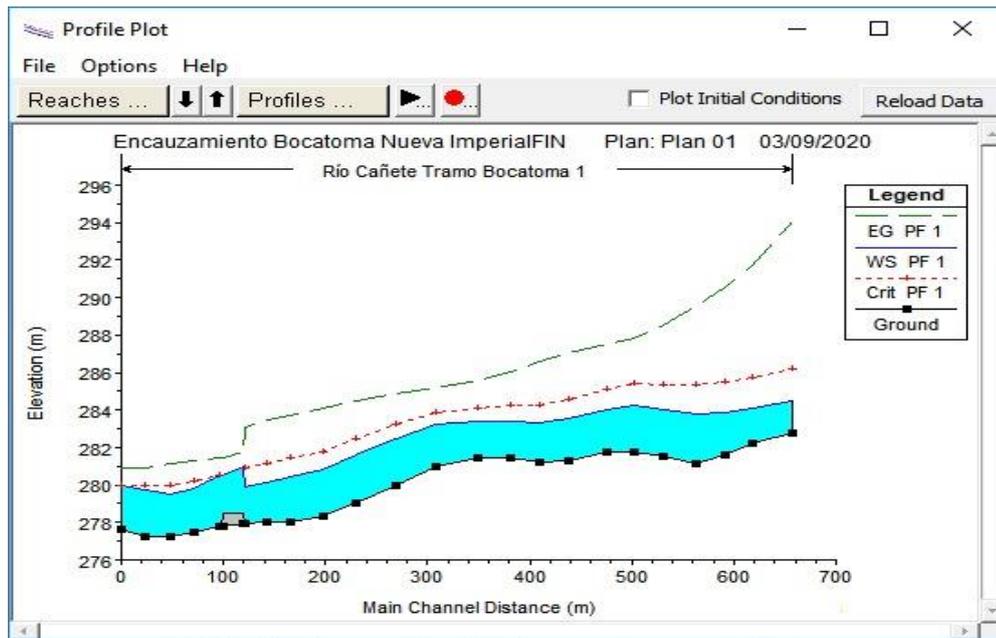


Figura 148: Perfil y altura de cauce.

Fuente: Los autores.

Tabla 60

Altura de agua y altura de tirante crítico.

PROGRESIVA	COTA	W.S. ELEVACIÓN	ALTURA AGUA	W.S. CRIT	ALTURA T. CRÍTICO
0+000	277.6	279.97	2.37	279.97	2.37
0+024	277.25	279.75	2.5	279.93	2.68
0+048	277.25	279.51	2.26	279.97	2.72
0+072	277.5	279.8	2.3	280.23	2.73
0+096	277.8	280.52	2.72	280.52	2.72
0+121	277.95	279.9	1.95	280.87	2.92
0+143	278.03	280.14	2.11	281.16	3.13
0+165	278.06	280.43	2.37	281.42	3.36
0+198	278.34	280.81	2.47	281.77	3.43
0+229	279	281.59	2.59	282.49	3.49
0+269	280	282.5	2.5	283.25	3.25
0+309	281	283.27	2.27	283.85	2.85
0+349	281.46	283.41	1.95	284.08	2.62
0+382	281.44	283.38	1.94	284.21	2.77
0+410	281.25	283.29	2.04	284.27	3.02
0+438	281.28	283.55	2.27	284.58	3.3
0+476	281.75	284.02	2.27	285.12	3.37
0+503	281.75	284.23	2.48	285.39	3.64
0+530	281.5	284.02	2.52	285.32	3.82
0+562	281.14	283.76	2.62	285.02	3.88
0+591	281.64	283.85	2.21	285.48	3.84
0+618	282.25	284.11	1.86	285.74	3.49
0+657	282.75	284.48	1.73	286.2	3.45

Fuente: Los autores.

CÁLCULO PREDIMENCIONAMIENTO DE DIQUE DE ENCAUZAMIENTO

- Altura total de socavación.

Se utilizó la fórmula de Keller para calcular la socavación:

$$Y_2 = 0,177 \left(\frac{Q^6 D_{75}}{B_2^6 D_{50}^3} \right)^{1/7}$$

Figura 149: Cálculo de socavación mediante la fórmula de Keller.

Fuente: Borge B. (2008), Socavación al pie de muros longitudinales, Mérida-Venezuela.

Y_2 = Altura total de socavación.

Q = Caudal.

B = Ancho.

$D_{75} = D_{50}$ = Diámetros de granulometría.

- Cálculo de altura de socavación.

$$Y_s = Y_2 - Y_n$$

Y_s = Altura de socavación.

Y_n = Tirante normal.

Tabla 61
Cálculo de la altura total de socavación (Y2).

Progresiva	Qtotal (m3/S)	TopWidth (m)	D50	D75	Y2 (m)
0+000	3165.3	158.64	9.5	29	5.30
0+024	3165.3	148.39	9.5	29	5.61
0+048	3165.3	135.03	9.5	29	6.09
0+072	3165.3	129.82	9.5	29	6.30
0+096	3165.3	139.03	9.5	29	5.94
0+121	3165.3	152.87	9.5	29	5.47
0+143	3165.3	185.71	9.5	29	4.63
0+165	3165.3	208.43	9.5	29	4.20
0+198	3165.3	204.89	9.5	29	4.26
0+229	3165.3	206.64	9.5	29	4.23
0+269	3165.3	215.84	9.5	29	4.07
0+309	3165.3	228.33	9.5	29	3.88
0+349	3165.3	221.99	9.5	29	3.98
0+382	3165.3	217.08	9.5	29	4.05
0+410	3165.3	231.54	9.5	29	3.83
0+438	3165.3	249.14	9.5	29	3.60
0+476	3165.3	260.72	9.5	29	3.46
0+503	3165.3	261.86	9.5	29	3.45
0+530	3165.3	248.10	9.5	29	3.61
0+562	3165.3	263.57	9.5	29	3.43
0+591	3165.3	243.63	9.5	29	3.67
0+618	3165.3	239.21	9.5	29	3.73
0+657	3165.3	252.35	9.5	29	3.56

Fuente: Los autores.

- Cálculo del tirante normal.

$$Y_n = W.S - MincheLev$$

W.S = Cota de agua.

MinChEv = Cota de rasante de la sección.

A continuación, al valor de la altura total de socavación (Y2) se le restó el tirante normal (Yn), la cual se obtuvo como resultado la altura de socavación (Ys).

Reemplazando en la fórmula se obtuvo una socavación total de:

$$Y_2 = 0.177 * \left(\frac{3165.3^6 * 29}{135.03^6 * 9.5^3} \right)^{\frac{1}{7}}$$

$$Y_2 = 6.09$$

Además, se obtuvo el tirante normal:

$$Y_n = 284.42 - 281.64$$

$$Y_n = 2.78\text{m}$$

Luego de haber obtenido los datos se reemplazaron en la fórmula de altura de socavación obteniendo un resultado de:

$$Y_s = 6.09 - 2.78$$

$$Y_s = 3.31\text{m}$$

En conclusión, se obtuvo una altura de socavación de 3.31m y por seguridad se consideró tomar la altura de socavación en 4m.

Tabla 62
Cálculo de altura de socavación.

Progresiva	MincheLEV (m)	W.S. (m)	Y2 (m)	Yn	Socavación (m)
0+000	282.75	284.99	5.3017	2.24	3.0617
0+024	282.25	284.63	5.6141	2.38	3.2341
0+048	281.64	284.42	6.0869	2.78	3.3069
0+072	281.14	284.36	6.2957	3.22	3.0757
0+096	281.50	284.52	5.9365	3.02	2.9165
0+121	281.75	284.68	5.4727	2.93	2.5427
0+143	281.75	284.42	4.6320	2.67	1.9620
0+165	281.28	283.94	4.1957	2.66	1.5357
0+198	281.25	283.70	4.2577	2.45	1.8077
0+229	281.44	283.76	4.2268	2.32	1.9068
0+269	281.46	283.75	4.0719	2.29	1.7819
0+309	281.00	283.63	3.8802	2.63	1.2502
0+349	280.00	283.00	3.9750	3.00	0.9750
0+382	279.00	282.16	4.0520	3.16	0.8920
0+410	278.34	281.36	3.8341	3.02	0.8141
0+438	278.06	281.01	3.6007	2.95	0.6507
0+476	278.03	280.73	3.4632	2.70	0.7632
0+503	277.95	280.44	3.4503	2.49	0.9603
0+530	277.80	281.40	3.6136	3.60	0.0136
0+562	277.50	280.44	3.4311	2.94	0.4911
0+591	277.25	280.23	3.6704	2.98	0.6904
0+618	277.25	280.53	3.7284	3.28	0.4484
0+657	277.60	280.55	3.5614	2.95	0.6114

Fuente: Los autores.

Como resultado se obtuvo una altura de socavación de 3.307, la cual se consideró por seguridad la profundidad de socavación a 3.50 m.

ALTURA DE DIQUE (Hd)

Para determinar el cálculo del predimensionamiento del dique de encauzamiento se utilizó la siguiente fórmula:

$$Hd = Yn + (Bl)$$

Hd= Altura de dique (m).

Yn= Tirante normal (m).

Bl= Borde libre (m).

- Cálculo de borde libre (Bl)

$$Bl = f * e$$

- Cálculo de energía de velocidad (e).

$$e = \frac{v^2}{2g}$$

Bl= Borde libre (m).

f= Coeficiente en función a la máx. descarga y pendiente.

e= Energía de velocidad.

V= velocidad promedio (m/s).

g= gravedad.

Reemplazando los siguientes datos: V= 4.20 m/s y g= 9.81m/s² en la fórmula de la energía de velocidad.

$$e = \frac{4.20^2}{2 * 9.81}$$

$$e = 0.89$$

Luego se dirigió a la siguiente tabla para determinar el coeficiente en función a la máxima descarga.

MAXIMA DESCARGA (m3/seg)	VALOR DEL COEFICIENTE (f)
3,000 - 4,000	2
2,000 - 3,000	1.7
1,000 - 2,000	1.4
500 - 1,000	1.2
100 - 500	1.1

Figura 150: Coeficiente en función al máx. descarga.

Fuente: Terán A. Rubén. "Diseño de Defensas Ribereñas".

A continuación, proseguimos a reemplazar los datos en la fórmula de borde libre: $f= 1.4$ y $e= 0.9$

$$Bl = 1.4 * 0.89$$

$$Bl = 1.24$$

Luego reemplazamos el borde libre y el tirante normal en la fórmula de la altura de socavación.

$$Hd = Yn + (Bl)$$

$$Hd = 2.62 + 1.24$$

$$Hd = 3.86 \text{ m}$$

Se consideró la altura de dique en 4.00 m por seguridad de la estructura, se propone la construcción de un dique tipo enrocado en su cara húmeda. Para lo cual la altura total del dique tipo enrocado se determinó en 7.50m, 4.00 de altura de terraplén, 4.00m de ancho de base menor (corono), 16.00 m de ancho de base mayor, una socavación de 3.50m y un talud de relación 1.5:1.

A continuación, se muestra el perfil del río con la implementación del diseño del dique, además se observa el tirante super crítico del cauce.

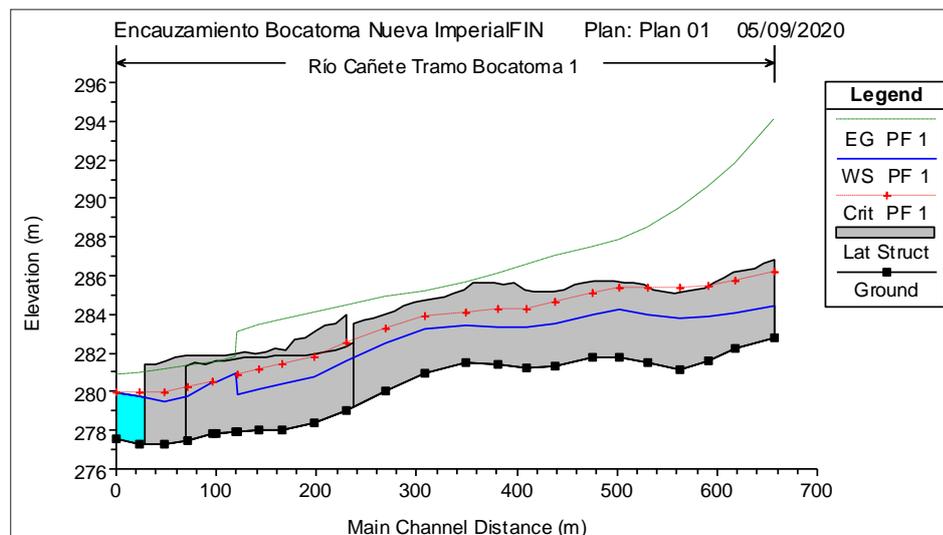


Figura 151: Modelamiento del diseño del dique.

Fuente: Los autores.

Tabla 63

Altura de dique para el tramo aguas arriba de la bocatoma.

Distancia	Fondo	Altura	Cota	Distancia	Fondo	Altura	Cota
0	282.80	4.0	286.80	220	281.20	4.0	285.20
10	282.60	4.0	286.60	230	281.20	4.0	285.20
20	282.40	4.0	286.40	240	281.20	4.0	285.20
30	282.30	4.0	286.30	250	281.30	4.0	285.30
40	282.20	4.0	286.20	260	281.60	4.0	285.60
50	281.90	4.0	285.90	270	281.50	4.0	285.50
60	281.60	4.0	285.60	280	281.60	4.0	285.60
70	281.40	4.0	285.40	290	281.60	4.0	285.60
80	281.30	4.0	285.30	300	281.60	4.0	285.60
90	281.20	4.0	285.20	310	281.30	4.0	285.30
100	281.10	4.0	285.10	320	281.10	4.0	285.10
110	281.20	4.0	285.20	330	280.90	4.0	284.90
120	281.30	4.0	285.30	340	280.80	4.0	284.80
130	281.50	4.0	285.50	350	280.70	4.0	284.70
140	281.60	4.0	285.60	360	280.60	4.0	284.60
150	281.60	4.0	285.60	370	280.40	4.0	284.40
160	281.70	4.0	285.70	380	280.20	4.0	284.20
170	281.70	4.0	285.70	390	280.00	4.0	284.00
180	281.70	4.0	285.70	400	279.80	4.0	283.80
190	281.60	4.0	285.60	410	279.70	4.0	283.70
200	281.50	4.0	285.50	420	279.50	4.0	283.50
210	281.30	4.0	285.30	-	-	-	-

Fuente: Los autores

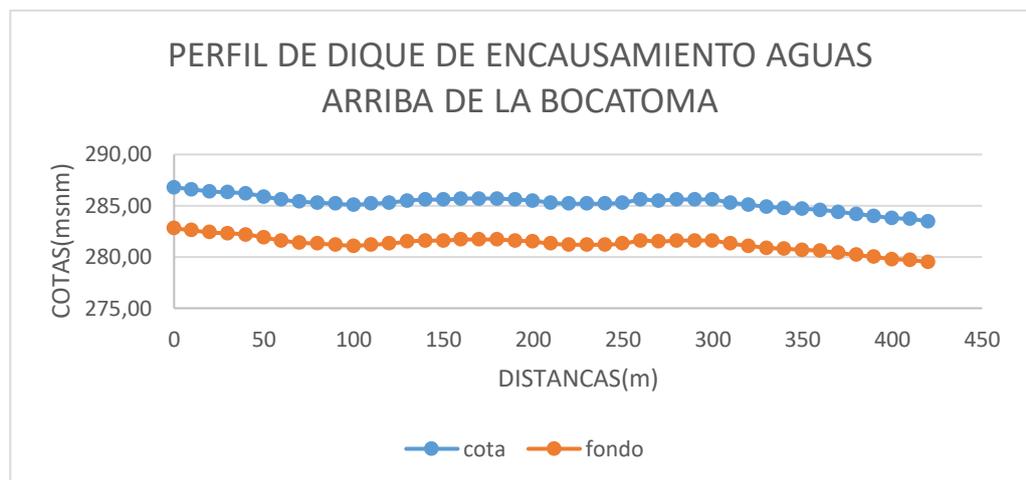


Figura 152: Perfil de dique de encauzamiento tramo aguas arriba.

Fuente: Los autores

Tabla 64

Altura de muro de encauzamiento del margen derecho de la bocatoma.

MARGEN DERECHA			
Distancia	Cota	Fondo	Altura
0	284.003	280.000	4.003
10	283.530	279.600	3.930
20	283.441	279.500	3.941
30	283.172	279.200	3.972
40	282.770	278.800	3.970
50	282.702	278.700	4.002
60	282.161	278.250	3.911
70	282.200	278.200	4.000
80	282.035	278.100	3.935
90	281.985	278.050	3.935
100	282.021	278.040	3.981
110	281.998	278.000	3.998
120	281.916	278.000	3.916
130	281.901	277.900	4.001
140	281.837	277.900	3.937
150	281.835	277.900	3.935
160	281.849	277.900	3.949
170	281.775	277.800	3.975
180	281.622	277.700	3.922
190	281.408	277.500	3.908
200	281.373	277.400	3.973

Fuente: Los autores

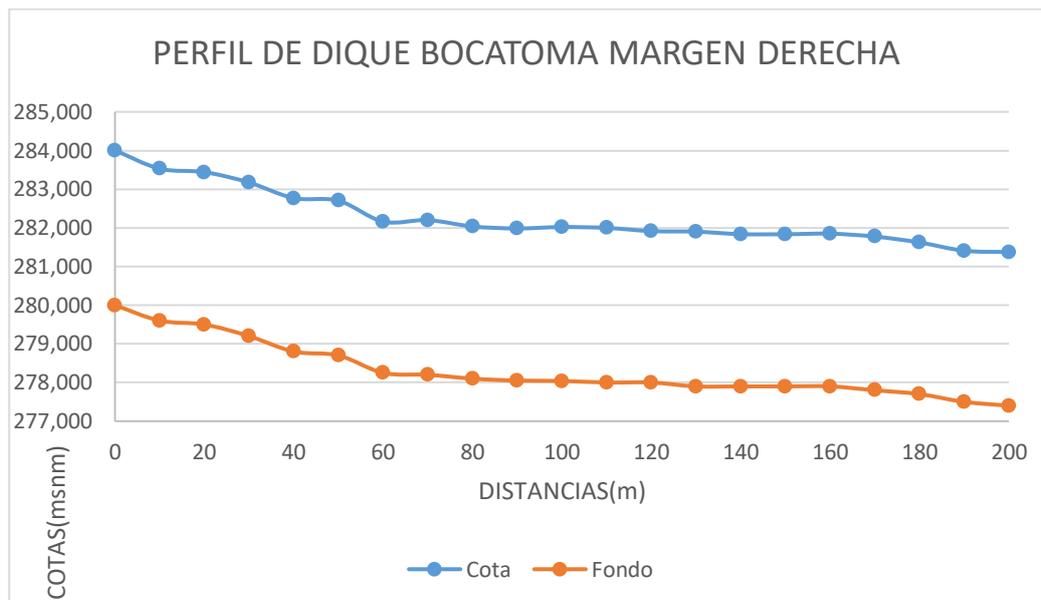


Figura 153: Perfil del muro de encauzamiento margen derecho.

Fuente: Los autores

Tabla 65

Altura de muro de encauzamiento del margen izquierdo de la bocatoma.

MARGEN IZQUIERDA			
Distancia	Cota	Fondo	Altura
0	282.935	279.000	3.935
10	282.899	278.900	3.999
20	282.731	278.800	3.931
30	282.580	278.600	3.980
40	282.361	278.400	3.961
50	282.165	278.200	3.965
60	282.048	278.100	3.948
70	281.957	278.000	3.957
80	281.876	277.900	3.976
90	281.831	277.900	3.931
100	281.845	277.900	3.945
110	281.841	277.900	3.941
120	281.745	277.800	3.945
130	281.735	277.800	3.935
140	281.778	277.800	3.978
150	281.675	277.700	3.975
160	281.572	277.600	3.972
170	281.585	277.600	3.985
180	281.447	277.500	3.947
190	281.493	277.500	3.993
200	281.359	277.400	3.959

Fuente: Los autores

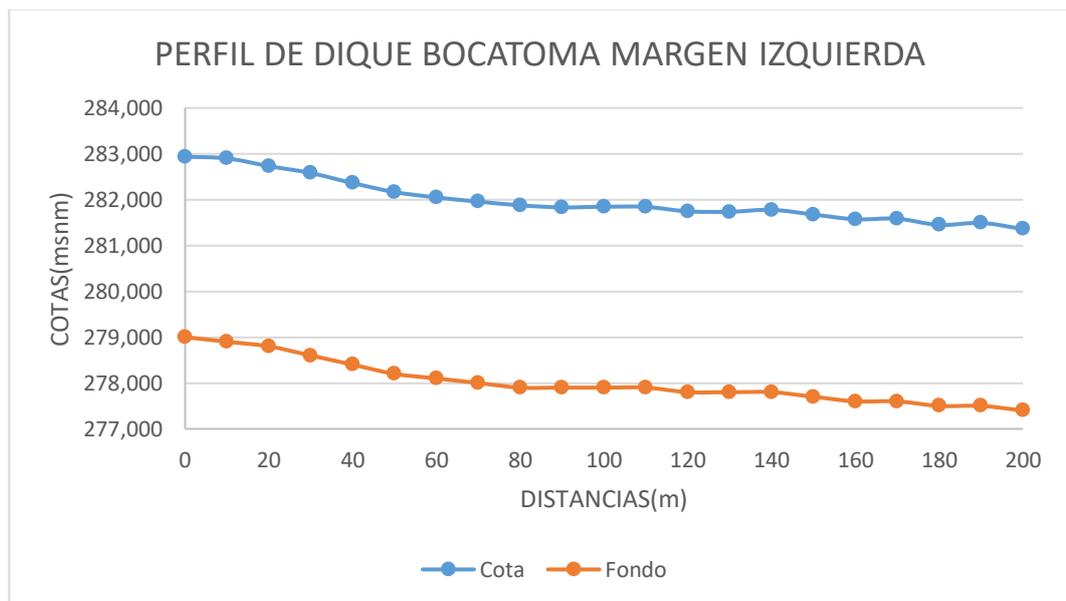


Figura 154: Perfil de muro de encauzamiento margen izquierdo.

Fuente: Los autores

A continuación, se muestra el perfil del río con la implementación del diseño del dique, además se observa el tirante super crítico del cauce.

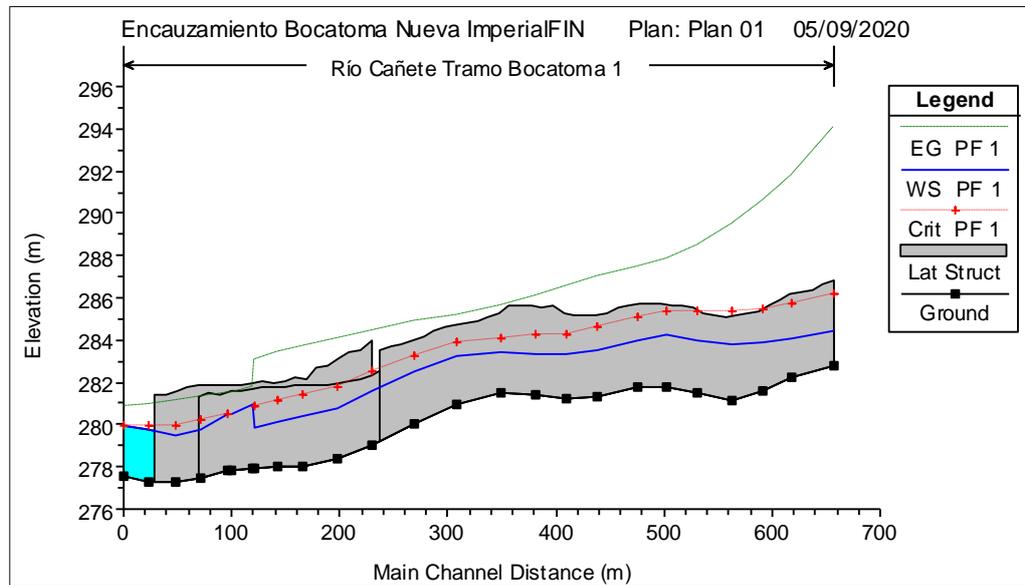


Figura 155: Modelamiento del diseño del dique.

Fuente: Los autores

DIÁMETRO NOMINAL DE ENROCADO (D_r)

Para el cálculo del tamaño del enrocado se utilizó la siguiente fórmula:

$$D_r = \frac{b}{\Delta} \times \frac{V^2}{2g} \times \frac{1}{f}$$

Figura 156: Fórmula de diámetro nominal de enrocado.

Fuente: Valderrama Mansen, A. Diseño de Bocatomas – UNI-FIC-Departamento Académico de Hidráulica e Hidrología, (2010).

D_r = Diámetro de la roca((m)

b = Factor para condiciones de turbulencia $b=1.4$

V = Velocidad del agua (m/s)

g = Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

Δ = Densidad relativa del material(Kg/m³)

- Densidad relativa del material (Δ)

Para el cálculo de la densidad relativa se utilizó la siguiente fórmula:

$$\Delta = \frac{Y_s - Y}{Y}$$

Y_s = Densidad del material (2.6 kg/m³)

Y = Densidad del agua (1 kg/m³)

Reemplazando en la fórmula se obtuvo que la densidad relativa fue de:

$$\Delta = \frac{2.6 - 1}{1}$$

$$\Delta = 1.6 \text{ kg/m}^3$$

- Factor Talud (ángulo de talud y ángulo de fricción) (F).

Para calcular el factor de talud se utilizó la siguiente fórmula:

$$F = \sqrt{1 - \frac{\text{sen}^2 \alpha}{\text{sen}^2 \phi}}$$

Reemplazando en la fórmula se obtuvo el factor de talud:

$$F = \left(1 - \frac{\text{sen}(29^\circ)^2}{\text{sen}(31^\circ)^2}\right)^{1/2}$$

$$F = 0.40$$

Ya obtenido todos los datos se reemplazó en la fórmula de diámetro del enroca la cual se obtuvo un resultado de:

$$D_r = \frac{1.4}{1.6} * \frac{4.20^2}{2 * 9.81} * \frac{1}{0.40}$$

$$D_r = 1.97 \text{ m}$$

Se determinó que el diámetro nominal del enrocado es de 1.97 m.

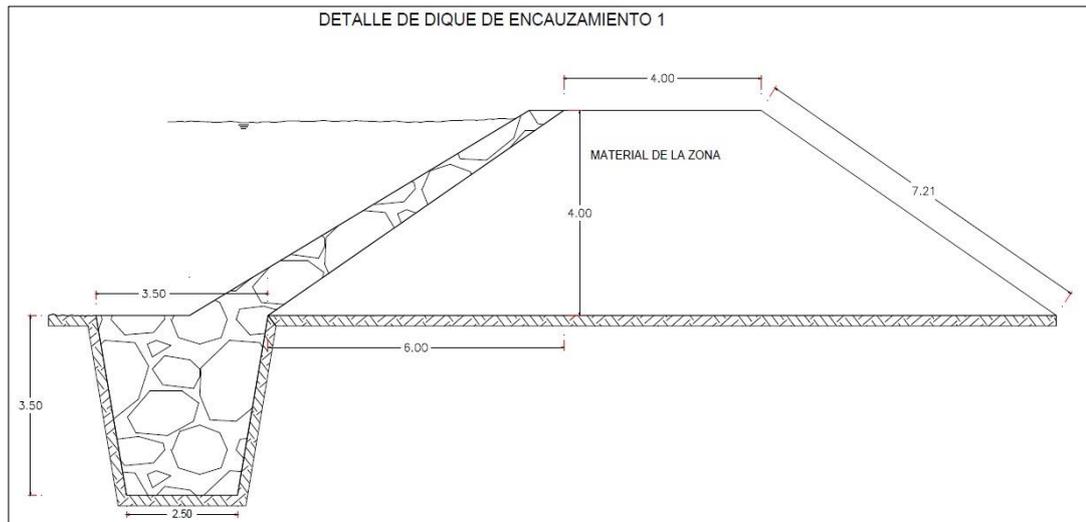


Figura 157: Predimensionamiento de dique tipo enrocado para el encauzamiento tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial.

Fuente: Los autores

DETALLE DE DIQUE TIPO ENROCADO

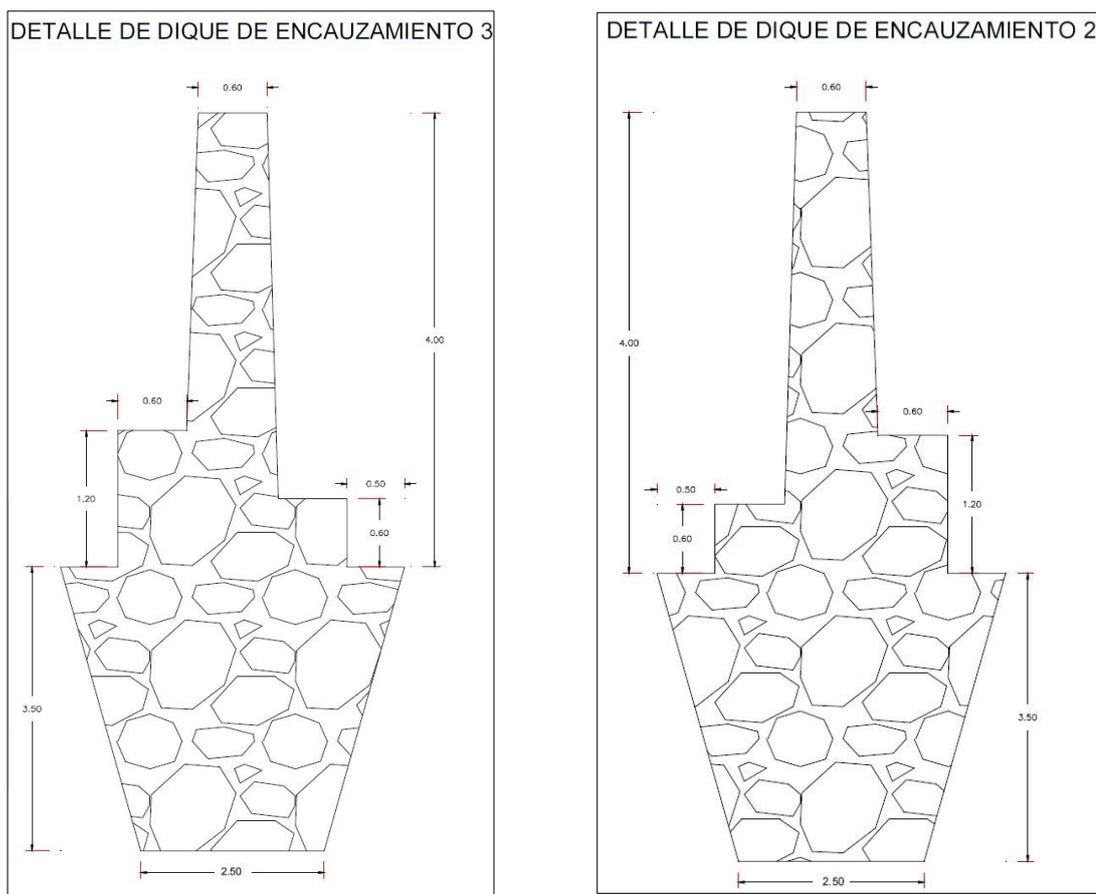


Figura 158: Predimensionamiento de muro de encauzamiento a los lados de la bocatoma Nueva Imperial.

Fuente: Los autores.

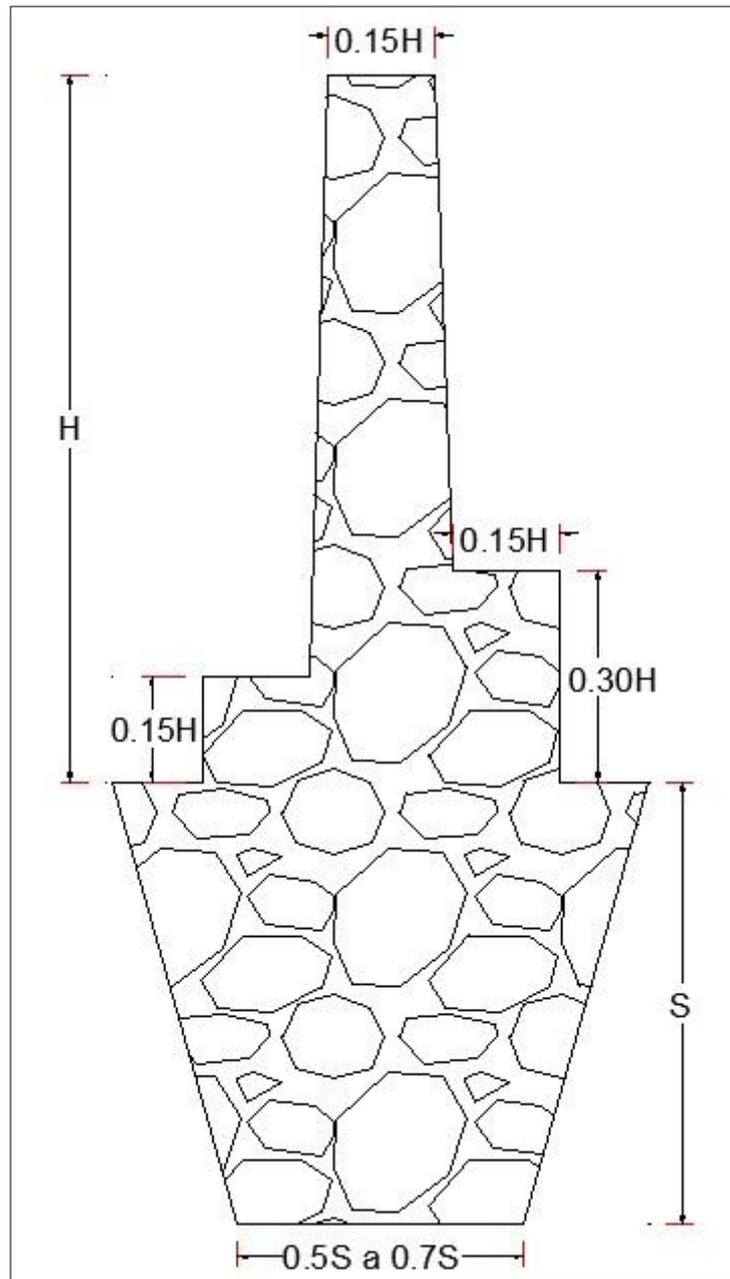


Figura 159: Predimensionamiento de muro de encauzamiento para los lados de la bocatoma Nueva Imperial.

Fuente: Los autores.

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Según Linco Olave, (2015). Se determinó que para un Tr100 años y Tr200años se obtuvo un caudal de diseño de 1118.8 m³/s y 1169.7 m³/s respectivamente, y para la presente investigación se obtuvo para Tr=100años=1770.6 m³/s debido a que la cuenca presenta una mayor área. Además, cuenta con una topografía casi plana de 1 a 3% de pendiente, mientras que la cuenca del río Cañete presenta pendientes fluctuantes entre 2 a 10% debido a que su topografía es semi accidentada, finalmente se determinó la altura del material enrocado 8.65 m y 3.41 conglomerado fluvial

No presenta socavación, pero se implementó por seguridad 1.5 para el enrocado, 0.5 para conglomerado el fluvial. Mientras que la presente investigación se planteó un dique tipo enrocado, se determinó una altura total de 7.50 m, 4 metros de altura del dique, 3.5 metros de altura de socavación, un ancho corona de 4.00 m. Llegando a la conclusión que los resultados son diferentes ya que los estudios son en diferentes cuencas con diferentes secciones y perfiles del río.

Según Tito Quispe, (2017). Se determinó que para un Tr50años se obtuvo un caudal de diseño de 757.53 m³/s, en los estudios de suelos para el ensayo de corte directo (Φ) se determinó que no presenta cohesión y el ángulo de fricción (Φ) 34.86°. Su velocidad máxima es de 10.33m/s y promedio 3.95 m/s, un Froude máximo de 2.56 y promedio 0.99. Finalmente, se planteó el diseño de diques con una altura total de 6.50m, 4.00m de altura de dique, 2.50m de socavación y gaviones con una altura de 3.00m, 6.40 de base como defensa ribereña. Comparando con los resultados obtenidos en nuestra investigación, 2Km agua abajo, se obtuvo que el caudal de diseño para Tr=100años es 1770.5 m³/s. En cuanto al ensayo de corte directo se determinó que no hay presencia de cohesión ni plasticidad y presenta un ángulo de fricción (Φ) de 31°, Su velocidad máxima es de 13.97m/s y promedio 4.20 m/s, un Froude máximo es 3.84 y promedio 2.01. Finalmente, el predimensionamiento

determino altura total de 7.50 m, 4 metros de altura del dique, 3.5 metros de altura de socavación, un ancho corona de 4.00 m, un ancho de base de 16.00m como propuesta del dique tipo enrocado para encauzamiento del tramo. Comparando con los resultados obtenidos se llegó a la conclusión que los resultados son similares ya que los estudios son realizados en la misma cuenca con una diferencia de 2Km aguas abajo del puente Socsi.

CONCLUSIONES

1. Se realizó el estudio topográfico con fines de Ingeniería Hidráulica en el tramo de cuenca del río Cañete, para lo cual se utilizó el Método Indirecto, Con la cual se concluyó que la zona de estudio presenta una topografía semi accidentada con vegetación y cañaverales su pendiente fluctúa entre 2% a 10%.

2. Se realizó el estudio hidrológico donde determinó las precipitaciones máximas en 24h para un tiempo de retorno en 100 y 500 años mediante el software Hyfran aplicando los métodos según el manual del MTC, estación Huangascar (M. Gumbel). Tr_{100} años =54.5mm, Tr_{500} Años=67.8mm.

3. Se realizó los estudios geotécnicos donde se determinó que la clasificación del suelo, es una Grava mal gradada, limpia con partículas de canto rodado. El contenido de humedad esta debajo del promedio. No presentan plasticidad alguna y no hay presencia de cohesión entre sí.

4. Se realizó el estudio hidráulico donde determinó los caudales máximos para un tiempo de retorno $Tr=100$ años, de 1770 m³/s y $Tr=500$ años, de 3169.3 m³/s.

5. El Predimensionamiento del dique tipo enrocado para encauzamiento tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial contempla una altura total de 7.50 m, 4.00 metros de altura del dique (terraplén), 3.50 metros de altura de socavación, un ancho corona de 4.00 m, un ancho de base de 16.00m, talud de 1.5:1 y la utilización del material propio de la zona. Se recomienda que sea de tipo continuo por las características del tramo de estudio.

RECOMENDACIONES

- 1.**Para realizar el levantamiento topográfico se recomienda emplear drones que permitirá un mayor barrido de los puntos topográficos, debido a que la zona de estudio presenta una topografía semi accidentada.
- 2.**Se recomienda que para realizar el estudio hidrológico se debe actualizar la información de las precipitaciones en la página oficial del SENAHMI, ya que al momento de la recopilación se tuvo que completar alguna información según lo establecido en el manual de hidráulica e hidrología del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- 3.**Para realizar el estudio geotécnico se recomienda utilizar una retroexcavadora para las calicatas debido a que el material es muy suelto y existe filtración lo cual dificultaría un trabajo de excavación manual. En los ensayos de laboratorio se recomienda que los instrumentos y equipos se encuentren calibrados y certificados según norma.
- 4.**Se recomienda la construcción de muros de encauzamiento en el tramo de la bocatoma Nueva Imperial, con un predimensionamiento de 7.50m de altura total, 4.00 m de altura de muro, 0.60 de corona, 2.50m de ancho de base y 3.50 m de socavación para un Tr100 años.
- 5.**Crear un plan de mantenimiento y descolmatación del tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial - Cañete.

A N E X O S

	Página
Anexo 1: Matriz de consistencia	198
Anexo 2: Estudio topográfico	200
Anexo 3: Estudio Hidrológicos	214
Anexo 4: Estudio Geotécnicos	227
Anexo 5: Estudio Hidráulico	252

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

título de la investigación : MODELAMIENTO HIDRÁULICO PARA DETERMINAR EL PREDIMENSIONAMIENTO DE DIQUES DE ENCAUZAMIENTO EN EL RÍO CAÑETE TRAMO AGUAS ARRIBA DE LA BOCATOMA NUEVA IMPERIAL-CAÑETE

Elaborado por: Dante Edwin Lopez Tacurí, Luis Ángel Vega Apestegui

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			METODOLOGÍA		
			VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES			
<p style="text-align: center;">PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿En qué medida incide el modelamiento hidráulico para la determinación del predimensionamiento de diques de encauzamiento en el río Cañete tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial - Cañete?</p> <p style="text-align: center;">Problemas específicos</p> <p>¿En qué medida incide el estudio topográfico en el modelamiento hidráulico para determinar el predimensionamiento de diques de encauzamiento de la bocatoma Nueva Imperial - Cañete?</p> <p>¿En qué medida incide el estudio hidrológico en el modelamiento hidráulico para determinar el predimensionamiento de diques de encauzamiento de la bocatoma Nueva Imperial - Cañete?</p> <p>¿En qué medida incide el estudio geotécnico en el modelamiento hidráulico para determinar el predimensionamiento de diques de encauzamiento de la bocatoma Nueva Imperial - Cañete?</p> <p>¿En qué medida incide el estudio hidráulico en el modelamiento hidráulico para determinar el predimensionamiento de diques de encauzamiento de la bocatoma Nueva Imperial - Cañete?</p>	<p style="text-align: center;">OBJETIVO GENERAL</p> <p>Desarrollar el modelamiento hidráulico para determinar el predimensionamiento de diques de encauzamiento en el río Cañete tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial – Cañete.</p> <p style="text-align: center;">Objetivos específicos</p> <p>Realizar el estudio topográfico para determinar el predimensionamiento de diques de encauzamiento en el río Cañete tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial -Cañete.</p> <p>Realizar el estudio Hidrológico para determinar el predimensionamiento de diques de encauzamiento en el río Cañete tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial -Cañete.</p> <p>Realizar el estudio Geotécnico para determinar el predimensionamiento de diques de encauzamiento en el río cañete tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial - Cañete.</p> <p>Realizar el estudio hidráulico para determinar el predimensionamiento de diques de encauzamiento en el río Cañete tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial - Cañete.</p>	<p style="text-align: center;">HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>El modelamiento hidráulico incide directamente en la determinación del predimensionamiento de diques de encauzamiento del río Cañete tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial - Cañete.</p> <p style="text-align: center;">Hipótesis específicas.</p> <p>El estudio Topográficos incide directamente en modelamiento hidráulico para determinar el predimensionamiento de diques de encauzamiento en el río cañete tramo aguas arriba de la bocatoma nueva imperial-cañete.</p> <p>El estudio Hidrológico incide directamente en modelamiento hidráulico para determinar el predimensionamiento de diques de encauzamiento en el río Cañete tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial - Cañete.</p> <p>El estudio Geotécnico incide directamente en modelamiento hidráulico para determinar el predimensionamiento de diques de encauzamiento en el río Cañete tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial - Cañete.</p> <p>El estudio Hidráulico incide directamente en modelamiento hidráulico para determinar el predimensionamiento de diques de encauzamiento en el río Cañete tramo aguas arriba de la bocatoma Nueva Imperial - Cañete.</p>	<p style="text-align: center;">Variable dependiente</p> <p style="text-align: center; color: green;">PREDIMENSIONAMIENTO DE DIQUES DE ENCAUZAMIENTO</p>	<p style="text-align: center;">Magnitudes</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Altura - Ancho de corona - Ancho de la base -Pendiente 	<p style="text-align: center;">NIVEL DE INVESTIGACIÓN</p> <p style="text-align: center;">APLICADA</p> <p>Para elaborar el modelamiento hidráulico se realizó estudios topográficos, hidrológicos, geotécnicos e hidráulicos con sus respectivos ensayos en laboratorio y tomas de muestras en campo. Con la finalidad de demostrar la hipótesis planteada ya que buscamos resolver un problema y plantear una solución.</p> <p style="text-align: center;">ENFOQUE CUANTITATIVO</p> <p>Se relecto data numérica medible en los ensayos de laboratorio y estudios realizados con los cual pudimos estimar valores, también empleamos datos estadísticos para el procesamiento de información, con el objetivo del desarrollo del modelamiento hidráulico.</p> <p style="text-align: center;">DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</p> <p style="text-align: center;">EXPERIMENTAL</p> <p>Se realizó la manipulación de las variables independiente a través de los estudios, ensayos en laboratorio y softwares, por ejemplo en el modelamiento computarizado variaremos el tirante del agua para obtener las diferentes alturas de diseño de diques de encauzamiento.</p> <p style="text-align: center;">LONGITUDINAL</p> <p>En los estudios realizados se recolectó información en diferentes etapas y tiempos, ej. En los estudios hidrológicos la información estadística de precipitaciones y caudales recogida de SENAMHI, esta información proporcionada es de su registro histórico.</p> <p style="text-align: center;">RETROSPECTIVO</p> <p>El modelamiento para determinar el predimensionamiento de los diques se realizó después de los acontecimientos ocurridos en la cuenca, también se tomaron datos recogidos con anterioridad sobre la cuenca como precipitaciones y caudales en diferentes periodos de retorno.</p> <p style="text-align: center;">TIPO DE INVESTIGACIÓN</p> <p style="text-align: center;">DESCRIPTIVO</p> <p>Se da cuenta de las características hidrológicas e hidráulicas de la cuenca del río Cañete, por otro lado también se da cuenta de las características topográficas y geotécnicas del tramo de estudio con el objetivo de realizar el modelamiento hidráulico para determinar el predimensionamiento de diques de encauzamiento.</p>		
<p style="text-align: center;">Variable independiente</p> <p style="text-align: center; color: green;">MODELAMIENTO HIDRÁULICO</p>	<p style="text-align: center;">Estudio Topográfico</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Curvas de nivel - Secciones transversales - Secciones Longitudinales - Pendiente fluctuante 	<p style="text-align: center;">Estudio Hidrológico</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Caudales Max - Precipitaciones Max 24h - Precipitaciones en diferentes periodos de retorno para 100 y 500 años 	<p style="text-align: center;">Estudio Geotécnico</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Calicata - Características del terreno - Granulometría-SUCS - Contenido de humedad - Corte Directo - Gravedad específica de los sólidos 	<p style="text-align: center;">Estudio Hidráulico</p>

ANEXO 2
ESTUDIO TOPOGRÁFICO

DATA DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

CUADRO DE COORDENADAS				
NÚMERO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	368295.47	8558103.01	280.83	BM1
2	368299.26	8558105.52	280.8243	BCTM
3	368299.456	8558105.22	280.8236	BCTM
4	368299.445	8558104.84	280.8253	BCTM
5	368290.067	8558116.47	280.8385	BCTM
6	368318.731	8558141.05	280.8306	BCTM
7	368318.335	8558141.5	280.8308	BCTM
8	368306.334	8558131.22	280.8278	BCTM
9	368304.597	8558133.21	280.8367	BCTM
10	368303.654	8558132.34	280.7934	BCTM
11	368304.651	8558130.99	280.8411	BCTM
12	368288.409	8558117.08	280.5706	BCTM
13	368284.165	8558122.01	280.5905	BCTM
14	368300.323	8558136.13	280.5931	BCTM
15	368300.971	8558135.44	280.5951	BCTM
16	368303.067	8558137.12	280.6019	BCTM
17	368301.695	8558139.22	280.571	BCTM
18	368283.214	8558123.11	280.6016	BCTM
19	368295.132	8558140.61	280.639	BCTM
20	368290.82	8558139.52	280.5471	BCTM
21	368285.116	8558146.1	280.5487	BCTM
22	368283.213	8558132.9	280.5876	BCTM
23	368277.316	8558139.74	280.5737	BCTM
24	368275.862	8558126.51	280.5863	BCTM
25	368273.22	8558129.56	280.5824	BCTM
26	368272.174	8558128.54	280.5829	BCTM

NÚMERO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
27	368275.304	8558124.73	280.5491	BCTM
28	368277.658	8558126.72	280.6056	BCTM
29	368285.138	8558118.09	280.5925	BCTM
30	368280.423	8558114.11	280.5986	BCTM
31	368281.204	8558113.4	280.6108	BCTM
32	368281.07	8558113.32	280.6091	BCTM
33	368283.96	8558112.78	280.5918	BCTM
34	368285.724	8558113.01	280.5867	BCTM
35	368320.613	8558076.89	277.9185	MUR
36	368321.244	8558077.42	277.9544	MUR
37	368322.654	8558079.09	278.0137	MUR
38	368319.655	8558076.06	277.4689	MUR
39	368318.263	8558074.87	276.5777	MUR
40	368298.482	8558057.81	276.4866	MUR
41	368337.218	8558091.11	279.3165	MUR
42	368269.432	8558079.19	277.8063	MUR
43	368269.432	8558079.19	277.8064	MUR
44	368268.901	8558079.99	277.8022	MUR
45	368277.985	8558085.77	276.5081	RIO
46	368285.81	8558077.64	276.4096	RIO
47	368287.821	8558064.79	276.4246	RIO
48	368287.821	8558064.79	276.4246	RIO
49	368298.405	8558082.42	276.5781	RIO
50	368286.717	8558090.47	276.6067	RIO
51	368309.536	8558069.97	276.5474	RIO
52	368293.468	8558057.18	276.4113	RIO
53	368295.563	8558053.89	278.6876	MUR
54	368302.086	8558060.98	278.7787	MUR
55	368321.68	8558077.78	281.5014	MUR

NÚMERO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
56	368337.187	8558091.14	281.4684	MUR
57	368299.453	8558104.74	277.9639	RIO
58	368299.458	8558104.74	277.9624	RIO
59	368298.063	8558103.54	277.9331	RIO
60	368297.579	8558103.16	277.8549	RIO
61	368297.28	8558102.85	277.7192	RIO
62	368225.987	8558071.36	276.105	BRIO
63	368197.762	8558047.67	275.6929	BRIO
64	368277.764	8558038.65	277.2102	BRIO
65	368240.457	8558013	277.1757	BRIO
66	368234.302	8558032.74	275.7773	RIO
67	368217.09	8558038.31	275.2168	RIO
68	368264.065	8558069.98	276.1529	RIO
69	368215.7	8558012.85	273.3917	RIO
70	368237.658	8558037.67	275.8561	RIO
71	368248.788	8558083.37	276.1198	RIO
72	368240.02	8558074.8	275.864	RIO
73	368258.237	8558090.5	278.1601	BCTM
74	368258.986	8558089.88	278.1506	BCTM
75	368259.254	8558090.09	275.2059	RIO
76	368258.07	8558091.13	275.7098	RIO
77	368318.396	8558104.11	278.1973	RIO
78	368341.157	8558123.92	278.2226	RIO
79	368318.588	8558141	278.1923	EAG
80	368304.928	8558129.28	278.1637	EAG
81	368298.094	8558123.41	278.1958	EAG
82	368223.849	8558069.45	276.2875	BRIO
83	368212.492	8558060.27	275.927	BRIO
84	368198.077	8558050.46	275.9157	BRIO

NÚMERO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
85	368217.511	8558067.41	277.7358	TERR
86	368209.471	8558060.17	277.0237	TERR
87	368201.163	8558060.46	280.1466	TERR
88	368210.272	8558067.27	280.3317	TERR
89	368213.053	8558070.34	279.8729	TERR
90	368226.235	8558074.03	278.5599	TERR
91	368238.394	8558082.65	278.5583	TERR
92	368233.497	8558082.67	280.2123	TERR
93	368230.703	8558080.36	280.1127	TERR
94	368240.62	8558087.2	279.0727	TERR
95	368234.275	8558089.51	279.6793	TERR
96	368232.884	8558089.21	280.1979	TERR
97	368241.031	8558087.09	278.8369	TERR
98	368225.666	8558072.92	278.0413	MUR
99	368245.98	8558087.32	278.0698	MUR
100	368246.744	8558087.86	278.6597	MUR
101	368248.418	8558089.04	278.6605	MUR
102	368249.233	8558089.38	278.6702	MUR
103	368252.971	8558094.2	279.6466	MUR
104	368256.495	8558098.87	279.6696	MUR
105	368257.689	8558128.18	279.7442	MUR
106	368226.713	8558072.09	275.7311	EAG
107	368228.404	8558074.78	275.7406	EAG
108	368251.097	8558102.28	279.3908	TERR
109	368251.099	8558102.28	279.3909	TERR
110	368249.651	8558100.17	279.3804	TERR
111	368287.223	8558030.91	279.0882	RIO
112	368281.104	8558035.11	278.3499	RIO
113	368282.66	8558031.24	278.7888	RIO

NÚMERO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
114	368276.595	8558029.69	278.6596	RIO
115	368270.766	8558023.78	278.3249	RIO
116	368275.935	8558038.61	277.0964	RIO
117	368270.926	8558034.86	276.9615	RIO
118	368269.586	8558021.37	278.4937	RIO
119	368274.768	8558027.81	278.781	RIO
120	368245.928	8558023.67	276.7763	RIO
121	368245.111	8558023.22	276.7365	RIO
122	368234.517	8558034.82	275.7857	RIO
123	368210.559	8557996.46	275.9678	RIO
124	368223.395	8558027.66	275.9988	RIO
125	368204.448	8558022.18	275.3297	RIO
126	368199.414	8558021.25	275.7088	RIO
127	368185.351	8558031.55	275.2885	RIO
128	368190.482	8558040.13	275.7166	BRIO
129	368210.667	8557995.61	276.1052	RIO
130	368208.298	8557994.35	276.2611	RIO
131	368270.714	8558051.01	276.2604	RIO
132	368275.891	8558126.79	280.5177	PG
133	368275.891	8558126.79	280.5169	AX
134	368279.587	8558113.39	279.9671	BCTM
135	368280.238	8558112.62	279.9643	BCTM
136	368279.556	8558113.36	279.8054	BCTM
137	368278.333	8558112.3	279.8108	BCTM
138	368278.984	8558111.57	279.8103	BCTM
139	368278.304	8558112.29	279.4795	BCTM
140	368278.948	8558111.56	279.4693	BCTM
141	368280.211	8558112.6	279.8041	BCTM
142	368280.682	8558111.69	279.5997	BCTM

NÚMERO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
143	368280.6	8558112.88	279.5915	BCTM
144	368274.65	8558131.21	280.4219	BCTM
145	368273.074	8558129.77	280.5885	BCTM
146	368273.225	8558129.54	280.5882	BCTM
147	368270.062	8558133.66	280.0971	BCTM
148	368269.702	8558133.3	280.0691	BCTM
149	368262.886	8558136.78	279.4219	BCTM
150	368257.879	8558131.4	277.5254	BCTM
151	368269.781	8558125.62	277.2291	BCTM
152	368272.146	8558128.41	278.9956	TERR
153	368272.161	8558128.4	277.5014	TERR
154	368275.193	8558124.68	277.022	TERR
155	368272.946	8558122.52	277.0914	TERR
156	368270.099	8558119.53	277.0092	TERR
157	368267.783	8558116.7	276.9534	TERR
158	368265.051	8558112.68	276.9316	TERR
159	368263.426	8558110.11	276.8765	TERR
160	368256.616	8558098.96	276.7448	TERR
161	368257.387	8558106.03	277.4085	TERR
162	368274.522	8558126	281.7278	TERR
163	368257.589	8558114.08	277.6711	TERR
164	368257.756	8558126.96	277.2555	TERR
165	368260.238	8558123.14	276.9021	TERR
166	368265.336	8558119.04	277.1891	TERR
167	368277.309	8558139.76	280.5672	CANL
168	368273.14	8558144.82	278.2832	CANL
169	368269.926	8558146.72	277.9951	CANL
170	368261.261	8558148.89	277.8871	CANL
171	368253.985	8558150.79	277.8216	CANL

NÚMERO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
172	368253.372	8558148.18	278.4713	CANL
173	368253.359	8558148.19	278.4704	TERR
174	368251.523	8558143.06	278.4115	TERR
175	368259.527	8558140.24	279.2071	TERR
176	368261.713	8558145.02	279.1523	TERR
177	368269.075	8558142.6	279.8344	TERR
178	368275.128	8558139.55	280.5167	TERR
179	368281.482	8558149.55	278.1751	TERR
180	368278.921	8558151.34	278.0923	CANL
181	368275.922	8558152.93	277.8324	CANL
182	368272.001	8558154.38	277.8766	CANL
183	368267.814	8558155.2	277.7064	CANL
184	368252.666	8558159.13	277.7987	CANL
185	368242.91	8558161.33	277.8161	CANL
186	368243.605	8558165.5	277.7051	TERR
187	368259.261	8558162.93	277.6584	TERR
188	368274.916	8558159.22	278.3735	TERR
189	368282.994	8558156.56	279.8079	TERR
190	368286.029	8558147.17	281.4025	BCTM
191	368289.581	8558143.09	281.5	BCTM
192	368289.61	8558143.08	281.4988	BCTM
193	368289.186	8558142.64	281.5732	BCTM
194	368292.043	8558139.33	281.5612	BCTM
195	368292.603	8558139.72	281.5731	BCTM
196	368294.928	8558146.22	281.5633	BCTM
197	368301.678	8558152.11	281.5043	BCTM
198	368301.137	8558153.15	281.5703	BCTM
199	368294.247	8558147.1	281.4634	BCTM
200	368290.789	8558150.7	281.2944	BCTM

NÚMERO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
201	368286.127	8558147.18	281.4044	BCTM
202	368280.682	8558119.14	275.9682	BCTM
203	368278.693	8558121.45	275.9759	BCTM
204	368279.004	8558124.48	279.7268	BCTM
205	368278.619	8558124.88	279.6563	BCTM
206	368282.145	8558121.04	279.8732	BCTM
207	368282.447	8558120.56	279.7591	BCTM
208	368283.619	8558118.82	279.2949	BCTM
209	368284.662	8558117.73	279.5236	BCTM
210	368282.589	8558117.73	276.8841	BCTM
211	368257.689	8558128.09	279.7458	MUR
212	368257.426	8558128.18	279.7574	MUR
213	368243.968	8558122.43	277.0964	VVD
214	368248.04	8558122.35	277.1358	VVD
215	368247.961	8558113.28	277.1554	VVD
216	368242.276	8558106.22	278.4692	TERR
217	368247.718	8558106.03	278.8929	TERR
218	368238.928	8558106.41	278.3281	TERR
219	368273.471	8558127.23	281.7619	TERR
220	368231.591	8558134.93	277.125	TERR
221	368231.388	8558126.48	277.0396	TERR
222	368295.89	8558101.79	282.4274	BCTM
223	368295.89	8558101.79	280.8276	TERR
224	368295.59	8558101.74	280.8221	BCTM
225	368295.257	8558101.91	280.826	BCTM
226	368289.013	8558117.58	280.8414	BCTM
227	368623.916	8558347.13	310.5296	TERR
228	368295.462	8558102.99	280.8515	A
229	368275.86	8558126.73	280.519	PG

NÚMERO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
230	368362.353	8558093.69	279.9672	BRIO
231	368362.895	8558075.27	280.1639	TERR
232	368357.579	8558109.76	278.3582	TERR
233	368416.804	8558164.52	281.7467	TERR
234	368415.582	8558172.07	281.637	TERR
235	368370.549	8558125.79	278.3	RIO
236	368417.771	8558157.88	281.7493	BRIO
237	368417.286	8558105.04	278.8324	BRIO
238	368418.734	8558097.95	279.537	TERR
239	368418.006	8558103.05	279.7084	TERR
240	368417.673	8558115.77	278.698	RIO
241	368468.264	8558161.95	280.9437	BRIO
242	368470.373	8558115.51	279.5324	BRIO
243	368474.824	8558138.07	279.2384	RIO
244	368467.692	8558101.93	281.0876	TERR
245	368466.799	8558168.74	282.4666	TERR
246	368466.625	8558174.05	282.4124	TERR
247	368513.019	8558101.26	281.1174	TERR
248	368513.725	8558116.16	279.752	TERR
249	368515.403	8558135.14	279.6486	RIO
250	368514.077	8558115.59	279.8988	BRIO
251	368513.35	8558136.21	279.7102	RIO
252	368508.009	8558172.22	283.2688	TERR
253	368507.57	8558177.8	283.1653	TERR
254	368522.477	8558163.95	280.5985	TERR
255	368564.854	8558117.62	279.9513	TERR
256	368566.147	8558123.37	280.8254	BRIO
257	368566.489	8558127.85	279.9051	RIO
258	368557.113	8558178.65	283.2649	TERR

NÚMERO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
259	368556.714	8558184.12	283.3296	TERR
260	368562.644	8558163.23	281.3799	BRIO
261	368635.793	8558117.78	279.8209	TERR
262	368619.43	8558185.95	284.7816	TERR
263	368634.739	8558122.43	280.236	TERR
264	368618.489	8558190.99	284.6675	TERR
265	368634.697	8558124.62	281.3494	BRIO
266	368635.106	8558126.78	280.4644	RIO
267	368634.203	8558128.77	279.7958	RIO
268	368623.753	8558179.83	281.5507	BRIO
269	368710.308	8558149.67	282.7685	TERR
270	368708.647	8558163.96	281.3936	BRIO
271	368702.653	8558178.18	280.7998	RIO
272	368680.971	8558216.05	284.9277	TERR
273	368679.031	8558220.01	285.0193	TERR
274	368683.222	8558210.8	282.8836	BRIO
275	368780.332	8558168.37	284.3775	TERR
276	368765.735	8558199.15	282.5517	TERR
277	368758.765	8558215.26	281.351	RIO
278	368699.021	8558224.87	284.7496	PIR
279	368699.062	8558224.94	285.6579	PIR
280	368698.005	8558225.64	285.1367	PIR
281	368698.509	8558225.34	285.7454	PIR
282	368701.579	8558228.18	285.9045	PIR
283	368702.238	8558227.56	285.8115	PIR
284	368702.244	8558227.53	285.0359	PIR
285	368701.524	8558228.36	285.1251	PIR
286	368708.776	8558236.27	285.4562	PIR
287	368708.874	8558236.3	286.0099	PIR

NÚMERO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
288	368709.279	8558235.32	286.0054	PIR
289	368709.296	8558235.28	285.3385	PIR
290	368726.039	8558253.37	285.0522	PIR
291	368725.99	8558253.3	286.0551	PIR
292	368726.57	8558252.7	286.0176	PIR
293	368726.656	8558252.67	285.3111	PIR
294	368731.351	8558248.39	282.5455	BRIO
295	368739.722	8558239.08	280.6257	RIO
296	368726.09	8558253.67	285.0218	PIR
297	368726.047	8558253.78	285.7357	PIR
298	368727.649	8558252.63	285.622	PIR
299	368727.522	8558252.21	284.9856	PIR
300	368750.867	8558290.51	285.2943	PIR
301	368751	8558290.47	285.7426	PIR
302	368752.593	8558289.46	285.0422	PIR
303	368752.486	8558289.37	285.7458	PIR
304	368825.19	8558190.72	284.7448	TERR
305	368819.65	8558203.96	284.7946	TERR
306	368810.994	8558235.28	282.4595	TERR
307	368808.5	8558243.37	281.9958	BRIO
308	368808.376	8558243.91	281.9607	RIO
309	368807.964	8558244.65	281.9062	RIO
310	368799.597	8558278.59	286.7722	TERR
311	368799.022	8558282.75	286.91	TERR
312	368797.946	8558285.35	285.3359	TERR
313	368796.549	8558290.22	285.1278	TERR
314	368801.339	8558273.95	284.1884	BRIO
315	368744.687	8558271.36	286.3881	TERR
316	368753.121	8558275.46	284.9773	TERR

NÚMERO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
317	368758.689	8558284.95	284.8124	TERR
318	368747.092	8558265.91	286.8005	TERR
319	368735.976	8558263.21	286.1903	TERR
320	368876.204	8558209.17	285.3745	TERR
321	368866.012	8558227.36	283.8497	BRIO
322	368857.491	8558288.3	287.5777	TERR
323	368857.125	8558292.5	287.6459	TERR
324	368869.384	8558247.07	282.9923	RIO
325	368869.417	8558247.05	282.989	RIO
326	368856.783	8558284.74	285.7557	BRIO
327	368856.812	8558284.73	285.7536	BRIO
328	368707.135	8558255.19	284.6318	TERR
329	368698.906	8558246.51	284.6109	TERR
330	368690.188	8558231.97	284.4171	TERR
331	368665.582	8558227.42	284.35	TERR
332	368650.884	8558220.82	284.1408	TERR
333	368719.017	8558281.15	284.7109	TERR
334	368719.025	8558281.15	284.7099	TERR
335	368624.967	8558204.99	283.8296	TERR
336	368623.036	8558214.65	283.7996	TERR
337	368596.416	8558204.8	283.6202	TERR
338	368571.653	8558200.19	282.5795	TERR
339	368529.87	8558198.13	281.9598	TERR
340	368486.222	8558181.85	281.8771	TERR

Fuente: Los autores

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN (ESTACIÓN TOTAL)



Servicio de mantenimiento y reparación de instrumentos de geodesia y topografía.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 012547

INSTRUMENTO : ESTACIÓN TOTAL
MARCA : LEICA
MODELO : TS 07 PLUS
NÚMERO : 1371254
CLIENTE : GEODATUM INGENIERIA S.A.C.

DATOS DEL ENSAYO

TIPO : POR COLIMACIÓN
PATRÓN DE REFERENCIA : COLIMADOR
MARCA : LEICA
MODELO : N3 No. de serie 226062
CONDICIÓN AMBIENTAL : 17° C

PRUEBAS REALIZADAS

COLIMACIÓN HORIZONTAL		PRECISIÓN DEL INSTRUMENTO	ERROR MEDIDO
PRIMERA POSICIÓN	00°00'00"	5"	00.00
SEGUNDA POSICIÓN	180°00'00"		
COLIMACIÓN VERTICAL		5"	
PRIMERA POSICIÓN	90°00'00"		00.00
SEGUNDA POSICIÓN	270°00'00"		

FECHA DE EMISIÓN : 20-06-2020
FECHA DE CADUCIDAD : 20-12-2020

CERTIFICAMOS QUE EL EQUIPO EN MENCIÓN, SE ENCUENTRA TOTALMENTE REVISADO, CONTROLADO, CALIBRADO Y AJUSTADO, SEGÚN NORMA DIN 18723 CON UNA PRECISIÓN DE 5" UTILIZADO POR EL FABRICANTE EN EL 100% DE SU OPERATIVIDAD. SE UTILIZÓ EL SET DE COLIMADORES SEGÚN EL PROCEDIMIENTO DEL ÁNGULO DE INCLINACIÓN DEL COLIMADOR AUTOMÁTICO ENFOCADO AL INFINITO RESPECTO AL RETÍCULO DEL COLIMADOR.

Lima, 20 de Junio del 2020

SERMINTOP S.A.C.

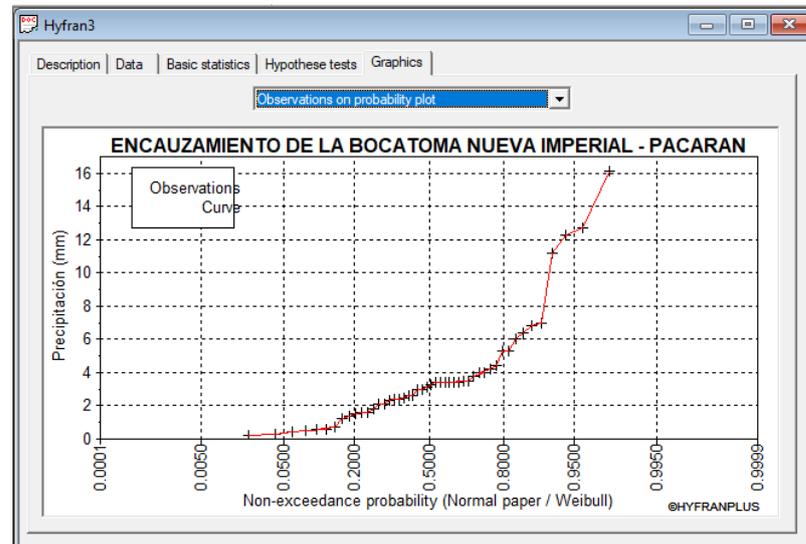
Av. Angamos # 1584 Surquillo-Lima

MAS DE 30 AÑOS DE EXPERIENCIA, RESPALDAN NUESTROS SERVICIOS

ANEXO 3
ESTUDIO HIDROLÓGICO

TIEMPO DE RETORNO EN ESTACIONES METEOROLOGICAS PARA 100 Y 500 AÑOS (HYFRAN)

ESTACIÓN PACARÁN



#31 : GEV (Method of moments)

Graphics | Results | **Adequacy** | Characteristics

Name of test : Chi-squared test

Project :

Title : ENCAUZAMIENTO DE LA BOCATOMA NUEVA IMPERIAL - PACARAN

Hypotheses

H0 : The underlying distribution of this sample is GEV

H1 : The underlying distribution of this sample is not GEV

Results

Statistics result : $\chi^2 = 7.88$

p-value : $p = 0.1633$

Degrees of freedom : 5

Number of classes : 9

Conclusion

We accept H0 at a significance level of 5 %.

#13 : GEV (Method of moments)

Graphics | Results | **Adequacy** | Characteristics

Project Size 48

Title ENCAUZAMIENTO DE LA BOCATOMA NUEVA IMPERIAL - PACARAN

T	q	XT	Standard	Confidence interval
10000.0	0.9999	37.3	35.3	N/D
2000.0	0.9995	28.4	18.6	N/D
1000.0	0.9990	25.0	13.3	N/D
500.0	0.9980	21.8	9.03	N/D
200.0	0.9950	18.0	4.86	N/D
100.0	0.9900	15.4	2.52	N/D
50.0	0.9800	12.9	0.834	11.3 - 14.6
20.0	0.9500	9.94	0.548	8.87 - 11.0
10.0	0.9000	7.83	1.01	5.85 - 9.82
5.0	0.8000	5.81	1.04	3.76 - 7.85
3.0	0.6667	4.31	0.777	2.79 - 5.84

Estimated parameters

alpha : 2.1924

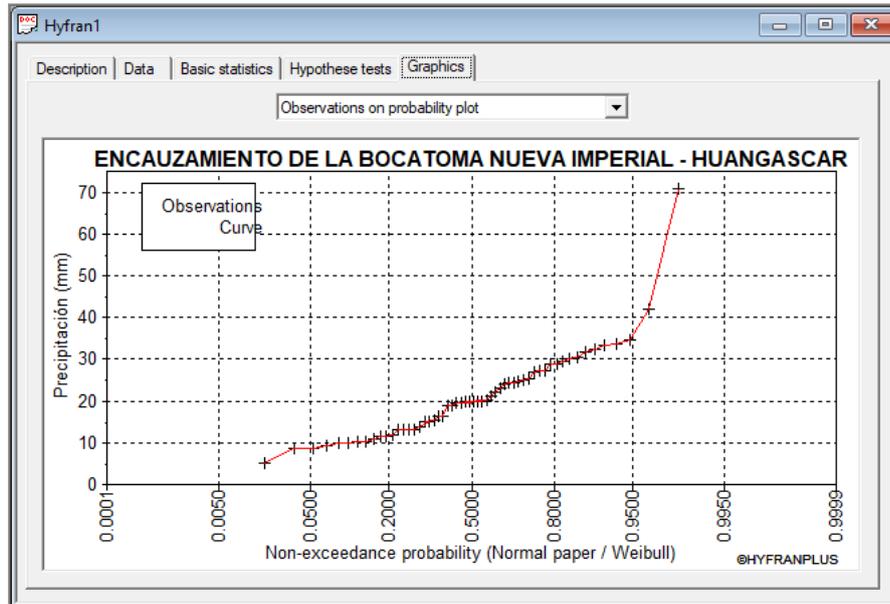
k : -0.110686

u : 2.23143

Confidence level 95 %

q = non-exceedance probability Other return period p.d.f.

ESTACIÓN HUANGASCAR



Graphics | Results | Adequacy | Characteristics

Name of test : Chi-squared test

Project :

Title : ENCAUZAMIENTO DE LA BOCATOMA NUEVA IMPERIAL - HUANGASCAR

Hypotheses

H0 : The underlying distribution of this sample is Gumbel

H1 : The underlying distribution of this sample is not Gumbel

Results

Statistics result : $X^2 = 10.43$

p-value : $p = 0.1636$

Degrees of freedom : 7

Number of classes : 10

Conclusion

We accept H0 at a significance level of 5 %.

Graphics | Results | Adequacy | Characteristics

Project Size 56

Title ENCAUZAMIENTO DE LA BOCATOMA NUEVA IMPERIAL - HUANGASCAR

T	q	XT	Standard	Confidence interval
10000.0	0.9999	92.7	10.9	71.4 - 114
2000.0	0.9995	79.3	9.01	61.7 - 97.0
1000.0	0.9990	73.6	8.22	57.5 - 89.7
500.0	0.9980	67.8	7.42	53.3 - 82.4
200.0	0.9950	60.2	6.37	47.7 - 72.7
100.0	0.9900	54.5	5.58	43.5 - 65.4
50.0	0.9800	48.7	4.79	39.3 - 58.0
20.0	0.9500	40.9	3.75	33.6 - 48.3
10.0	0.9000	35.0	2.97	29.2 - 40.8
5.0	0.8000	28.7	2.20	24.4 - 33.1
3.0	0.6667	23.8	1.66	20.5 - 27.0

Estimated parameters

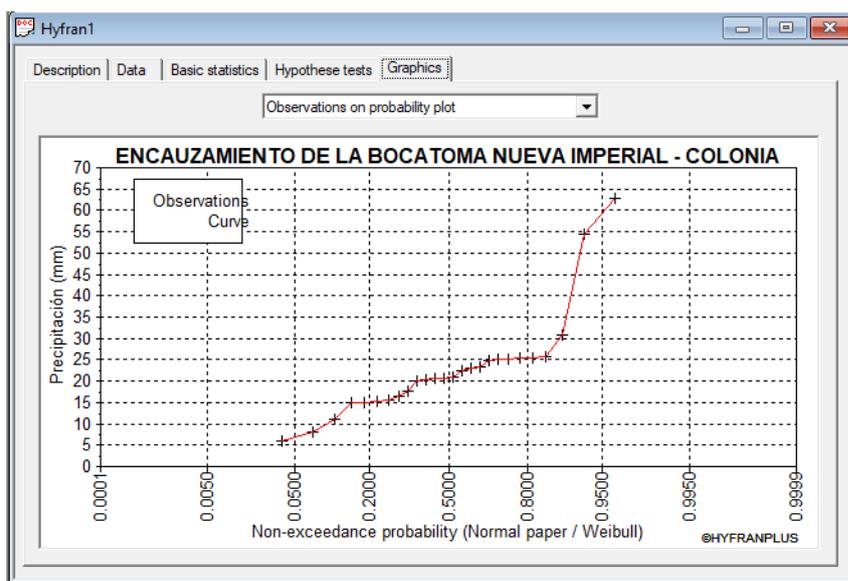
μ : 16.3062

α : 8.29273

Confidence level 95 %

q = non-exceedance probability

ESTACIÓN COLONIA



#6 : Normal (Maximum Likelihood)

Graphics | Results | Adequacy | Discordance | Characteristics

Name of test : Chi-squared test

Project :

Title : ENCAUZAMIENTO DE LA BOCATOMA NUEVA IMPERIAL - COLONIA

Hypotheses

H0 : The underlying distribution of this sample is Normal

H1 : The underlying distribution of this sample is not Normal

Results

Statistics result :

p-value :

Degrees of freedom :

Number of classes :

Conclusion

We accept H0 at a significance level of 5 %.

#6 : Normal (Maximum Likelihood)

Graphics | Results | Adequacy | Discordance | Characteristics

Project Size

Title ENCAUZAMIENTO DE LA BOCATOMA NUEVA IMPERIAL - COLONIA

T	q	XT	Standard	Confidence interval
10000.0	0.9999	67.7	6.80	54.4 - 81.1
2000.0	0.9995	62.6	6.11	50.6 - 74.5
1000.0	0.9990	60.1	5.80	48.8 - 71.5
500.0	0.9980	57.6	5.47	46.8 - 68.3
200.0	0.9950	53.9	5.01	44.1 - 63.7
100.0	0.9900	50.9	4.64	41.8 - 60.0
50.0	0.9800	47.6	4.24	39.3 - 55.9
20.0	0.9500	42.6	3.68	35.4 - 49.9
10.0	0.9000	38.2	3.23	31.9 - 44.6
5.0	0.8000	32.9	2.78	27.5 - 38.4
3.0	0.6667	27.9	2.49	23.1 - 32.8

Estimated parameters

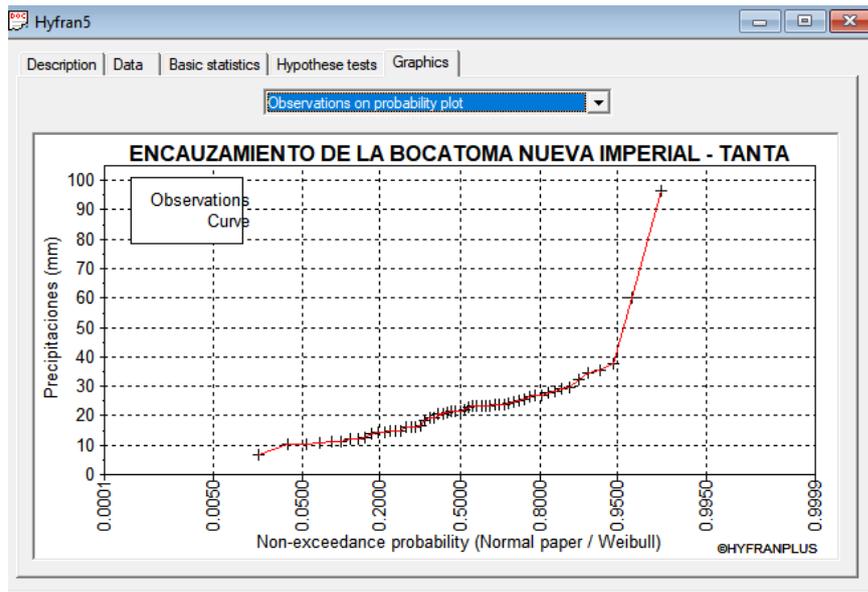
mu :

sigma :

Confidence level

q = non-exceedance probability

ESTACIÓN TANTA



#38 : Lognormal (Maximum Likelihood)

Graphics | Results | Adequacy | Discordance | Characteristics

Project: [] Size: 55

Title: ENCAUZAMIENTO DE LA BOCATOMA NUEVA IMPERIAL - TANTA

T	q	XT	Standard	Confidence interval
10000.0	0.9999	108	18.6	72.0 - 145
2000.0	0.9995	89.5	13.8	62.5 - 117
1000.0	0.9990	81.9	12.0	58.4 - 105
500.0	0.9980	74.4	10.3	54.3 - 94.6
200.0	0.9950	65.0	8.22	48.9 - 81.1
100.0	0.9900	58.1	6.81	44.8 - 71.5
50.0	0.9800	51.5	5.51	40.6 - 62.3
20.0	0.9500	42.8	3.99	35.0 - 50.7
10.0	0.9000	36.4	2.98	30.6 - 42.2
5.0	0.8000	29.9	2.11	25.8 - 34.0
3.0	0.6667	24.9	1.57	21.8 - 27.9

Estimated parameters

mu : 3.02075

sigma : 0.447869

Confidence level: 95 %

q = non-exceedance probability Other return period p.d.f.

#38 : Lognormal (Maximum Likelihood)

Graphics | Results | Adequacy | Discordance | Characteristics

Name of test: Chi-squared test

Project: []

Title: ENCAUZAMIENTO DE LA BOCATOMA NUEVA IMPERIAL - TANTA

Hypotheses

H0: The underlying distribution of this sample is Lognormal

H1: The underlying distribution of this sample is not Lognormal

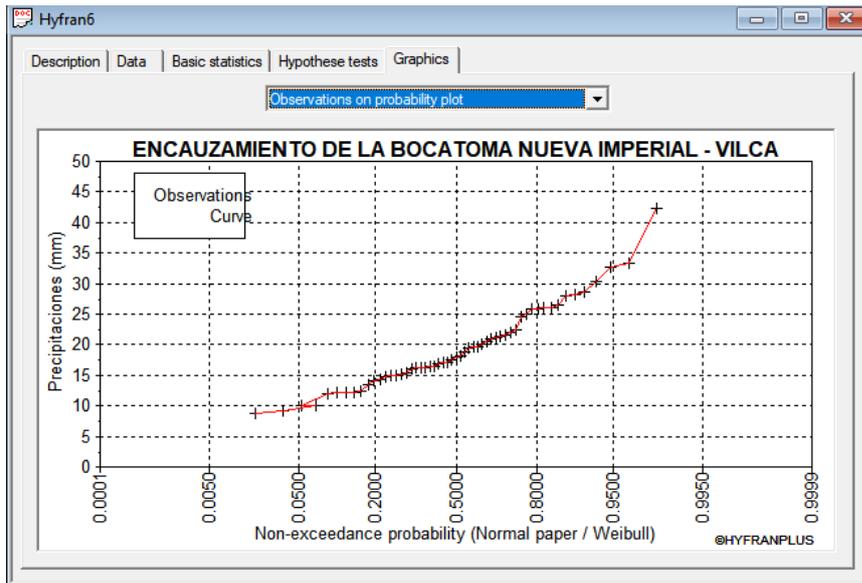
Results

Statistics result :	X ² = 11.60
p-value :	p = 0.0715
Degrees of freedom :	6
Number of classes :	9

Conclusion

We accept H0 at a significance level of 5 %.

ESTACIÓN VILCA



#46 : Inverse Gamma (Maximum Likelihood)

Graphics | Results | Adequacy | Characteristics

Name of test : **Chi-squared test**

Project : _____

Title : ENCAUZAMIENTO DE LA BOCATOMA NUEVA IMPERIAL - VILCA

Hypotheses

H0 : The underlying distribution of this sample is Inverse Gamma

H1 : The underlying distribution of this sample is not Inverse Gamma

Results

Statistics result :	$\chi^2 = 3.09$
p-value :	$p = 0.7974$
Degrees of freedom :	6
Number of classes :	9

Conclusion

We accept H0 at a significance level of 5 %.

#46 : Inverse Gamma (Maximum Likelihood)

Graphics | Results | Adequacy | Characteristics

Project : _____ Size : 55

Title : ENCAUZAMIENTO DE LA BOCATOMA NUEVA IMPERIAL - VILCA

T	q	XT	Standard	Confidence interval
10000.0	0.9999	86.7	32.7	N/D
2000.0	0.9995	70.0	20.1	N/D
1000.0	0.9990	63.6	16.1	N/D
500.0	0.9980	57.5	12.7	32.6 - 82.4
200.0	0.9950	50.1	9.13	32.2 - 68.0
100.0	0.9900	44.8	6.94	31.2 - 58.4
50.0	0.9800	39.8	5.14	29.7 - 49.9
20.0	0.9500	33.5	3.28	27.0 - 39.9
10.0	0.9000	28.9	2.22	24.5 - 33.2
5.0	0.8000	24.4	1.44	21.5 - 27.2
3.0	0.6667	21.0	1.03	18.9 - 23.0

Estimated parameters

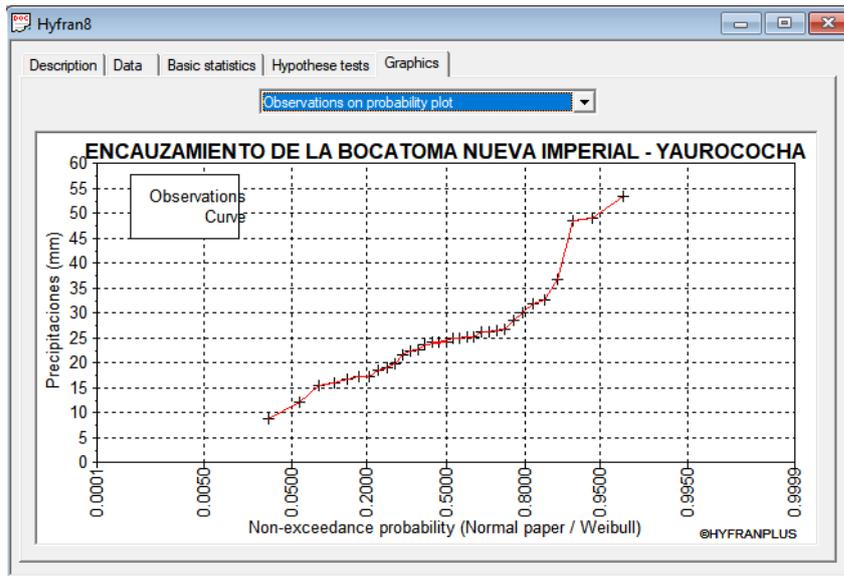
alpha : 153.941

lambda : 8.87584

Confidence level : 95 %

q = non-exceedance probability Other return period p.d.f.

ESTACIÓN YAUROCOCHA



#71 : Inverse Gamma (Maximum Likelihood)

Graphics | Results | Adequacy | Characteristics

Name of test : **Chi-squared test**

Project :

Title : ENCAUZAMIENTO DE LA BOCATOMA NUEVA IMPERIAL - YAUROCOCHA

Hypotheses

H0 : The underlying distribution of this sample is Inverse Gamma

H1 : The underlying distribution of this sample is not Inverse Gamma

Results

Statistics result : $X^2 = 8.45$

p-value : $p = 0.1329$

Degrees of freedom : 5

Number of classes : 8

Conclusion

We accept H0 at a significance level of 5 %.

#71 : Inverse Gamma (Maximum Likelihood)

Graphics | Results | Adequacy | Characteristics

Project Size 33

Title ENCAUZAMIENTO DE LA BOCATOMA NUEVA IMPERIAL - YAUROCOCHA

T	q	XT	Standard	Confidence interval
10000.0	0.9999	137	86.4	N/D
2000.0	0.9995	107	49.7	N/D
1000.0	0.9990	95.6	38.7	N/D
500.0	0.9980	85.2	29.6	N/D
200.0	0.9950	72.7	20.5	N/D
100.0	0.9900	64.1	15.2	N/D
50.0	0.9800	56.0	10.9	34.6 - 77.4
20.0	0.9500	46.1	6.71	33.0 - 59.3
10.0	0.9000	39.1	4.40	30.5 - 47.7
5.0	0.8000	32.3	2.74	27.0 - 37.7
3.0	0.6667	27.4	1.92	23.6 - 31.1

Estimated parameters

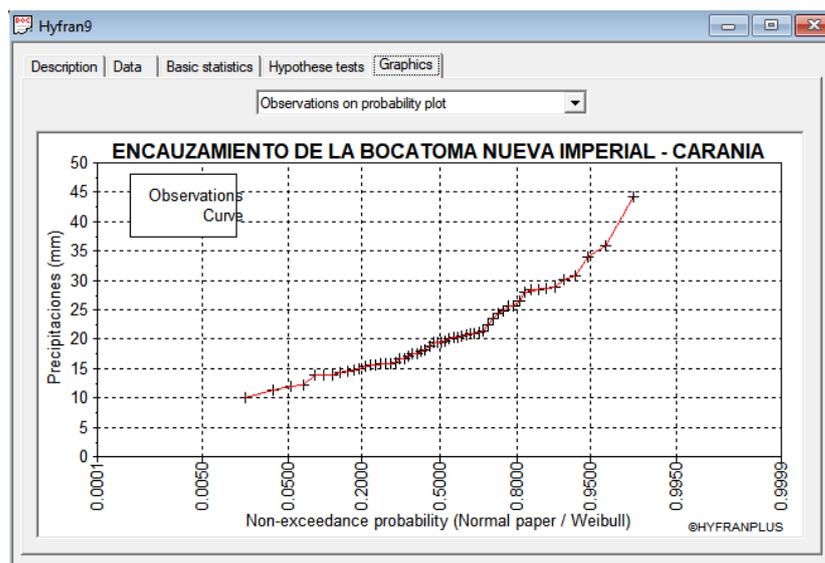
alpha : 163.208

lambda : 7.37329

Confidence level 95 %

q = non-exceedance probability Other return period p.d.f.

ESTACIÓN CARANIA



#79 : Inverse Gamma (Maximum Likelihood)

Graphics | Results | Adequacy | Characteristics

Name of test : Chi-squared test

Project :

Title : ENCAUZAMIENTO DE LA BOCATOMA NUEVA IMPERIAL - CARANIA

Hypotheses

H0 : The underlying distribution of this sample is Inverse Gamma

H1 : The underlying distribution of this sample is not Inverse Gamma

Results

Statistics result :	$\chi^2 = 6.86$
p-value :	$p = 0.4439$
Degrees of freedom :	7
Number of classes :	10

Conclusion

We accept H0 at a significance level of 5 %.

#79 : Inverse Gamma (Maximum Likelihood)

Graphics | Results | Adequacy | Characteristics

Project Size 56

Title ENCAUZAMIENTO DE LA BOCATOMA NUEVA IMPERIAL - CARANIA

T	q	XT	Standard	Confidence interval
10000.0	0.9999	74.5	20.9	N/D
2000.0	0.9995	62.3	13.7	35.4 - 89.2
1000.0	0.9990	57.4	11.3	35.3 - 79.6
500.0	0.9980	52.8	9.17	34.8 - 70.8
200.0	0.9950	46.9	6.84	33.5 - 60.3
100.0	0.9900	42.6	5.35	32.2 - 53.1
50.0	0.9800	38.5	4.09	30.5 - 46.5
20.0	0.9500	33.2	2.73	27.8 - 38.5
10.0	0.9000	29.2	1.91	25.4 - 32.9
5.0	0.8000	25.2	1.28	22.6 - 27.7
3.0	0.6667	22.0	0.951	20.2 - 23.9

Estimated parameters

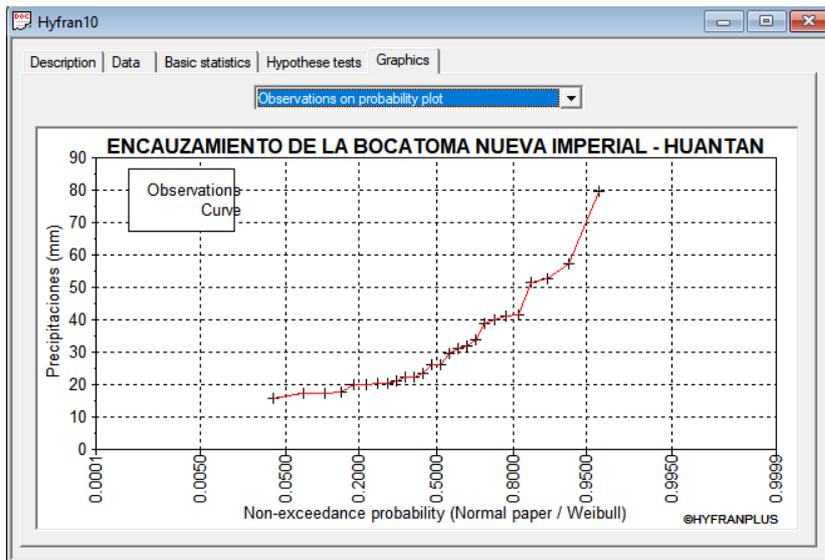
alpha : 210.62

lambda : 11.251

Confidence level 95 %

q = non-exceedance probability Other return period p.d.f.

ESTACIÓN HUANTAN



#87 : Inverse Gamma (Maximum Likelihood)

Graphics | Results | Adequacy | Characteristics

Name of test : **Chi-squared test**

Project : _____

Title : ENCAUZAMIENTO DE LA BOCATOMA NUEVA IMPERIAL - HUANTAN

Hypotheses

H0 : The underlying distribution of this sample is Inverse Gamma

H1 : The underlying distribution of this sample is not Inverse Gamma

Results

Statistics result :	$\chi^2 = 0.92$
p-value :	$p = 0.9212$
Degrees of freedom :	4
Number of classes :	7

Conclusion

We accept H0 at a significance level of 5 %.

#87 : Inverse Gamma (Maximum Likelihood)

Graphics | Results | Adequacy | Characteristics

Project : _____ Size : 26

Title : ENCAUZAMIENTO DE LA BOCATOMA NUEVA IMPERIAL - HUANTAN

T	q	XT	Standard	Confidence interval
10000.0	0.9999	201	181	N/D
2000.0	0.9995	151	96.9	N/D
1000.0	0.9990	133	73.3	N/D
500.0	0.9980	117	54.4	N/D
200.0	0.9950	97.8	36.5	N/D
100.0	0.9900	84.9	26.3	N/D
50.0	0.9800	73.1	18.4	N/D
20.0	0.9500	59.0	10.9	37.7 - 80.3
10.0	0.9000	49.2	6.92	35.7 - 62.8
5.0	0.8000	40.0	4.18	31.8 - 48.2
3.0	0.6667	33.4	2.86	27.8 - 39.0

Estimated parameters

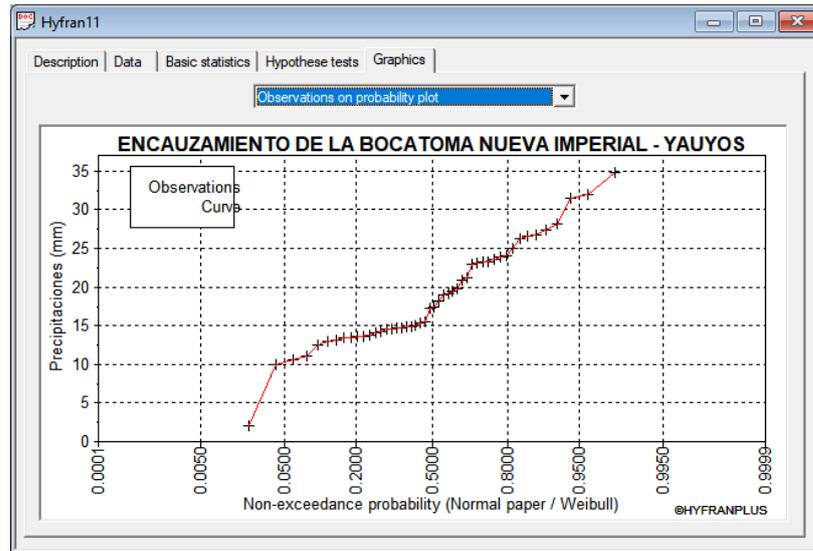
alpha : 167.372

lambda : 6.33908

Confidence level : 95 %

q = non-exceedance probability Other return period p.d.f.

ESTACIÓN YAUYOS



RESUMEN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS PARA UN TIEMPO DE RETORNO DE 100 Y 500 AÑOS

ESTACIÓN METEOROLÓGICA PACARÁN					
TIEMPO DE RETORNO (Tr= 100 años)					
MODELO	q	XT	Estándar	Coeficiente de Intervalo	p-value (p)
GEV (Method of moments)	0.99	15.4	2.52	N/D	0.1633
TIEMPO DE RETORNO (Tr= 500 años)					
MODELO	q	XT	Estándar	Coeficiente de Intervalo	p-value (p)
GEV (Method of moments)	0.998	21.8	9.03	N/D	0.1633

ESTACIÓN METEOROLÓGICA HUANGASCAR					
TIEMPO DE RETORNO (Tr= 100 años)					
MODELO	q	XT	Estándar	Coeficiente de Intervalo	p-value (p)
Gumbel (Method of moments)	0.99	54.5	5.58	43.5 - 65.4	0.1656
Weibull (Method of moments)	0.99	49.6	8.16	33.6 - 65.6	0.1054
Gamma (Method of moments)	0.99	53.3	5.48	42.6 - 64.0	0.0833
TIEMPO DE RETORNO (Tr= 500 años)					
MODELO	q	XT	Estándar	Coeficiente de Intervalo	p-value (p)
Gumbel (Method of moments)	0.998	67.8	7.42	53.3 - 82.4	0.1656
Weibull (Method of moments)	0.998	57.3	10.8	36.1 - 78.4	0.1054
Gamma (Method of moments)	0.998	64.7	7.38	50.2 - 79.1	0.0833

ESTACIÓN METEOROLÓGICA COLONIA					
TIEMPO DE RETORNO (Tr= 100 años)					
MODELO	q	XT	Estándar	Coeficiente de Intervalo	p-value (p)
Normal (Maximum Likelihood)	0.99	50.9	4.64	41.8 - 60.0	0.1169
TIEMPO DE RETORNO (Tr= 500 años)					
MODELO	q	XT	Estándar	Coeficiente de Intervalo	p-value (p)
Normal (Maximum Likelihood)	0.998	57.6	5.47	46.8 - 68.3	0.1169

ESTACIÓN METEOROLÓGICA HUANTÁN					
TIEMPO DE RETORNO (Tr= 100 años)					
MODELO	q	XT	Estándar	Coeficiente de Intervalo	p-value (p)
Lognormal (Maximum Likelihood)	0.99	77.9	12.8	52.7 - 103	0.2644
Pearson type 3 (Method of moments)	0.99	82.8	20.7	N/D	0.0606
Gumbel (Method of moments)	0.99	79.7	11.8	56.5 - 103	0.0611
Inverse Gamma (Maximum Likelihood)	0.99	84.9	26.3	N/D	0.9212
Generalized Gamma (Method of moments)	0.99	82.5	23.5	N/D	0.0606
Exponential (Maximum Likelihood)	0.99	91.1	15.1	61.5 - 121	0.8334
TIEMPO DE RETORNO (Tr= 500 años)					
MODELO	q	XT	Estándar	Coeficiente de Intervalo	p-value (p)
Lognormal (Maximum Likelihood)	0.998	98.8	19.2	61.1 - 136	0.2644
Pearson type 3 (Method of moments)	0.998	103	33.3	N/D	0.0606
Gumbel (Method of moments)	0.998	99.1	15.7	68.2 - 130	0.0611
Inverse Gamma (Maximum Likelihood)	0.998	117	54.4	N/D	0.9212
Generalized Gamma (Method of moments)	0.998	106	48.2	N/D	0.0606
Exponential (Maximum Likelihood)	0.998	118	20.4	77.7 - 158	0.8334

ESTACIÓN METEOROLÓGICA YAUYOS					
TIEMPO DE RETORNO (Tr= 100 años)					
MODELO	q	XT	Estándar	Coefficiente de Intervalo	p-value (p)
Normal (Maximum Likelihood)	0.99	34	1.85	30.4 - 37.6	0.027
Lognormal (Maximum Likelihood)	0.99	48.9	6.11	36.9 - 60.9	0.027
TIEMPO DE RETORNO (Tr= 500 años)					
MODELO	q	XT	Estándar	Coefficiente de Intervalo	p-value (p)
Normal (Maximum Likelihood)	0.998	37.7	2.18	33.4 - 41.9	0.027
Lognormal (Maximum Likelihood)	0.998	62.5	9.21	44.5 - 80.6	0.027

ESTACIÓN METEOROLÓGICA CARANIA					
TIEMPO DE RETORNO (Tr= 100 años)					
MODELO	q	XT	Estándar	Coefficiente de Intervalo	p-value (p)
Normal (Maximum Likelihood)	0.99	36.1	1.74	32.7 - 39.5	0.1482
Lognormal (Maximum Likelihood)	0.99	40.1	3.19	33.8 - 46.3	0.2527
3-parameter lognormal (Method of moments)	0.99	41.5	5.77	30.2 - 52.8	0.1736
Pearson type 3 (Method of moments)	0.99	41.5	5.05	31.6 - 51.4	0.0741
Log-Pearson type 3 (Method of moments)	0.99	41.2	5.68	30.1 - 52.3	0.0741
Gumbel (Method of moments)	0.99	41.6	3.52	34.7 - 48.5	0.2793
Gamma (Method of moments)	0.99	39.3	2.75	33.9 - 44.7	0.3389
Inverse Gamma (Maximum Likelihood)	0.99	42.6	5.35	32.2 - 53.1	0.4439
GEV (Method of moments)	0.99	41.6	26.3	N/D	0.1947
Weibull (Method of moments)	0.99	35.9	2.93	30.2 - 41.7	0.1054
TIEMPO DE RETORNO (Tr= 500 años)					
MODELO	q	XT	Estándar	Coefficiente de Intervalo	p-value (p)
Normal (Maximum Likelihood)	0.998	39.8	2.05	35.8 - 43.8	0.1482
Lognormal (Maximum Likelihood)	0.998	47.5	4.46	38.7 - 56.2	0.2527
3-parameter lognormal (Method of moments)	0.998	50	10.2	N/D	0.1736
Pearson type 3 (Method of moments)	0.998	49.2	7.82	33.8 - 64.5	0.0741
Log-Pearson type 3 (Method of moments)	0.998	49.6	10.6	N/D	0.0741
Gumbel (Method of moments)	0.998	50	4.68	40.8 - 59.2	0.2793
Gamma (Method of moments)	0.998	45.2	3.57	38.2 - 52.2	0.3389
Inverse Gamma (Maximum Likelihood)	0.998	52.8	9.17	34.8 - 70.8	0.4439
GEV (Method of moments)	0.998	50.1	55.1	N/D	0.1947
Weibull (Method of moments)	0.998	39.3	3.55	32.3 - 46.2	0.1054

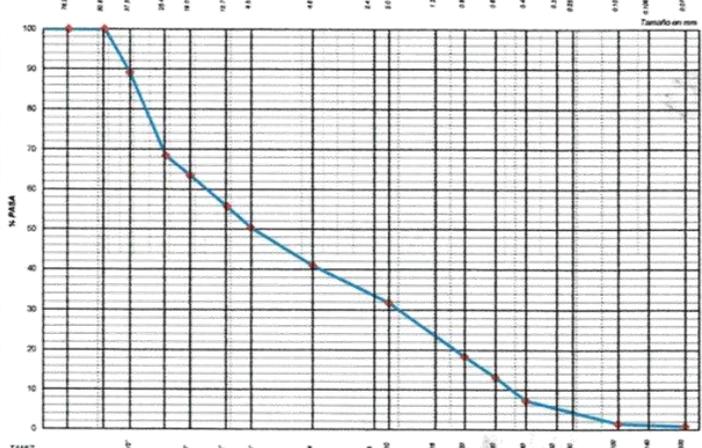
ESTACIÓN METEOROLÓGICA YAURCOCHA					
TIEMPO DE RETORNO (Tr= 100 años)					
MODELO	q	XT	Estándar	Coefficiente de Intervalo	p-value (p)
Normal (Maximum Likelihood)	0.99	48.4	3.36	41.8 - 55.0	0.0648
Gamma (Method of moments)	0.99	53.9	5.76	42.6 - 65.2	0.1115
Inverse Gamma (Maximum Likelihood)	0.99	64.1	15.2	N/D	0.1329
Waibull (Method of moments)	0.99	49.5	5.99	37.7 - 61.2	0.187
TIEMPO DE RETORNO (Tr= 100 años)					
MODELO	q	XT	Estándar	Coefficiente de Intervalo	p-value (p)
Normal (Maximum Likelihood)	0.998	53.9	3.96	46.1 - 61.6	0.0648
Gamma (Method of moments)	0.998	63.3	7.56	48.4 - 78.1	0.1115
Inverse Gamma (Maximum Likelihood)	0.998	85.2	29.6	N/D	0.1329
Waibull (Method of moments)	0.998	55.1	7.4	40.6 - 69.6	0.187

ESTACIÓN METEOROLÓGICA TANTA					
TIEMPO DE RETORNO (Tr= 100 años)					
MODELO	q	XT	Estándar	Coefficiente de Intervalo	p-value (p)
Lognormal (Maximum Likelihood)	0.99	58.1	6.81	44.8 - 71.5	0.0715
TIEMPO DE RETORNO (Tr= 500 años)					
MODELO	q	XT	Estándar	Coefficiente de Intervalo	p-value (p)
Lognormal (Maximum Likelihood)	0.998	74.4	10.3	54.3 - 94.6	0.0715

ESTACIÓN METEOROLÓGICA VILCA					
TIEMPO DE RETORNO (Tr= 100 años)					
MODELO	q	XT	Estándar	Coeficiente de Intervalo	p-value (p)
Normal (Maximum Likelihood)	0.99	35.2	1.77	31.8 - 38.7	0.1408
Lognormal (Maximum Likelihood)	0.99	40.7	3.65	33.6 - 47.9	0.7548
3-parameter lognormal (Method of moments)	0.99	39.7	4.98	30.0 - 49.5	0.1962
Pearson type 3 (Method of moments)	0.99	39.6	4.48	30.8 - 48.4	0.3356
Log-Pearson type 3 (Method of moments)	0.99	39.4	4.71	30.2 - 48.6	0.3711
Gumbel (Method of moments)	0.99	40.7	3.59	33.7 - 47.8	0.5792
Gamma (Method of moments)	0.99	38.6	2.9	32.9 - 44.3	0.2381
Inverse Gamma (Maximum Likelihood)	0.99	44.8	6.94	31.2 - 58.4	0.7974
Gev (Method of moments)	0.99	39.8	4.74	30.6 - 49.1	0.2447
Weibull (Method of moments)	0.99	35.3	2.8	29.9 - 40.8	0.3192
Generalized Gamma (Method of moments)	0.99	39.7	4.88	30.1 - 49.3	0.3711
TIEMPO DE RETORNO (Tr= 500 años)					
MODELO	q	XT	Estándar	Coeficiente de Intervalo	p-value (p)
Normal (Maximum Likelihood)	0.998	39	2.09	34.9 - 43.1	0.1408
Lognormal (Maximum Likelihood)	0.998	49.2	5.19	39.0 - 59.4	0.7548
3-parameter lognormal (Method of moments)	0.998	47.2	8.36	30.9 - 63.6	0.1962
Pearson type 3 (Method of moments)	0.998	46.6	6.79	33.3 - 59.9	0.3356
Log-Pearson type 3 (Method of moments)	0.998	46.6	8.61	N/D	0.3711
Gumbel (Method of moments)	0.998	49.3	4.78	39.9 - 58.6	0.5792
Gamma (Method of moments)	0.998	44.7	3.77	37.3 - 52.1	0.2381
Inverse Gamma (Maximum Likelihood)	0.998	57.5	12.7	32.6 - 82.4	0.7974
Gev (Method of moments)	0.998	47.1	8.36	N/D	0.2447
Weibull (Method of moments)	0.998	38.9	3.41	32.2 - 45.6	0.3192
Generalized Gamma (Method of moments)	0.998	47.1	8.48	N/D	0.3711

ANEXO 4
ESTUDIO GEOTÉCNICO

LABORATORIO DE SUELOS

	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913/D6913M - 17 / ASTM D1140-17																																																																																																																																																		
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO																																																																																																																																																			
Proyecto : Predimensionamiento de Dique de Encauzamiento Cliente : Dante Lopez Ubicación Proyecto : Bocatoma Nueva Imperial - Cañete Material : Propio Coordenadas : E (m) = _____ N (m) = _____	Muestra : Calicata N°01 Fecha muestreo : 8-Jul-20 Muestreado por : Dante Lopez Profundidad : 0.00 hasta 3.00																																																																																																																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Tamaño Tamiz</th> <th>Masa Reten. Acumulado (g)</th> <th>% Retenido</th> <th>% Pasa</th> <th>Especific.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>8"</td><td>0</td><td>0.0</td><td>100.0</td><td></td></tr> <tr><td>7"</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>100.0</td><td></td></tr> <tr><td>6"</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>100.0</td><td></td></tr> <tr><td>4"</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>100.0</td><td></td></tr> <tr><td>3"</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>100.0</td><td></td></tr> <tr><td>2"</td><td>0</td><td>0.0</td><td>100.0</td><td></td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>2587</td><td>10.8</td><td>89.2</td><td></td></tr> <tr><td>1"</td><td>7564</td><td>31.6</td><td>68.4</td><td></td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>8752</td><td>36.5</td><td>63.5</td><td></td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>10616</td><td>44.3</td><td>55.7</td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>11882</td><td>49.6</td><td>50.4</td><td></td></tr> <tr><td>No. 4</td><td>14160</td><td>59.1</td><td>40.9</td><td></td></tr> <tr><td>No. 8</td><td>0.0</td><td>59.1</td><td>40.9</td><td></td></tr> <tr><td>No. 10</td><td>312.0</td><td>68.2</td><td>31.8</td><td></td></tr> <tr><td>No. 16</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>No. 20</td><td>769.9</td><td>81.6</td><td>18.4</td><td></td></tr> <tr><td>No. 30</td><td>949.9</td><td>86.8</td><td>13.2</td><td></td></tr> <tr><td>No. 40</td><td>1153.6</td><td>92.8</td><td>7.2</td><td></td></tr> <tr><td>No. 60</td><td>1290.4</td><td>96.8</td><td>3.2</td><td></td></tr> <tr><td>No. 100</td><td>1352.2</td><td>98.6</td><td>1.4</td><td></td></tr> <tr><td>No. 140</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>No. 200</td><td>1374.0</td><td>99.2</td><td>0.8</td><td></td></tr> <tr><td>Platillo</td><td>1374.5</td><td>99.2</td><td>0.8</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Tamaño Tamiz	Masa Reten. Acumulado (g)	% Retenido	% Pasa	Especific.	8"	0	0.0	100.0		7"	0.0	0.0	100.0		6"	0.0	0.0	100.0		4"	0.0	0.0	100.0		3"	0.0	0.0	100.0		2"	0	0.0	100.0		1 1/2"	2587	10.8	89.2		1"	7564	31.6	68.4		3/4"	8752	36.5	63.5		1/2"	10616	44.3	55.7		3/8"	11882	49.6	50.4		No. 4	14160	59.1	40.9		No. 8	0.0	59.1	40.9		No. 10	312.0	68.2	31.8		No. 16					No. 20	769.9	81.6	18.4		No. 30	949.9	86.8	13.2		No. 40	1153.6	92.8	7.2		No. 60	1290.4	96.8	3.2		No. 100	1352.2	98.6	1.4		No. 140					No. 200	1374.0	99.2	0.8		Platillo	1374.5	99.2	0.8		<p>Cantidad de suelo que pasa el tamiz N° 4 (Compactación):</p> <p>Condiciones de Secado y Lavado del suelo Retenido en la malla N° 4 Secado a 110 °C sin lavar</p> <p>Condiciones de Secado y Lavado de la fracción de suelo que pasa la malla N°4 Secado a 110 °C despues de lavado</p> <p>Corrección del suelo húmedo</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Masa suelo Húmedo que pasa (kg) <3"</td><td>24635.0</td></tr> <tr><td>Masa suelo seco que pasa (kg) <3"</td><td>23978.0</td></tr> <tr><td>Masa suelo seco retenido (kg) >3"</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>Masa suelo seco total (kg)</td><td>23978.0</td></tr> <tr><td>Masa Suelo Seco <3" (g)</td><td>23968.0</td></tr> </table> <p>Distribución de los porcentajes del suelo seco</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>OVER</th> <th>GRAVAS</th> <th>ARENAS</th> <th>FINOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.0</td> <td>59.1</td> <td>40.1</td> <td>0.8</td> </tr> </tbody> </table> <p>Porcentajes del suelo seco con fines de clasificación ASTM D2488 - 17</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>-</th> <th>GRAVAS</th> <th>ARENAS</th> <th>FINOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-</td> <td>59.1</td> <td>40.1</td> <td>0.8</td> </tr> </tbody> </table>	Masa suelo Húmedo que pasa (kg) <3"	24635.0	Masa suelo seco que pasa (kg) <3"	23978.0	Masa suelo seco retenido (kg) >3"	0.0	Masa suelo seco total (kg)	23978.0	Masa Suelo Seco <3" (g)	23968.0	OVER	GRAVAS	ARENAS	FINOS	0.0	59.1	40.1	0.8	-	GRAVAS	ARENAS	FINOS	-	59.1	40.1	0.8
Tamaño Tamiz	Masa Reten. Acumulado (g)	% Retenido	% Pasa	Especific.																																																																																																																																															
8"	0	0.0	100.0																																																																																																																																																
7"	0.0	0.0	100.0																																																																																																																																																
6"	0.0	0.0	100.0																																																																																																																																																
4"	0.0	0.0	100.0																																																																																																																																																
3"	0.0	0.0	100.0																																																																																																																																																
2"	0	0.0	100.0																																																																																																																																																
1 1/2"	2587	10.8	89.2																																																																																																																																																
1"	7564	31.6	68.4																																																																																																																																																
3/4"	8752	36.5	63.5																																																																																																																																																
1/2"	10616	44.3	55.7																																																																																																																																																
3/8"	11882	49.6	50.4																																																																																																																																																
No. 4	14160	59.1	40.9																																																																																																																																																
No. 8	0.0	59.1	40.9																																																																																																																																																
No. 10	312.0	68.2	31.8																																																																																																																																																
No. 16																																																																																																																																																			
No. 20	769.9	81.6	18.4																																																																																																																																																
No. 30	949.9	86.8	13.2																																																																																																																																																
No. 40	1153.6	92.8	7.2																																																																																																																																																
No. 60	1290.4	96.8	3.2																																																																																																																																																
No. 100	1352.2	98.6	1.4																																																																																																																																																
No. 140																																																																																																																																																			
No. 200	1374.0	99.2	0.8																																																																																																																																																
Platillo	1374.5	99.2	0.8																																																																																																																																																
Masa suelo Húmedo que pasa (kg) <3"	24635.0																																																																																																																																																		
Masa suelo seco que pasa (kg) <3"	23978.0																																																																																																																																																		
Masa suelo seco retenido (kg) >3"	0.0																																																																																																																																																		
Masa suelo seco total (kg)	23978.0																																																																																																																																																		
Masa Suelo Seco <3" (g)	23968.0																																																																																																																																																		
OVER	GRAVAS	ARENAS	FINOS																																																																																																																																																
0.0	59.1	40.1	0.8																																																																																																																																																
-	GRAVAS	ARENAS	FINOS																																																																																																																																																
-	59.1	40.1	0.8																																																																																																																																																
	<p>Clasificación SUCS: GP</p> <p>Nombre de Grupo: Grava mal gradada con arena</p> <p>Contenido de humedad de la fracción de Suelo seco que pasael tamiz: N° 4 % de suelo seco que pasa el tamiz N°200</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>N° Tara</th> <th>T-1</th> <th>N° Tara</th> <th>T-1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Masa Humedo + Tara</td> <td>1525.5</td> <td>Masa Seco + Tara</td> <td>1502.6</td> </tr> <tr> <td>Masa Seco + Tara</td> <td>1502.6</td> <td>M. Seco Lavado +Tara</td> <td>1475.7</td> </tr> <tr> <td>Masa de Tara</td> <td>101.2</td> <td>Masa de Tara</td> <td>101.2</td> </tr> <tr> <td>Masa del Agua</td> <td>22.9</td> <td>Suelo Seco < N° 200 (g)</td> <td>26.9</td> </tr> <tr> <td>Masa Seco</td> <td>1401.4</td> <td>Suelo Seco > N° 200 (g)</td> <td>1374.5</td> </tr> <tr> <td>Cont. de humedad %</td> <td>1.6</td> <td>Suelo Seco < N° 200 (%)</td> <td>0.8</td> </tr> </tbody> </table>	N° Tara	T-1	N° Tara	T-1	Masa Humedo + Tara	1525.5	Masa Seco + Tara	1502.6	Masa Seco + Tara	1502.6	M. Seco Lavado +Tara	1475.7	Masa de Tara	101.2	Masa de Tara	101.2	Masa del Agua	22.9	Suelo Seco < N° 200 (g)	26.9	Masa Seco	1401.4	Suelo Seco > N° 200 (g)	1374.5	Cont. de humedad %	1.6	Suelo Seco < N° 200 (%)	0.8																																																																																																																						
N° Tara	T-1	N° Tara	T-1																																																																																																																																																
Masa Humedo + Tara	1525.5	Masa Seco + Tara	1502.6																																																																																																																																																
Masa Seco + Tara	1502.6	M. Seco Lavado +Tara	1475.7																																																																																																																																																
Masa de Tara	101.2	Masa de Tara	101.2																																																																																																																																																
Masa del Agua	22.9	Suelo Seco < N° 200 (g)	26.9																																																																																																																																																
Masa Seco	1401.4	Suelo Seco > N° 200 (g)	1374.5																																																																																																																																																
Cont. de humedad %	1.6	Suelo Seco < N° 200 (%)	0.8																																																																																																																																																
<p>Observaciones: Muestra provista e identificada por el cliente</p> <p>Prohibida la reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización correspondiente.</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Cumple con EE.TT</td> <td>SI</td> <td></td> </tr> <tr> <td>No Cumple con EE.TT</td> <td>NO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>No Aplica</td> <td>N/A</td> <td>X</td> </tr> </table>	Cumple con EE.TT	SI		No Cumple con EE.TT	NO		No Aplica	N/A	X																																																																																																																																									
Cumple con EE.TT	SI																																																																																																																																																		
No Cumple con EE.TT	NO																																																																																																																																																		
No Aplica	N/A	X																																																																																																																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;"> ELABORADO Nombre: Luis Palomino Firma:  :D 03 M 08 :A 20 </td> <td style="width: 33%;"> REVISADO Nombre: Gustavo Paredes Firma:  :D 03 M 08 :A 2020 </td> <td style="width: 33%;"> APROBADO Nombre: Firma: :D :M :A </td> </tr> </table>	ELABORADO Nombre: Luis Palomino Firma:  :D 03 M 08 :A 20	REVISADO Nombre: Gustavo Paredes Firma:  :D 03 M 08 :A 2020	APROBADO Nombre: Firma: :D :M :A																																																																																																																																																
ELABORADO Nombre: Luis Palomino Firma:  :D 03 M 08 :A 20	REVISADO Nombre: Gustavo Paredes Firma:  :D 03 M 08 :A 2020	APROBADO Nombre: Firma: :D :M :A																																																																																																																																																	



**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D4959 - 16 / ASTM D2216 - 19**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

Proyecto	: Predimensionamiento de Dique de Encauzamiento		
Cliente	: Dante Lopez	Muestra	: Calicata N°01
Ubicación Proyecto	: Bocatoma Nueva Imperial - Cañete	Fecha muestreo:	: 8-Jul-20
Material	: Propio	Muestreado por:	: Dante Lopez
Coordenadas	: E (m) = _____	N (m) = _____	ota (m s.n.m) : 0.00 hasta 3.00

Condiciones de Secado:	60° C	100° C (X)	Método :	Horno (O) (X)	Microonda (M)
-------------------------------	-------	------------	-----------------	-----------------	-----------------

Profundidad (m)	-			
Muestra o ensayo	< 3"			
Recipiente N°	T-14			
Mr + Mh (g) (A)	5401			
Mr + Ms (g) (B)	5270			
Mr (g) (C)	497			
M. Agua (g) (D = A - B)	131			
Ms (g) (E = B - C)	4773			
% Humedad <3" ((D/E) * 100)	2.7			
CLASIFICACIÓN SUCS	GP	PROMEDIO =	2.7	

Observaciones: Muestra provista e identificada por el cliente
Prohibida la reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización correspondiente.

Condiciones de Secado:	60° C	100° C (X)	Método :	Horno (O) (X)	Microonda (M)
-------------------------------	-------	------------	-----------------	-----------------	-----------------

Profundidad (m)				
Muestra o ensayo				
Recipiente N°				
Mr + Mh (g) (A)				
Mr + Ms (g) (B)				
Mr (g) (C)				
M. Agua (g) (D = A - B)				
Ms (g) (E = B - C)				
% Humedad <3" ((D/E) * 100)				
CLASIFICACION SUCS				

Observaciones: Muestra provista e identificada por el cliente
Humedad Ponderada (H_p): 2.7%

Leyenda: *Mr= Masa del Recipiente *Mh= Masa Húmedo *Ms= Masa Seca

ELABORADO	D: 03	REVISADO	D: 03	APROBADO	D:
Nombre: Luis Palomino	M: 08	Nombre: Gustavo Barrios	M: 08	Nombre:	M:
Firma:	A: 20	Firma:	A: 2020	Firma:	A:

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

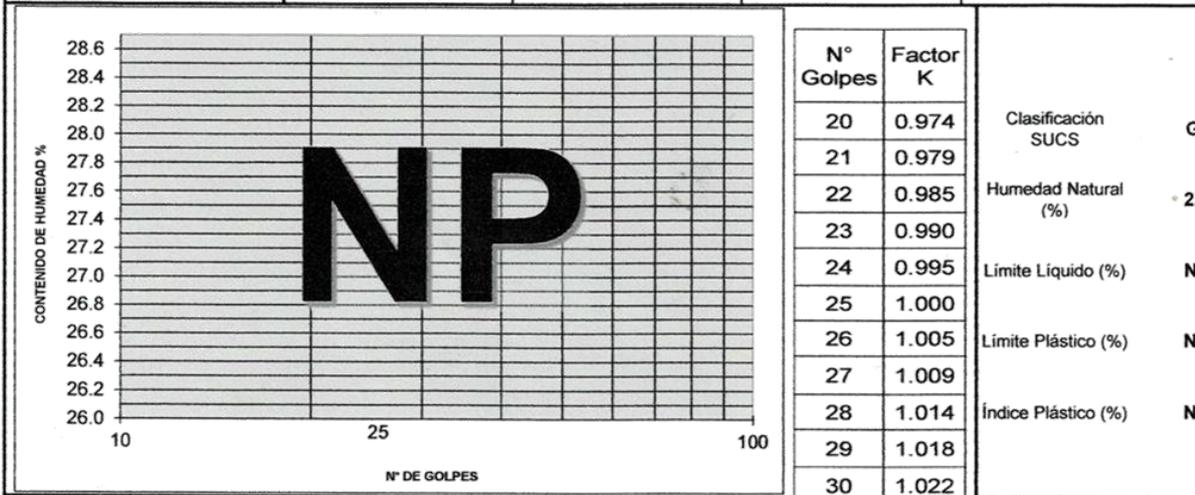
Proyecto	: Predimensionamiento de Dique de Encauzamiento	Muestra	: Calicata N°01
Cliente	: Dante Lopez	Fecha muestreo	: 8-07-2020
Ubicación Proyecto	: Bocatoma Nueva Imperial - Cañete	Muestreado por	: Dante Lopez
Material	: Propio	Cota (m s.n.m)	: 0.00 hasta 3.00
Coordenadas E (m) =	_____	N (m) =	_____

LÍMITE LÍQUIDO

Muestra o ensayo			
N° de Golpes			
Recipiente N°			
Mr + Mh (g)		NL	
Mr + Ms (g)			
M. Agua (g)			
Mr (g)			
Ms (g)			
% de Humedad			

LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente N°			
Mr + Mh (g)		NP	
Mr + Ms (g)			
M. Agua (g)			
Mr (g)			
Ms (g)			
% de Humedad			
Promedio Límite Plástico (LP)			


Observaciones: Muestra provista e identificada por el cliente

Prohibida la reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización correspondiente.

Cumple con EE.TT	SI	
No Cumple con EE.TT	NO	
No Aplica	N/A	X

Masa del Recipiente (Mr)	TEMPERATURA DE SECADO		AGUA USADA	
Masa Húmedo (Mh)	Preparación de la Muestra 20° C	AMBIENTE (X)	DESTILADA	OTRA
Masa Seco (Ms)	Contenido de Humedad 60° C (X)	110° C	POTABLE (X)	

ELABORADO		REVISADO		APROBADO	
Nombre: Luis Palomino	D: 03 M: 08	Nombre: Gustavo Barnes	D: 03 M: 08	Nombre:	D:
Firma:	A: 20	Firma:	A: 2020	Firma:	A:



**DENSIDAD, GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE
AGREGADO GRUESO
ASTM C127 - 15**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

Proyecto	: = Granulometría <3"ID8	Muestra	: Calicata N°01
Ciente	: Dante Lopez	Fecha muestreo:	: 8-07-2020
Ubicación Proyecto	: Bocatoma Nueva Imperial - Cañete	Muestreado por:	: Dante Lopez
Material	: Propio	Cota (m s.n.m):	: 0.00 hasta 3.00
Coordenadas E (m) =	_____	N (m) =	_____

Partículas < 3" pulg > N°4

N° Bandeja		M - 1	M - 2
Agregado Saturado Superficial Seco + Tara (g)		3505	3510
Agregado Seco + Tara (g)		3490	3494
Masa de Tara (g)		495	495
Agregado Saturado Superficial Seco (g)	B	3010	3015
Agregado Seco (g)	A	2995	2999
Agregado + Canastilla sumergida (g)		2762	2764
Masa Canastilla sumergida (g)		869	869
Agregado Saturado Sumergido (g)	C	1893	1895
Temperatura del Agua ° C		24	24
Factor de Corrección		1	1
Gravedad Específica (Densidad Relativa Aparente)	(G _s) (A / (A-C))	2.717	2.716
Gravedad Específica (Densidad Relativa SSS)	(B / (B-C))	2.694	2.691
Gravedad Específica (Densidad Relativa)	(A / (B-C))	2.681	2.677
Absorción	((B - A) / A) *100	0.5	0.5
Densidad Seca (OD) (kg/m ³)	997.5 A/(B-C)	2674.0	2670.4
Densidad Saturado Superficial Seco (SSD) (kg/m ³)	997.5 B/(B-C)	2687.4	2684.6
Densidad Aparente (kg/m ³)	997.5 A/(A-C)	2710.4	2709.1

Observaciones: Muestra provista e identificada por el cliente
Prohibida la reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización correspondiente.

ELABORADO	D: 03	REVISADO	D: 03	APROBADO	D:
Nombre: Luis Palomino	M: 08	Nombre: Gustavo Barrios	M: 08	Nombre:	M:
Firma: <i>[Firma]</i>	A: 20	Firma: <i>[Firma]</i>	A: 2020	Firma:	A:

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

Proyecto	: Predimensionamiento de Dique de Encauzamiento	Muestra	: Calicata N°01
Cliente	: Dante Lopez	Fecha muestreo	: 8-07-2020
Ubicación Proyecto	: Bocatoma Nueva Imperial - Cañete	Muestreado por	: Dante Lopez
Material	: Propio	Cota (m s.n.m)	: 0.00 hasta 3.00
Coordenadas E (m) =	_____ N (m) = _____		

Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids By Water Pycnometer (ASTM D854 - 14)

Coeficiente de Temperatura del agua (K)	0.9991
Densidad del agua (g/ml)	0.997300
Metodo utilizado	A
El material pasante 100% por el tamiz (N°)	4
Temperatura Secado de la muestra en horno	110 ± 5° C
Temperatura del agua desairada para rellenar el picnómetro + material (° C)	24.0
Metodo de desaireado del agua para realizar el ensayo	Ebullición
Metodo de desaireado del material en el picnometro + agua	2h (Ebullición)

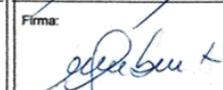
Ensayo		Fiola N°01	Fiola N°02	Promedio
A	Masa del picnómetro + el agua (g)	639.53	650.53	
B	Masa del material + Agua + Picnómetro (g)	670.21	681.22	
C	Masa del material seco en el horno (110 +/- 5° C) (g)	50.25	50.13	
D	Vol. de la masa (A-(B-C)) (g)	18.22	18.10	
	P. del picnómetro + agua (corregido por temp.)	638.18	649.19	
	P.E. Aparente (Base Seca) (C/D)	2.757	2.770	
	Gravedad especifica corregida a 20° C (G ₂)	2.755	2.767	

Observaciones : *Muestra provista e identificada por el cliente*

Prohibida la reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización correspondiente.

CÁLCULO DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL SUELO (G_s)

$$G_{s\ prom} = \frac{1}{\frac{R}{100 \cdot G_1 @ 20^\circ c} + \frac{P}{100 \cdot G_2 @ 20^\circ}} = 2.735$$

ELABORADO		REVISADO		APROBADO	
Nombre:	Luis Palomino	Nombre:	Gustavo Sanchez	Nombre:	
Firma:		Firma:		Firma:	
D:	03	D:	03	D:	
M:	08	M:	08	M:	
A:	20	A:	2020	A:	

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS

Proyecto	: Predimensionamiento de Dique de Encauzamiento	Muestra	: Calicata N°01
Cliente	: Independiente	Fecha muestreo	: 8-Jul-20
Ubicación Proyecto	: Bocatoma Nueva Imperial - Cafiete	Muestreado por	: _____
Material	: Propio	Profundidad	: 0.00 hasta 3.00
Coordenadas	: E (m) = _____ N (m) = _____		

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial	: 24.0	mm	Altura Inicial	: 24.0	mm	Altura Inicial	: 24.0	mm
Lado de caja	: 60.7	mm	Lado de caja	: 60.7	mm	Lado de caja	: 60.7	mm
Area Inicial	: 28.9	cm ²	Area Inicial	: 28.9	cm ²	Area Inicial	: 28.9	cm ²
Densidad Seca	: 1.794	gr/cm ³	Densidad Seca	: 1.794	gr/cm ³	Densidad Seca	: 1.795	gr/cm ³
Humedad Inic.	: 1.7	%	Humedad Inic.	: 1.7	%	Humedad Inic.	: 1.7	%
Esf. Normal	: 0.51	kg/cm ²	Esf. Normal	: 1.01	kg/cm ²	Esf. Normal	: 2.03	kg/cm ²
Esf. Corte	: 0.34	kg/cm ²	Esf. Corte	: 0.62	kg/cm ²	Esf. Corte	: 1.20	kg/cm ²

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)	Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)	Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.10	0.24	0.41	0.23	0.29	0.41	0.48	0.30
0.82	0.12	0.29	0.82	0.30	0.38	0.82	0.63	0.39
1.24	0.18	0.45	1.24	0.35	0.44	1.24	0.71	0.44
1.65	0.19	0.48	1.65	0.44	0.54	1.65	0.79	0.49
2.47	0.23	0.57	2.47	0.47	0.58	2.47	0.89	0.54
3.30	0.27	0.65	3.30	0.52	0.63	3.30	0.98	0.59
4.12	0.27	0.66	4.12	0.53	0.64	4.12	1.08	0.65
4.94	0.28	0.68	4.94	0.58	0.69	4.94	1.11	0.66
5.77	0.31	0.73	5.77	0.57	0.68	5.77	1.15	0.68
6.59	0.32	0.75	6.59	0.60	0.70	6.59	1.17	0.69
7.42	0.32	0.76	7.42	0.60	0.70	7.42	1.17	0.68
8.24	0.33	0.76	8.24	0.60	0.69	8.24	1.18	0.68
9.06	0.34	0.77	9.06	0.60	0.68	9.06	1.19	0.68
9.89	0.33	0.74	9.89	0.62	0.70	9.89	1.20	0.68
10.71	0.31	0.71	10.71	0.60	0.67	10.71	1.20	0.68
11.54	0.30	0.67	11.54	0.62	0.69	11.54	1.19	0.66
12.36	0.31	0.69	12.36	0.61	0.68	12.36	1.20	0.66
13.18	0.29	0.64	13.18	0.62	0.68	13.18	1.17	0.64
14.01	0.29	0.64	14.01	0.59	0.64	14.01	1.18	0.64
14.83	0.29	0.63	14.83	0.61	0.65	14.83	1.15	0.62
15.66	0.28	0.60	15.66	0.61	0.64	15.66	1.20	0.64
16.48	0.29	0.62	16.48	0.61	0.64	16.48	1.20	0.63

Observaciones : Muestra provista e identificada por el cliente

Prohibida la reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización correspondiente.

ELABORADO	D: 03	REVISADO	D: 03	APROBADO	D:
Nombre: <i>Luis Padomino</i>	M: 08	Nombre: <i>Gustavo Bonnes</i>	M: 08	Nombre:	M:
Firma: <i>[Firma]</i>	A: 20	Firma: <i>[Firma]</i>	A: 2020	Firma:	A:

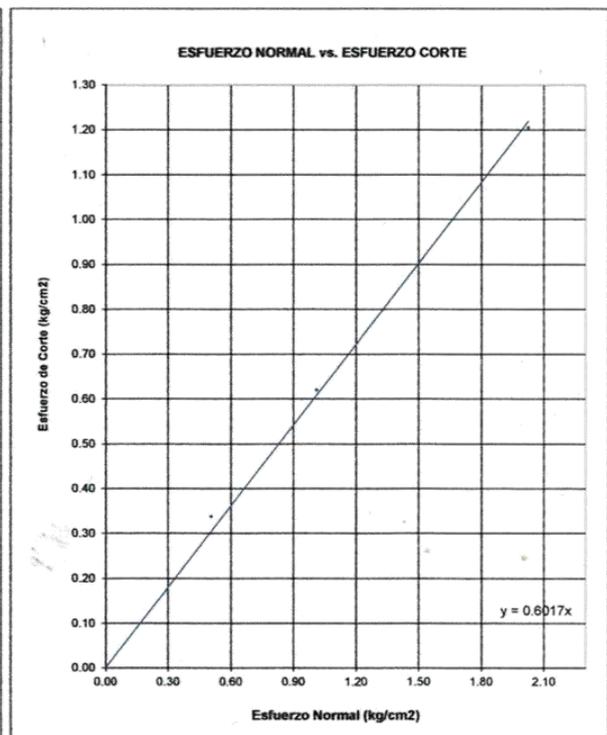
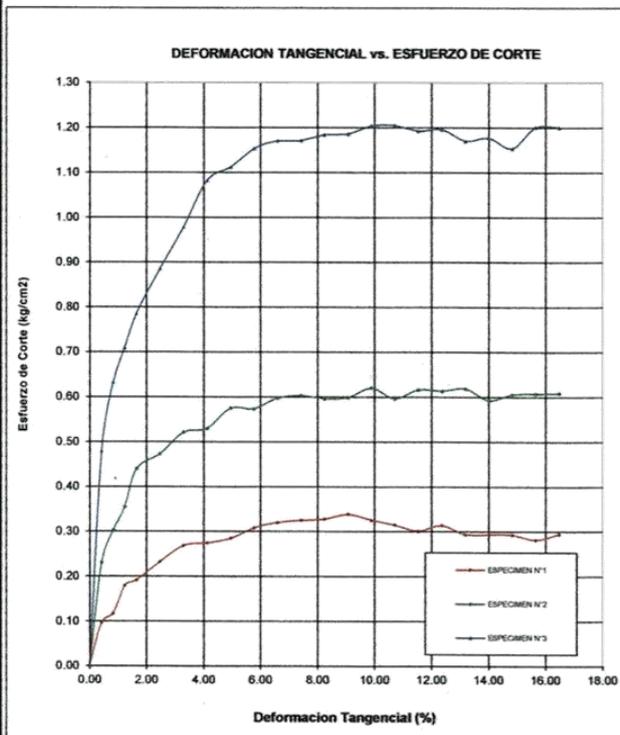
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

Proyecto : Predimensionamiento de Dique de Encauzamiento
Ciente : Independiente
Ubicación Proyecto : Bocatoma Nueva Imperial - Cañete
Material : Propio
Coordenadas : E (m) = _____ N (m) = _____
Muestra : Calicata N°01
Fecha muestreo : 8-Jul-20
Muestreado por : _____
Profundidad : 0.00 hasta 3.00

ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

VELOCIDAD DE CORTE

0.5 mm/min



Resultados:

Cohesión c : 0.00 kg/cm²
Angulo de fricción ϕ : 31.0°

Observaciones : Muestra provista e identificada por el cliente
 Prohibida la reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización correspondiente.

ELABORADO		REVISADO		APROBADO	
Nombre: Luis Palomino	D: 03 M: 08	Nombre: Gustavo Bonas	D: 03 M: 08	Nombre:	D:
Firma: <i>[Signature]</i>	A: 20	Firma: <i>[Signature]</i>	A: 2020	Firma:	A:

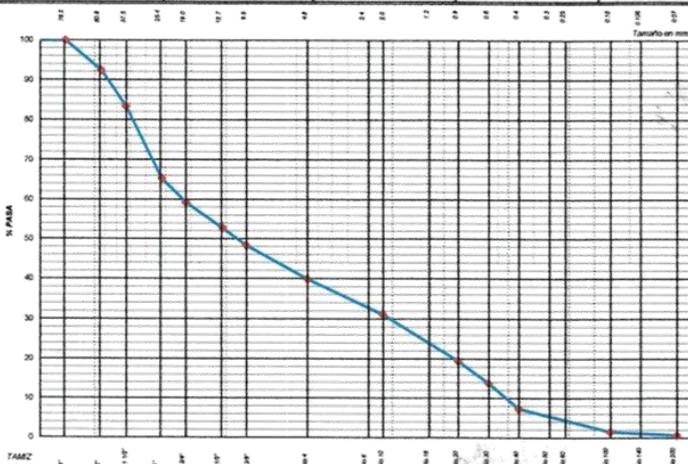


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913/D6913M - 17 / ASTM D1140-17

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

Proyecto : Predimensionamiento de Dique de Encauzamiento
Cliente : Dante Lopez **Muestra** : Calicata N°02
Ubicación Proyecto : Bocatoma Nueva Imperial - Cañete **Fecha muestreo**: 8-Jul-20
Material : Propio **Muestreado por**: Dante Lopez
Coordenadas : E (m) = _____ N (m) = _____ **Profundidad**: 0.00 hasta 2.90

Tamaño Tamiz	Masa Reten. Acumulado (g)	% Retenido	% Pasa	Especific.	Cantidad de suelo que pasa el tamiz N° 4 (Compactación):				
8"	0	0.0	100.0		-				
7"	0.0	0.0	100.0						
6"	0.0	0.0	100.0						
4"	0.0	0.0	100.0						
3"	0.0	0.0	100.0		<i>Condiciones de Secado y Lavado del suelo Retenido en la malla N° 4 Secado a 110 °C sin lavar</i>				
2"	2065	7.6	92.4		<i>Condiciones de Secado y Lavado de la fracción de suelo que pasa la malla N°4 Secado a 110 °C despues de lavado</i>				
1 1/2"	4528	16.7	83.3		Corrección del suelo húmedo				
1"	9427	34.7	65.3						
3/4"	11079	40.8	59.2		Masa suelo Húmedo que pasa (kg) <3"	27835.0			
1/2"	12866	47.3	52.7		Masa suelo seco que pasa (kg) <3"	27195.9			
3/8"	14057	51.7	48.3		Masa suelo seco retenido (kg) >3"	0.0			
No. 4	16358	60.2	39.8		Masa suelo seco total (kg)	27195.9			
No. 8	0.0	60.2	39.8		Masa Suelo Seco <3" (g)	27182.7			
No. 10	298.5	68.9	31.1		Distribución de los porcentajes del suelo seco				
No. 16									
No. 20	700.0	80.5	19.5		OVER	GRAVAS	ARENAS	FINOS	
No. 30	897.3	86.2	13.8		0.0	60.2	39.2	0.6	
No. 40	1118.3	92.7	7.3		Porcentajes del suelo seco con fines de clasificación ASTM D2488 - 17				
No. 60	1221.5	95.7	4.3						
No. 100	1320.9	98.5	1.5						
No. 140					-	GRAVAS	ARENAS	FINOS	
No. 200	1350.9	99.4	0.6		-	60.2	39.2	0.6	
Platillo	1351.9	99.4	0.6						



Clasificación SUCS:		GP	
Nombre de Grupo:		Grava mal gradada con arena	
Contenido de humedad de la fracción de Suelo seco que pasael tamiz: N° 4		% de suelo seco que pasa el tamiz N°200	
N° Tara	T-2	N° Tara	T-2
Masa Humedo + Tara	1501.3	Masa Seco + Tara	1472.6
Masa Seco + Tara	1472.6	M. Seco Lavado +Tara	1453.1
Masa de Tara	101.2	Masa de Tara	101.2
Masa del Agua	28.7	Suelo Seco < N° 200 (g)	19.5
Masa Seco	1371.4	Suelo Seco > N° 200 (g)	1351.9
Cont.de humedad %	2.1	Suelo Seco < N° 200 (%)	0.6

Observaciones: *Muestra provista e identificada por el cliente*
Prohibida la reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización correspondiente.

Cumple con EE.TT	SI	
No Cumple con EE.TT	NO	
No Aplica	N/A	X

ELABORADO		REVISADO		APROBADO	
Nombre	D: 03 M: 08 A: 20	Nombre:	D: 03 M: 08 A: 2020	Nombre:	D: _____ M: _____ A: _____
Nombre: Luis Palomino		Nombre: Gustavo Rojas		Nombre:	
Firma: <i>[Firma]</i>		Firma: <i>[Firma]</i>		Firma:	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

Proyecto : Predimensionamiento de Dique de Encauzamiento
Cliente : Dante Lopez **Muestra** : Calicata N°02
Ubicación Proyecto : Bocatoma Nueva Imperial - Cañete **Fecha muestreo**: 8-Jul-20
Material : Propio **Muestreado por**: Dante Lopez
Coordenadas : E (m) = _____ N (m) = _____ **ota (m s.n.m)** : 0.00 hasta 2.90

Condiciones de Secado: 60° C 100° C (X) **Método :** Homo (O) (X) Microonda (M)

Profundidad (m)	-			
Muestra o ensayo	< 3"			
Recipiente N°	T-7			
Mr + Mh (g) (A)	5110			
Mr + Ms (g) (B)	5002			
Mr (g) ©	415			
M. Agua (g) (D = A - B)	108			
Ms (g) (E = B - C)	4587			
% Humedad <3" ((D/E) * 100)	2.4			
CLASIFICACIÓN SUCS	GP	PROMEDIO =	2.4	

Observaciones: Muestra provista e identificada por el cliente
 Prohibida la reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización correspondiente.

Condiciones de Secado: 60° C 100° C (X) **Método :** Horno (O) (X) Microonda (M)

Profundidad (m)				
Muestra o ensayo				
Recipiente N°				
Mr + Mh (g) (A)				
Mr + Ms (g) (B)				
Mr (g) ©				
M. Agua (g) (D = A - B)				
Ms (g) (E = B - C)				
% Humedad <3" ((D/E) * 100)				
CLASIFICACION SUCS				

Observaciones: Muestra provista e identificada por el cliente
 Humedad Ponderada (H_p): 2.4%

Legenda: *Mr= Masa del Recipiente *Mh= Masa Húmedo *Ms= Masa Seca

ELABORADO	D: 03	REVISADO	D: 03	APROBADO	D:
Nombre: Luis Palomino	M: 08	Nombre: Gustavo Ponce	M: 08	Nombre:	M:
Firma: 	A: 20	Firma: 	A: 2020	Firma:	A:

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

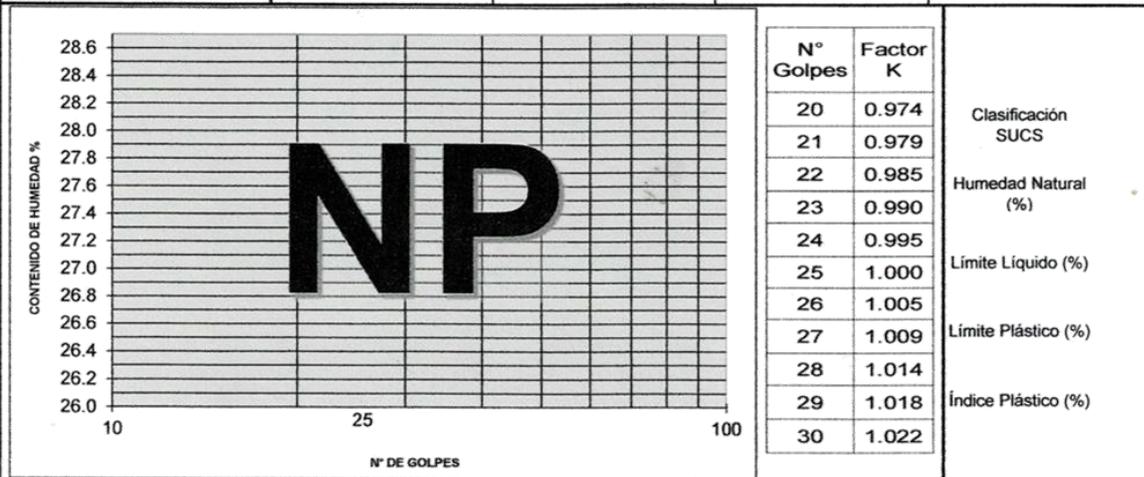
Proyecto : Predimensionamiento de Dique de Encauzamiento
 Cliente : Dante Lopez
 Ubicación Proyecto : Bocatoma Nueva Imperial - Cañete
 Material : Propio
 Coordenadas E (m) = _____ N (m) = _____
 Muestra : Calicata N°02
 Fecha muestreo: 8-07-2020
 Muestreado por: Dante Lopez
 Cota (m s.n.m): 0.00 hasta 2.90

LÍMITE LÍQUIDO

Muestra o ensayo			
N° de Golpes			
Recipiente N°			
Mr + Mh (g)		NL	
Mr + Ms (g)			
M. Agua (g)			
Mr (g)			
Ms (g)			
% de Humedad			

LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente N°			
Mr + Mh (g)		NP	
Mr + Ms (g)			
M. Agua (g)			
Mr (g)			
Ms (g)			
% de Humedad			
Promedio Límite Plástico (LP)			



Observaciones: Muestra provista e identificada por el cliente
 Prohibida la reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización correspondiente.

Cumple con EE.TT	SI	
No Cumple con EE.TT	NO	
No Aplica	N/A	X

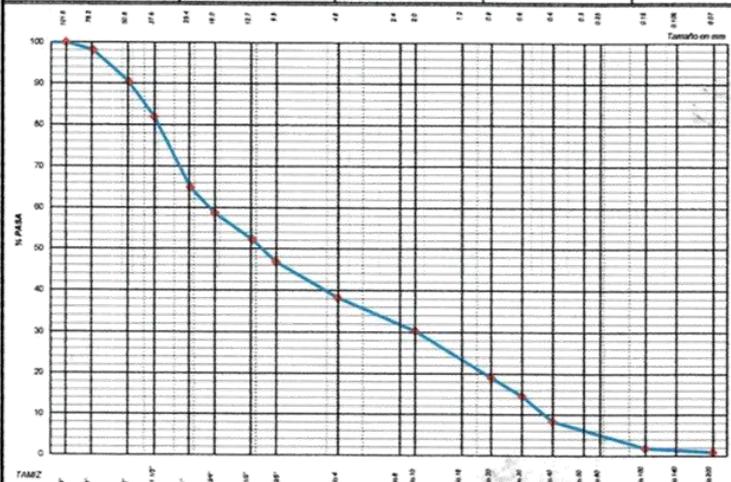
Masa del Recipiente (Mr)	TEMPERATURA DE SECADO			AGUA USADA	
Masa Húmedo (Mh)	Preparación de la Muestra	20° C	AMBIENTE (X)	DESTILADA	OTRA
Masa Seco (Ms)	Contenido de Humedad	60° C (X)	110° C	POTABLE (X)	

ELABORADO	D: 03	REVISADO	D: 03	APROBADO	D:
Nombre: Luis Palomino	M: 08	Nombre: Gustavo Rojas	M: 08	Nombre:	M:
Firma: [Firma]	A: 20	Firma: [Firma]	2020	Firma:	A:

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

Proyecto : Predimensionamiento de Dique de Encauzamiento
 Cliente : Dante Lopez Muestra : Calicata N°03
 Ubicación Proyecto : Bocatoma Nueva Imperial - Cañete Fecha muestreo: 8-Jul-20
 Material : Propio Muestreado por: Dante Lopez
 Coordenadas : E (m) = _____ N (m) = _____ Profundidad: 0.00 hasta 3.00

Tamaño Tamiz	Masa Reten. Acumulado (g)	% Retenido	% Pasa	Especific.	Cantidad de suelo que pasa el tamiz N° 4 (Compactación):
8"	0	0.0	100.0		
7"	0.0	0.0	100.0		
6"	0.0	0.0	100.0		Condiciones de Secado y Lavado del suelo Retenido en la malla N° 4 Secado a 110 °C sin lavar
4"	0.0	0.0	100.0		
3"	517.0	1.9	98.1		Condiciones de Secado y Lavado de la fracción de suelo que pasa la malla N°4 Secado a 110 °C despues de lavado
2"	2162	9.6	90.4		
1 1/2"	4561	18.1	81.9		
1"	9315	35.1	64.9		Corrección del suelo húmedo
3/4"	11067	41.3	58.7		Masa suelo Húmedo que pasa (kg) <3" 27888.0
1/2"	12878	47.8	52.2		Masa suelo seco que pasa (kg) <3" 27044.2
3/8"	14401	53.2	46.8		Masa suelo seco retenido (kg) >3" 517.0
No. 4	16806	61.8	38.2		Masa suelo seco total (kg) 27561.2
No. 8	0.0	61.8	38.2		Masa Suelo Seco <3" (g) 27540.6
No. 10	238.5	69.6	30.4		
No. 16					Distribución de los porcentajes del suelo seco
No. 20	590.0	81.0	19.0		OVER GRAVAS ARENAS FINOS
No. 30	727.3	85.5	14.5		1.9 59.9 37.3 0.9
No. 40	916.3	91.7	8.3		
No. 60	1025.7	95.3	4.7		Porcentajes del suelo seco con fines de clasificación ASTM D2488 - 17
No. 100	1114.7	98.2	1.8		OVER GRAVAS ARENAS FINOS
No. 140					1.9 59.9 37.3 0.9
No. 200	1143.2	99.1	0.9		
Platillo	1143.7	99.1	0.9		



Clasificación SUCS:	GP			
Nombre de Grupo:	Grava mal graduada con arena y bolones			
Contenido de humedad de la fracción de Suelo seco que pasael tamiz: N° 4	% de suelo seco que pasa el tamiz N°200			
N° Tara	T-5	N° Tara	T-5	
Masa Humedo + Tara	1282.1	Masa Seco + Tara		1257.2
Masa Seco + Tara	1257.2	M. Seco Lavado +Tara		1230.0
Masa de Tara	86.3	Masa de Tara		86.3
Masa del Agua	24.9	Suelo Seco < N° 200 (g)		27.2
Masa Seco	1170.9	Suelo Seco > N° 200 (g)		1143.7
Cont. de humedad %	2.1	Suelo Seco < N° 200 (%)		0.9

Observaciones: Muestra provista e identificada por el cliente
 Prohibida la reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización correspondiente.

Cumple con EE.TT	SI	
No Cumple con EE.TT	NO	
No Aplica	N/A	X

ELABORADO	D: 03	REVISADO	D: 03	APROBADO	D:
Nombre: Luis Palomino	M: 08	Nombre: Gustavo Ramos	M: 08	Nombre:	M:
Firma: [Firma]	A: 20	Firma: [Firma]	A: 2020	Firma:	A:

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

Proyecto : Predimensionamiento de Dique de Encauzamiento
Cliente : Dante Lopez **Muestra** : Calicata N°03
Ubicación Proyecto : Bocatoma Nueva Imperial - Cañete **Fecha muestreo**: 8-Jul-20
Material : Propio **Muestreado por**: Dante Lopez
Coordenadas : E (m) = _____ N (m) = _____ **ota (m s.n.m)** : 0.00 hasta 3.00

Condiciones de Secado: 60° C 100° C (X) **Método :** Horno (O) (X) Microonda (M)

Profundidad (m)	-		
Muestra o ensayo	< 3"		
Recipiente N°	T-5		
Mr + Mh (g) (A)	5201		
Mr + Ms (g) (B)	5056		
Mr (g) ©	415		
M. Agua (g) (D = A - B)	145		
Ms (g) (E = B - C)	4641		
% Humedad <3" ((D/E) * 100)	3.1		
CLASIFICACIÓN SUCS	GP	PROMEDIO =	3.1

Observaciones: *Muestra provista e identificada por el cliente*
Prohibida la reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización correspondiente.

Condiciones de Secado: 60° C 100° C (X) **Método :** Horno (O) (X) Microonda (M)

Profundidad (m)			
Muestra o ensayo			
Recipiente N°			
Mr + Mh (g) (A)			
Mr + Ms (g) (B)			
Mr (g) ©			
M. Agua (g) (D = A - B)			
Ms (g) (E = B - C)			
% Humedad <3" ((D/E) * 100)			
CLASIFICACION SUCS			

Observaciones: *Muestra provista e identificada por el cliente*
 Humedad Ponderada (H_p): 3.1%

Leyenda: *Mr= Masa del Recipiente *Mh= Masa Húmedo *Ms= Masa Seca

ELABORADO	REVISADO	APROBADO	
D: 03 Nombre: Luis Polomino M: 08 Firma:  A: 20	D: 03 Nombre: Gustavo Larios M: 08 Firma:  A: 2020	D: Nombre: M: Firma: A:	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

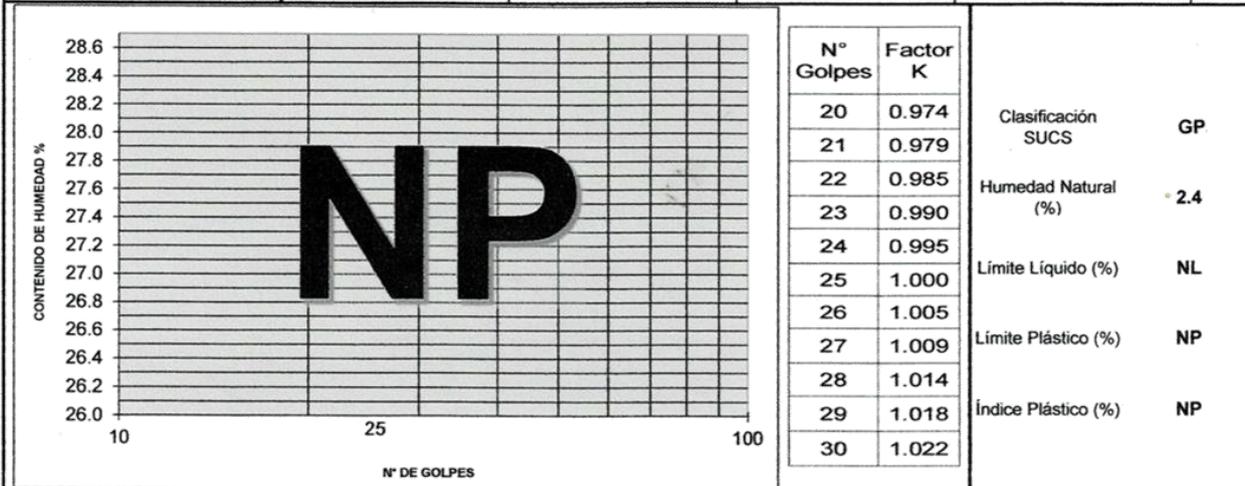
Proyecto : Predimensionamiento de Dique de Encauzamiento
 Cliente : Dante Lopez
 Ubicación Proyecto : Bocatoma Nueva Imperial - Cañete
 Material : Propio
 Coordenadas E (m) = _____ N (m) = _____
 Muestra : Calicata N°03
 Fecha muestreo: 8-07-2020
 Muestreado por: Dante Lopez
 Cota (m s.n.m): 0.00 hasta 3.00

LÍMITE LÍQUIDO

Muestra o ensayo			
N° de Golpes			
Recipiente N°			
Mr + Mh (g)		NL	
Mr + Ms (g)			
M. Agua (g)			
Mr (g)			
Ms (g)			
% de Humedad			

LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente N°			
Mr + Mh (g)		NP	
Mr + Ms (g)			
M. Agua (g)			
Mr (g)			
Ms (g)			
% de Humedad			
Promedio Límite Plástico (LP)			



Observaciones: Muestra provista e identificada por el cliente
 Prohibida la reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización correspondiente.

Cumple con EE.TT	SI	
No Cumple con EE.TT	NO	
No Aplica	N/A	X

Masa del Recipiente (Mr)	TEMPERATURA DE SECADO			AGUA USADA	
Masa Húmedo (Mh)	Preparación de la Muestra	20° C	AMBIENTE (X)	DESTILADA	OTRA
Masa Seco (Ms)	Contenido de Humedad	60° C (X)	110° C	POTABLE (X)	

ELABORADO		REVISADO		APROBADO	
Nombre: Luis Palomino	D: 03 M: 08	Nombre: Gustavo Ramos	D: 03 M: 08	Nombre:	D:
Firma: [Firma]	A: 20	Firma: [Firma]	A: 2020	Firma:	A:

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE BALANZA, HORNO, TERMÓMETRO Y EQUIPO DE CORTE DIRECTO.

Certificado



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

TEST & CONTROL S.A.C.

Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Calle Condessa de Lemós N° 117, Urb. San Miguelito, distrito de San Miguel, provincia de Lima y departamento de Lima

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-05P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 24 de marzo de 2019

Fecha de Vencimiento: 23 de marzo de 2023

ESTELA CONTRERAS JUGO

Directora, Dirección de Acreditación – INACAL

Cédula N° : 230-2019-INACAL/DA

Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación N°004-16/INACAL-DA

Registro N° : LC-016

Fecha de emisión: 05 de junio de 2019

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categorias/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.
La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (OQLA) del Inter American Accreditation Co-operation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mútuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-02M Ver: 02

CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 4370 - 2020

PROFORMA : 1696A Fecha de emisión : 2020-05-25

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : CAL.LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA-LIMA-SAN MARTÍN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : SARTORIUS
Modelo : LC2201S
N° de Serie : 50310007
Capacidad Máxima : 2200 g
Resolución : 0,01 g
División de Verificación : 0,1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 5 g
Procedencia : ALEMANIA
N° de Parte : No Indica
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 5 °C
Fecha de Calibración : 2020-05-25

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Certificado de Calibración
TC - 4370 - 2020

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-140-2019 Mayo 2019
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 2 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-147-2019 Mayo 2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	21,9 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1 100,000	1 099,99	5	-10	1	2 200,000	2 199,98	4	-19
2		1 099,99	3	-8	2		2 199,99	4	-9
3		1 099,98	4	-19	3		2 199,98	5	-20
4		1 099,98	4	-19	4		2 199,98	4	-19
5		1 099,99	4	-9	5		2 199,99	4	-9
6		1 099,98	5	-20	6		2 199,98	4	-19
7		1 099,98	3	-18	7		2 199,98	3	-18
8		1 099,98	5	-20	8		2 199,99	4	-9
9		1 099,99	5	-10	9		2 199,99	5	-10
10		1 099,99	5	-10	10		2 199,99	5	-10
Emáx - Emín (mg)				12	Emáx - Emín (mg)				11
error máximo permitido (±mg)				200	error máximo permitido (±mg)				300



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 4371 - 2020

PROFORMA : 1696A

Fecha de emisión: 2020 - 05 - 27

Página : 1 de 5

SOLICITANTE: MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

EQUIPO : HORNO
 Marca : GEMMY
 Modelo : YC0-010
 N° de Serie : 510847
 Tipo de Ventilación : Turbulencia
 Procedencia : ALEMANIA
 Identificación : NO INDICA
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TERMÓMETRO DIGITAL
 Marca : No Indica
 Alcance : 1°C a 250°C
 Resolución : 1 °C
TIPO DE CONTROLADOR : DIGITAL
 Marca : No Indica
 Alcance : 1°C a 250°C
 Resolución : 1 °C
 Fecha de Calibración : 2020 - 05 - 25
 Ubicación : LABORATORIO

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	29,3 °C	29,6 °C
Humedad Relativa	45,3 %	43,2 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



 Jr. Condesa de Lemos N°117.
San Miguel, Lima

 (01) 262 9536
 (51) 988 901 065

 informes@testcontrol.com.pe
 www.testcontrol.com.pe

Certificado : TC - 4371 - 2020

Página : 2 de 5

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Dos Termómetros Digitales Incertidumbre 0,007 °C DM - INACAL	Termómetro Digital -200 °C a 400 °C	LT-247-2018

RESULTADOS DE MEDICIÓN

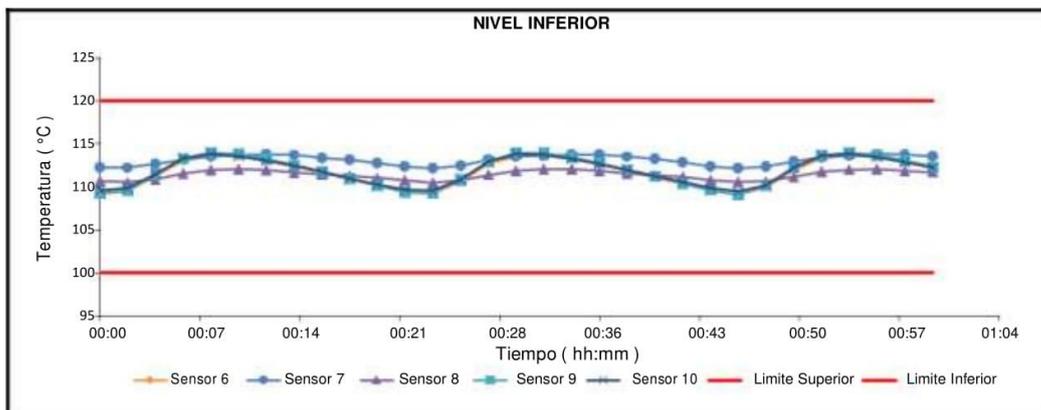
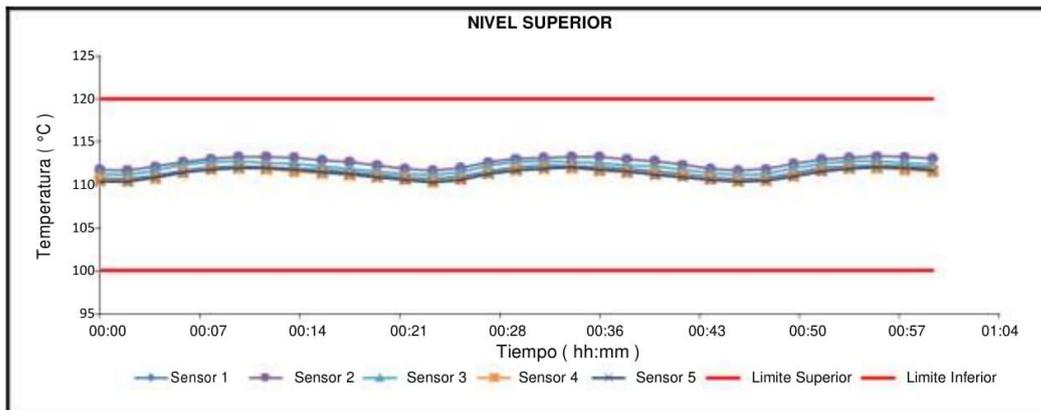
Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
110 °C ± 10 °C	110	40 min	180 min	30 %	ENVASE METALICO C/ MUESTRAS CLIENTE

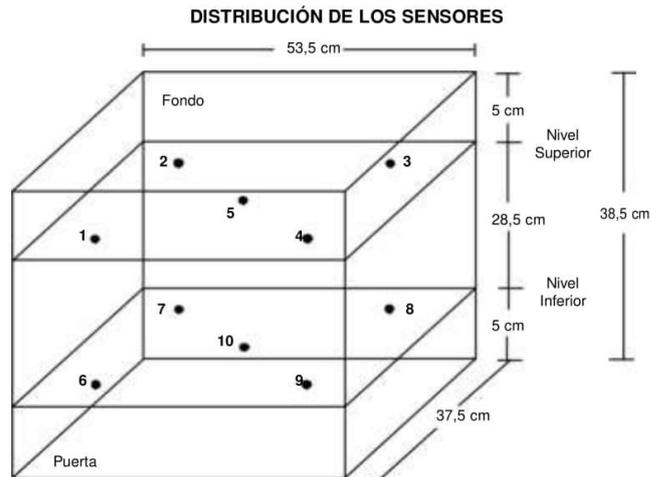
Tiempo (hh:mm)	Termómetro Horno (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} ^[2] (°C)	T _{max} - T _{min} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00	110	110,8	111,8	111,3	110,6	110,3	109,2	112,3	110,7	109,3	109,6	110,6	3,1
0:02	110	110,7	111,7	111,2	110,4	110,4	109,5	112,2	110,5	109,6	109,8	110,6	2,7
0:04	110	111,1	112,1	111,7	110,8	110,9	111,3	112,6	110,9	111,5	111,5	111,4	1,8
0:06	110	111,7	112,7	112,3	111,5	111,4	113,0	113,2	111,6	113,3	113,4	112,4	1,9
0:08	110	112,1	113,0	112,7	111,8	111,8	113,6	113,5	111,9	114,0	113,9	112,8	2,2
0:10	110	112,2	113,3	112,7	111,9	112,0	113,5	113,8	112,0	113,8	113,6	112,9	1,9
0:12	110	112,1	113,3	112,6	111,8	112,0	113,1	113,8	111,9	113,3	113,0	112,7	1,9
0:14	110	111,9	113,2	112,4	111,6	111,8	112,4	113,7	111,7	112,5	112,4	112,4	2,1
0:16	110	111,8	112,9	112,2	111,4	111,5	111,6	113,4	111,5	111,8	111,7	112,0	2,0
0:18	110	111,4	112,6	111,9	111,1	111,2	110,9	113,1	111,2	111,0	111,0	111,6	2,3
0:20	110	111,2	112,2	111,6	110,9	110,9	110,1	112,7	111,0	110,2	110,3	111,1	2,6
0:22	110	110,9	111,9	111,3	110,7	110,6	109,4	112,4	110,8	109,4	109,7	110,7	3,0
0:24	110	110,7	111,7	111,2	110,4	110,3	109,2	112,2	110,5	109,3	109,6	110,5	3,0
0:26	110	111,0	112,0	111,5	110,7	110,6	110,7	112,5	110,8	110,9	110,8	111,1	1,9
0:28	110	111,6	112,6	112,2	111,3	111,2	112,7	113,1	111,4	112,9	113,0	112,2	1,9
0:30	110	112,1	113,0	112,6	111,8	111,7	113,6	113,5	111,9	113,9	113,8	112,8	2,2
0:32	110	112,2	113,2	112,7	112,0	111,9	113,6	113,7	112,1	114,0	113,7	112,9	2,1
0:34	110	112,2	113,2	112,7	111,9	112,1	113,3	113,7	112,0	113,5	113,2	112,8	1,8
0:36	110	112,0	113,2	112,5	111,7	111,8	112,7	113,7	111,8	112,8	112,6	112,5	2,0
0:38	110	111,9	113,0	112,3	111,5	111,5	111,9	113,5	111,6	112,0	112,0	112,1	2,0
0:40	110	111,6	112,8	112,1	111,3	111,1	111,1	113,3	111,4	111,2	111,2	111,7	2,2
0:42	110	111,3	112,3	111,7	111,1	110,9	110,3	112,8	111,2	110,4	110,5	111,3	2,5
0:44	110	110,9	111,9	111,4	110,7	110,6	109,6	112,4	110,8	109,6	109,9	110,8	2,8
0:46	110	110,7	111,7	111,2	110,5	110,3	109,1	112,2	110,6	109,1	109,4	110,5	3,1
0:48	110	110,8	111,8	111,3	110,5	110,5	110,0	112,3	110,6	110,1	110,2	110,8	2,3
0:50	110	111,4	112,5	112,0	111,1	111,0	112,0	113,0	111,2	112,2	112,3	111,8	2,0
0:52	110	111,9	112,9	112,5	111,7	111,6	113,3	113,4	111,8	113,7	113,7	112,6	2,1
0:54	110	112,2	113,2	112,8	111,9	111,9	113,7	113,7	112,0	114,0	113,8	112,9	2,1
0:56	110	112,2	113,3	112,8	112,0	112,1	113,4	113,8	112,1	113,7	113,4	112,9	1,8
0:58	110	112,1	113,2	112,6	111,8	111,9	112,9	113,7	111,9	113,1	112,9	112,6	1,9
1:00	110	112,0	113,1	112,4	111,6	111,7	112,2	113,6	111,7	112,3	112,2	112,3	2,0
T. PROM ^[1]	110,0	111,6	112,6	112,1	111,3	111,3	111,7	113,1	111,4	111,9	111,9		
T. MAX ^[3]	110,0	112,2	113,3	112,8	112,0	112,1	113,7	113,8	112,1	114,0	113,9		
T. MIN ^[4]	110,0	110,7	111,7	111,2	110,4	110,3	109,1	112,2	110,5	109,1	109,4		
DTT ^[5]	0,0	1,6	1,6	1,6	1,6	1,8	4,6	1,6	1,6	4,9	4,4		

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,0	0,4
Mínima Temperatura Medida	109,1	0,5
Desviación Temperatura en el Tiempo	4,9	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	1,8	0,5
Estabilidad Medida (±)	2,45	0,04
Uniformidad Medida	3,1	0,5

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES





Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
 Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 6,5 cm por encima de la parrilla superior.
 Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.
 Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 5 cm de las paredes laterales y a 6 cm del frente y fondo del equipo.

FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO



Certificado : TC - 4371 - 2020
Página : 5 de 5

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

[1] T. PROM: Promedio de las temperaturas en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

[2] T prom: Promedio de las temperaturas en las doce posiciones de medición para un instante dado.

[3] Tmax: Temperatura máxima.

[4] Tmin: Temperatura mínima.

[5] DTT: Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio de Medio Isotermo: 0,6 °C

La Uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm \frac{1}{2}$ máx. DTT.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



 Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

 (01) 262 9536
 (51) 988 901 065

 informes@testcontrol.com.pe
 www.testcontrol.com.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC - 4373 - 2020

PROFORMA : 1696A

Fecha de emisión: 2020-05-25

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : EQUIPO DE CORTE DIRECTO

Marca : PERU TEST
Modelo : PT-CD-500
Serie : 1011
Alcance : 500 kg
Resolución : 0,01 kg
Procedencia : Perú
Identificación : No indica
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de Calibración : 2020-05-25

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 " Procedimiento interno de Calibración de Prensas, Celdas y Anillos de Carga".

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	22,4	22,5
HUMEDAD RELATIVA	70,0%	70,0%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolas Ramos Paucar

Gerente Técnico.

CFP :0316



Certificado : TC - 4373 - 2020

Página : 2 de 2

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de calibración
Manómetro Digital 700 bar TEST & CONTROL	CELDA ANYLOAD	LM-0033-2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación del Equipo (kg)	Indicación del Patrón (kg)	Error (kg)	Incertidumbre (kg)
10,00	9,65	-0,35	0,01
100,00	99,35	-0,65	0,10
150,00	150,60	0,60	0,15
200,00	199,20	-0,80	0,20
250,00	249,16	-0,84	0,25
300,00	299,20	-0,80	0,30
350,00	348,90	-1,10	0,35
400,00	398,85	-1,15	0,40
450,00	449,16	-0,84	0,45
500,00	498,56	-1,44	0,50

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

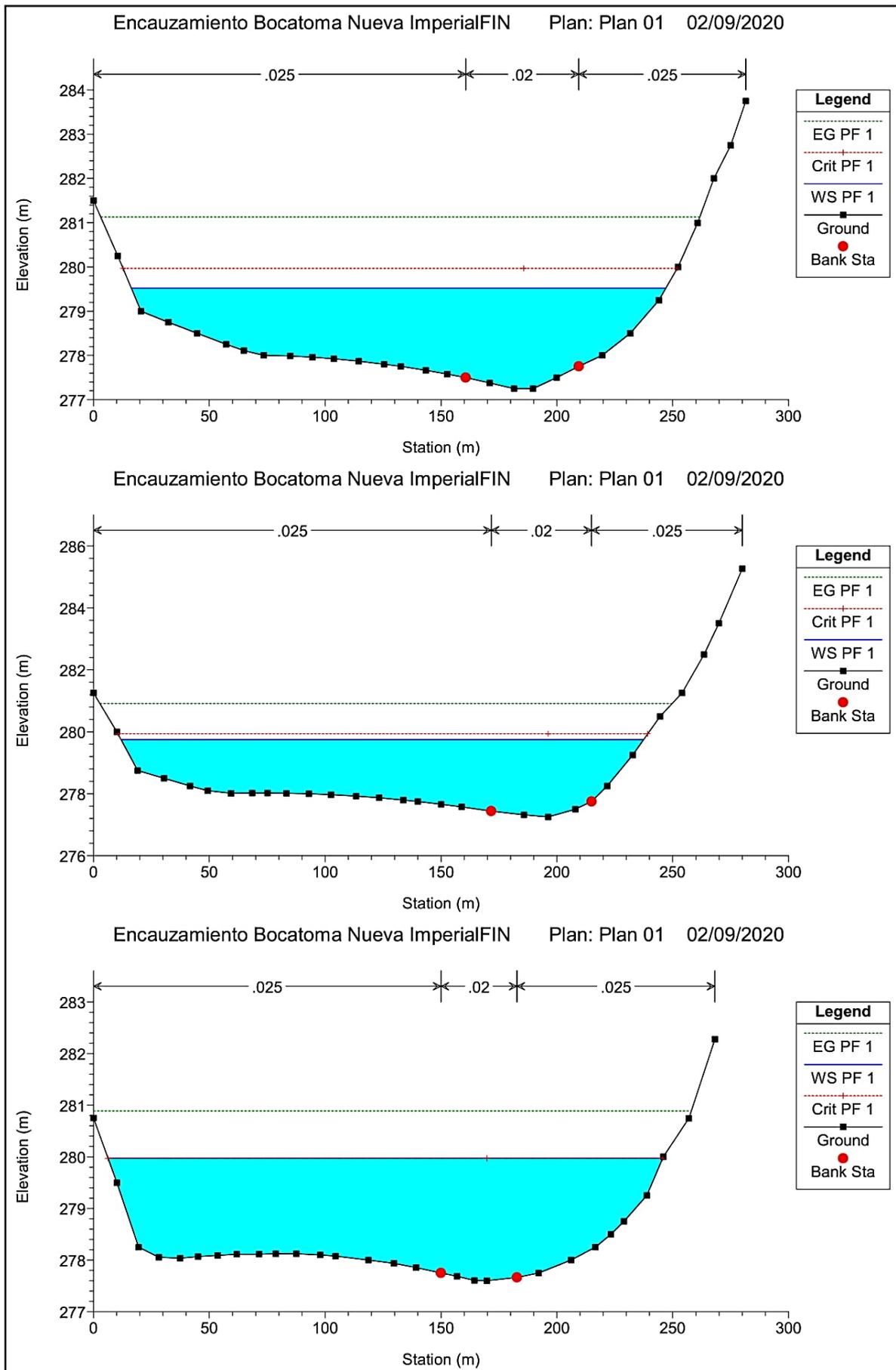
INCERTIDUMBRE

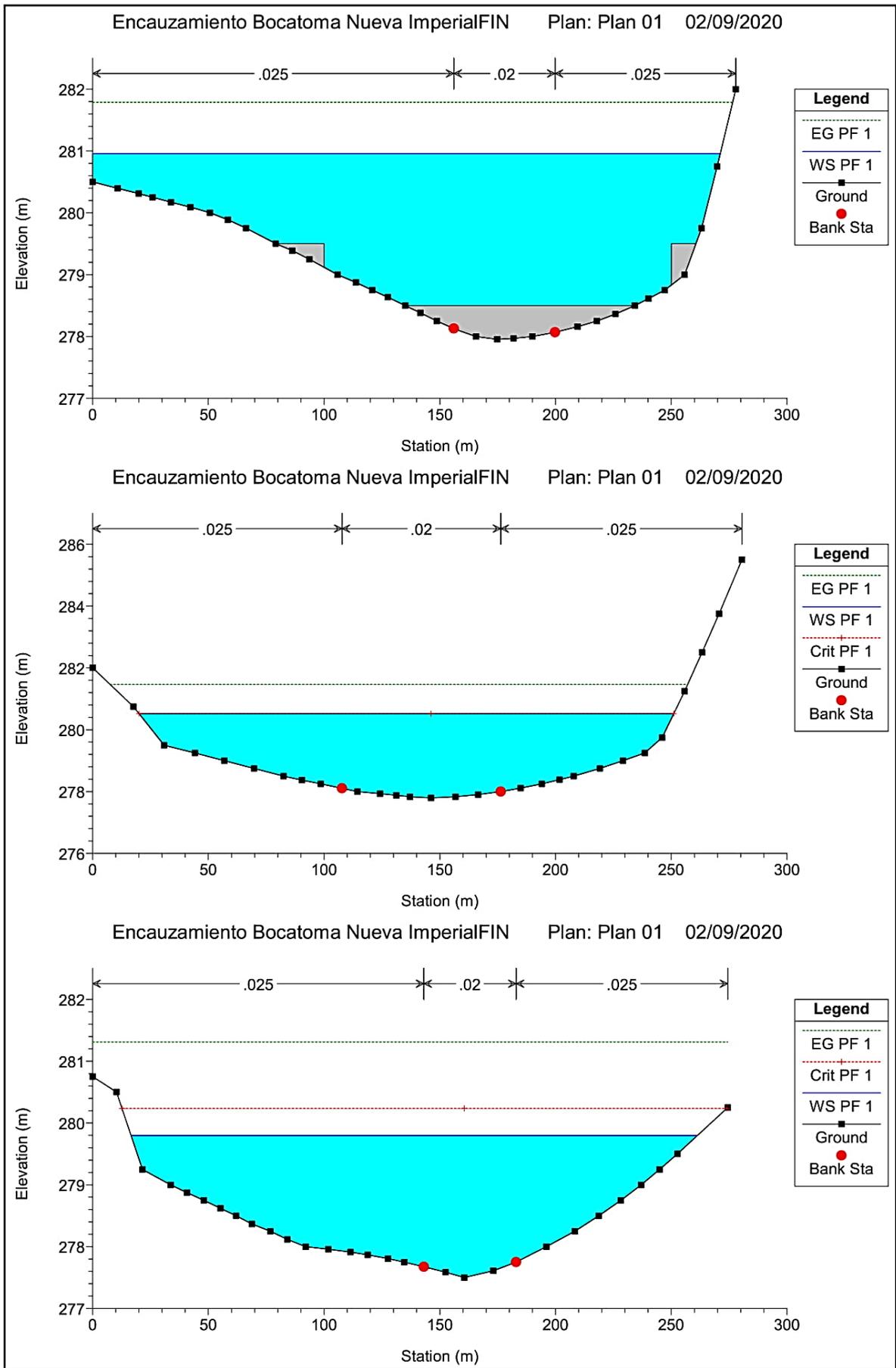
La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

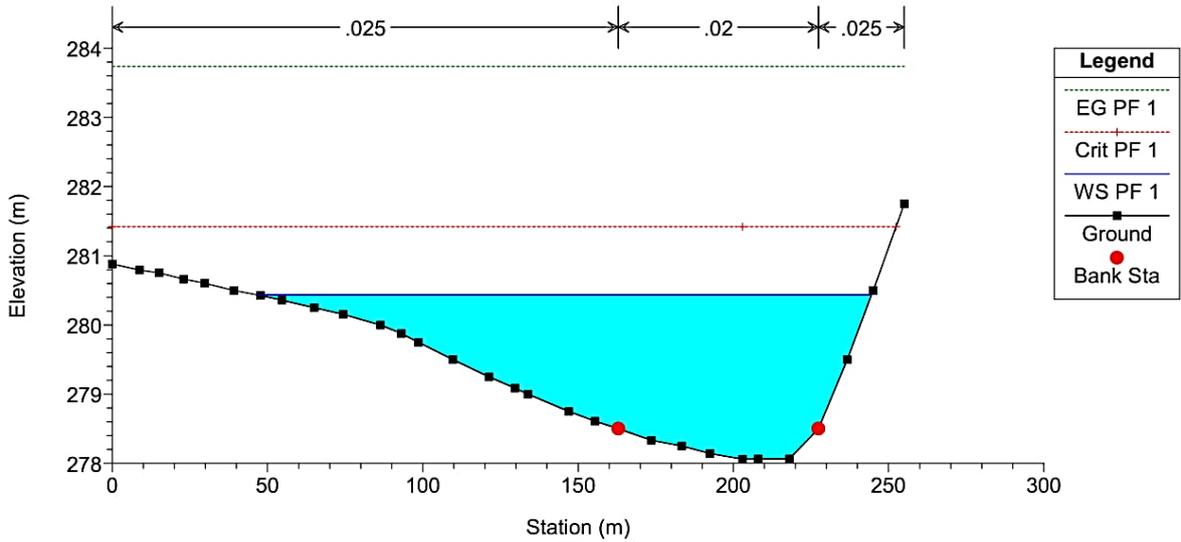


ANEXO 5
ESTUDIO HIDRÁULICO

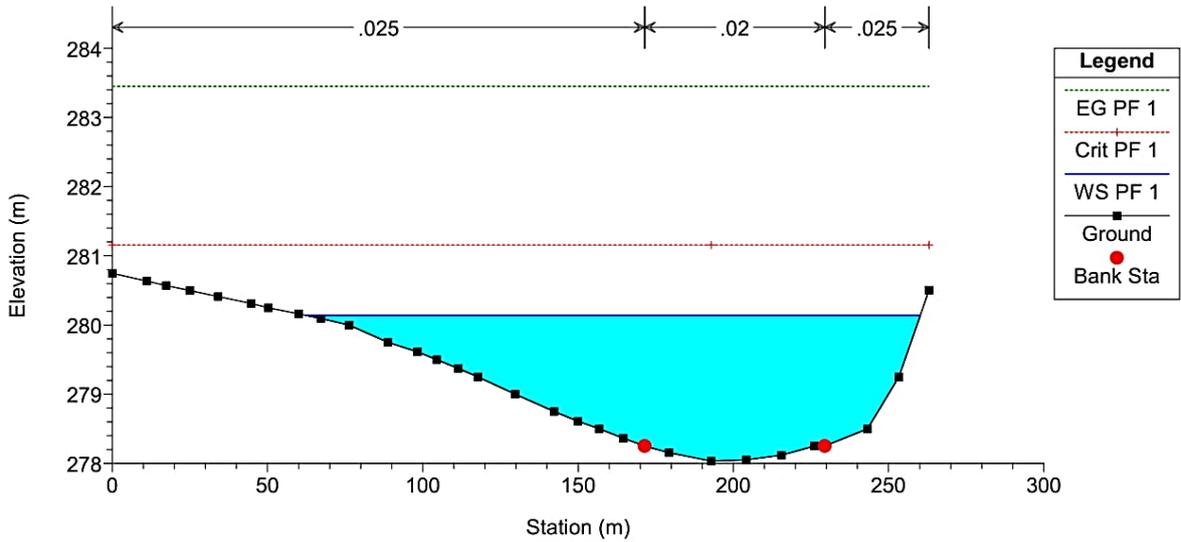




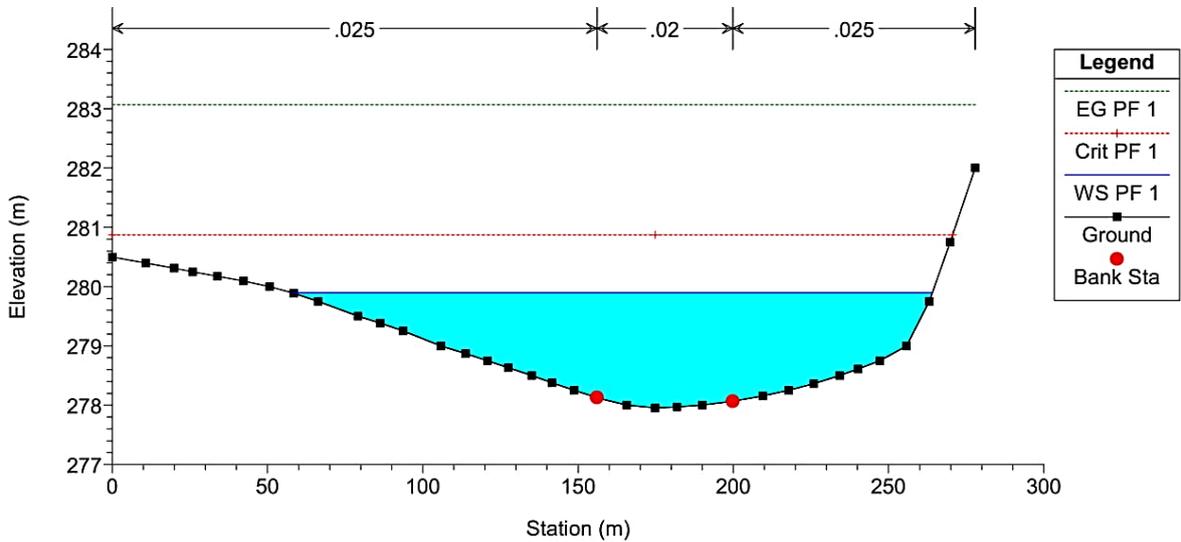
Encauzamiento Bocatoma Nueva ImperialFIN Plan: Plan 01 02/09/2020

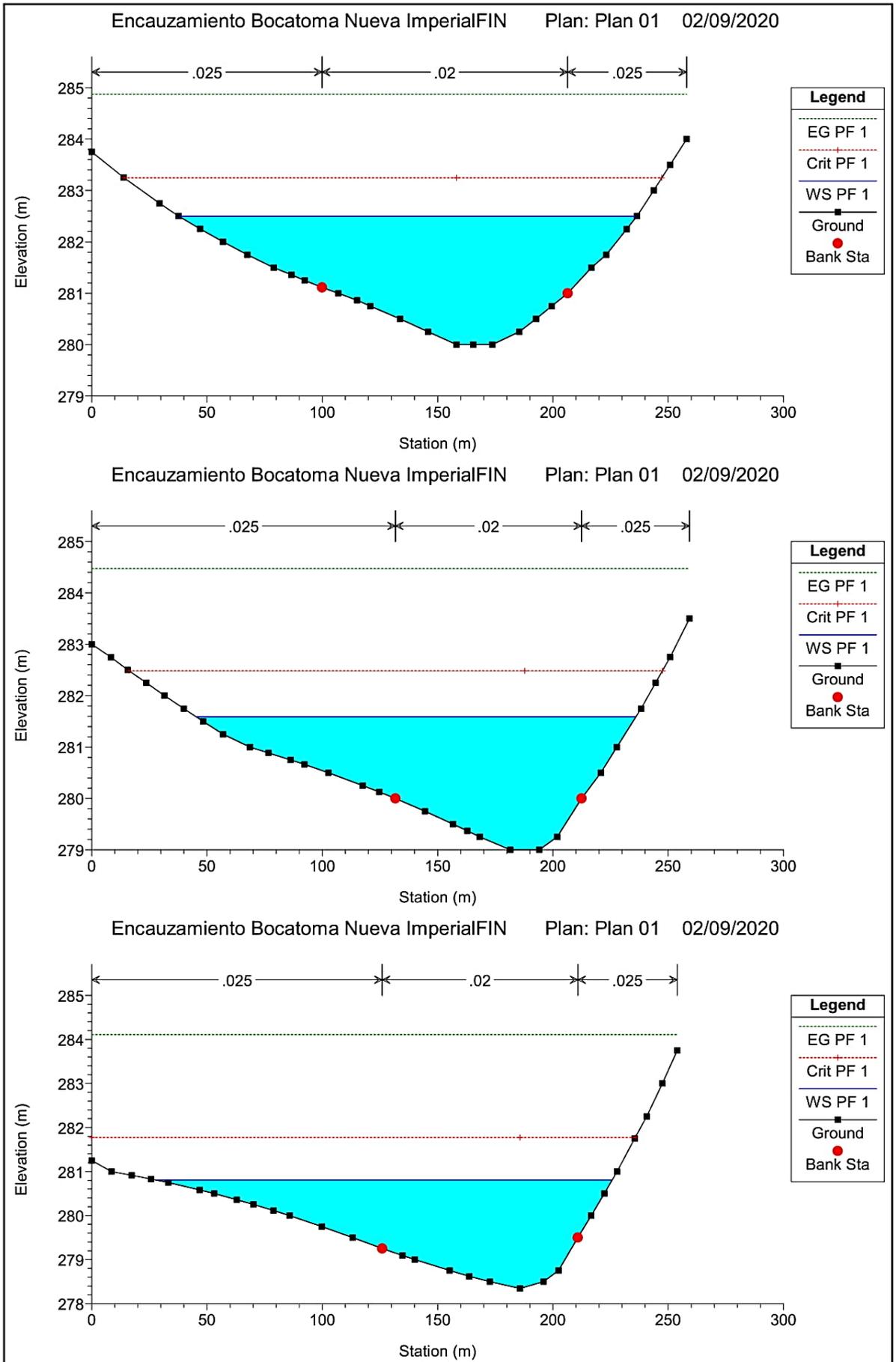


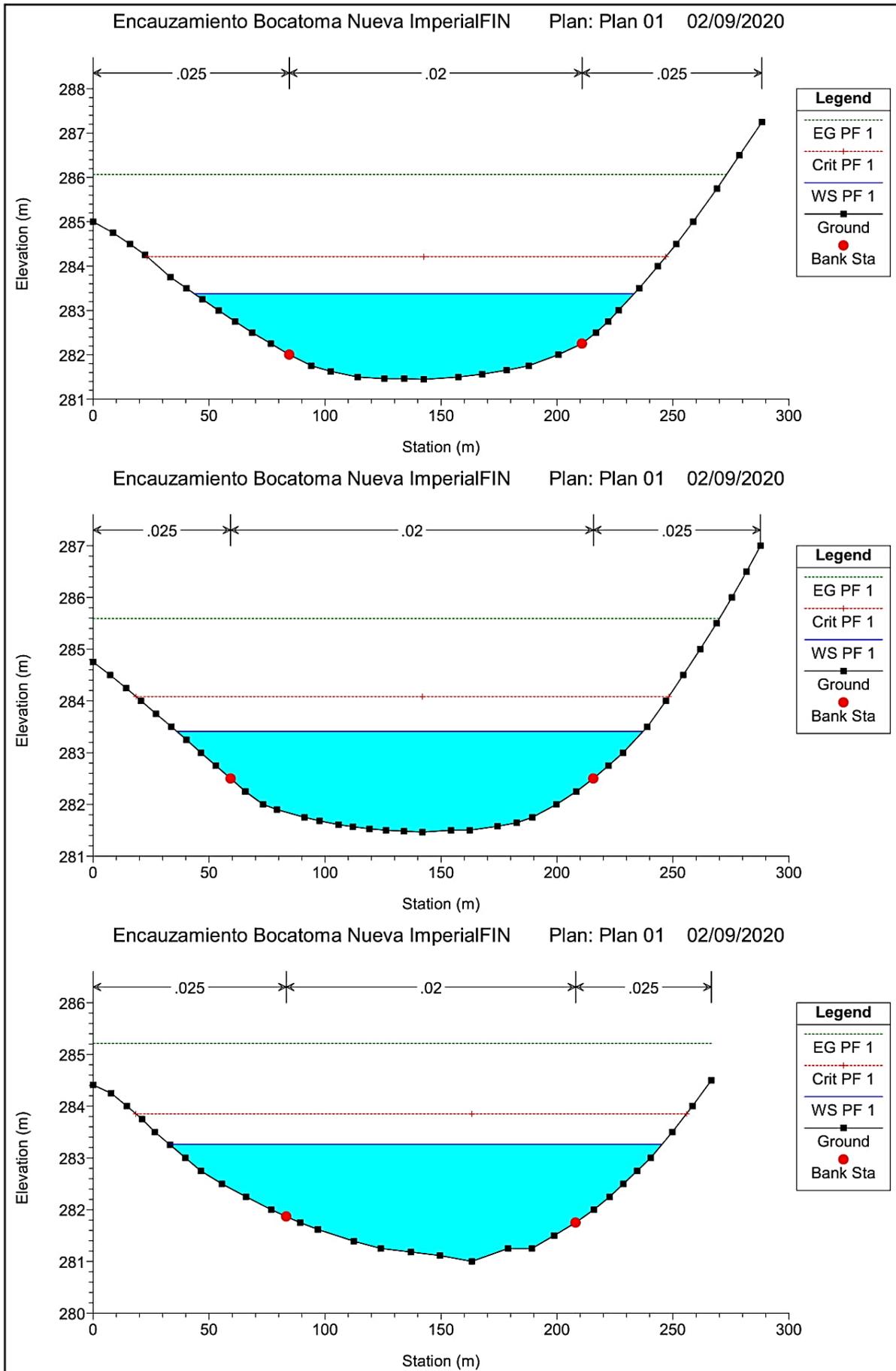
Encauzamiento Bocatoma Nueva ImperialFIN Plan: Plan 01 02/09/2020

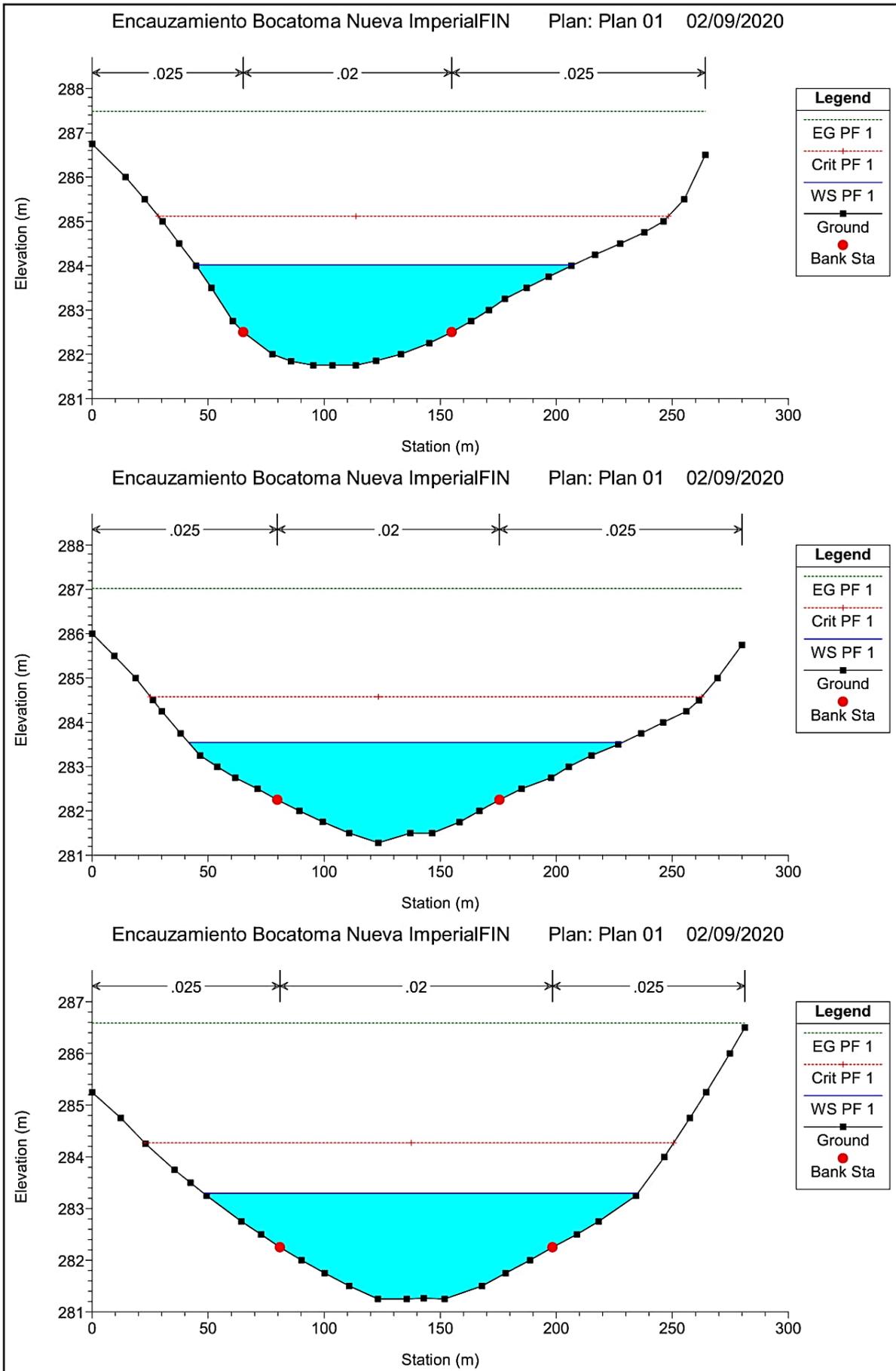


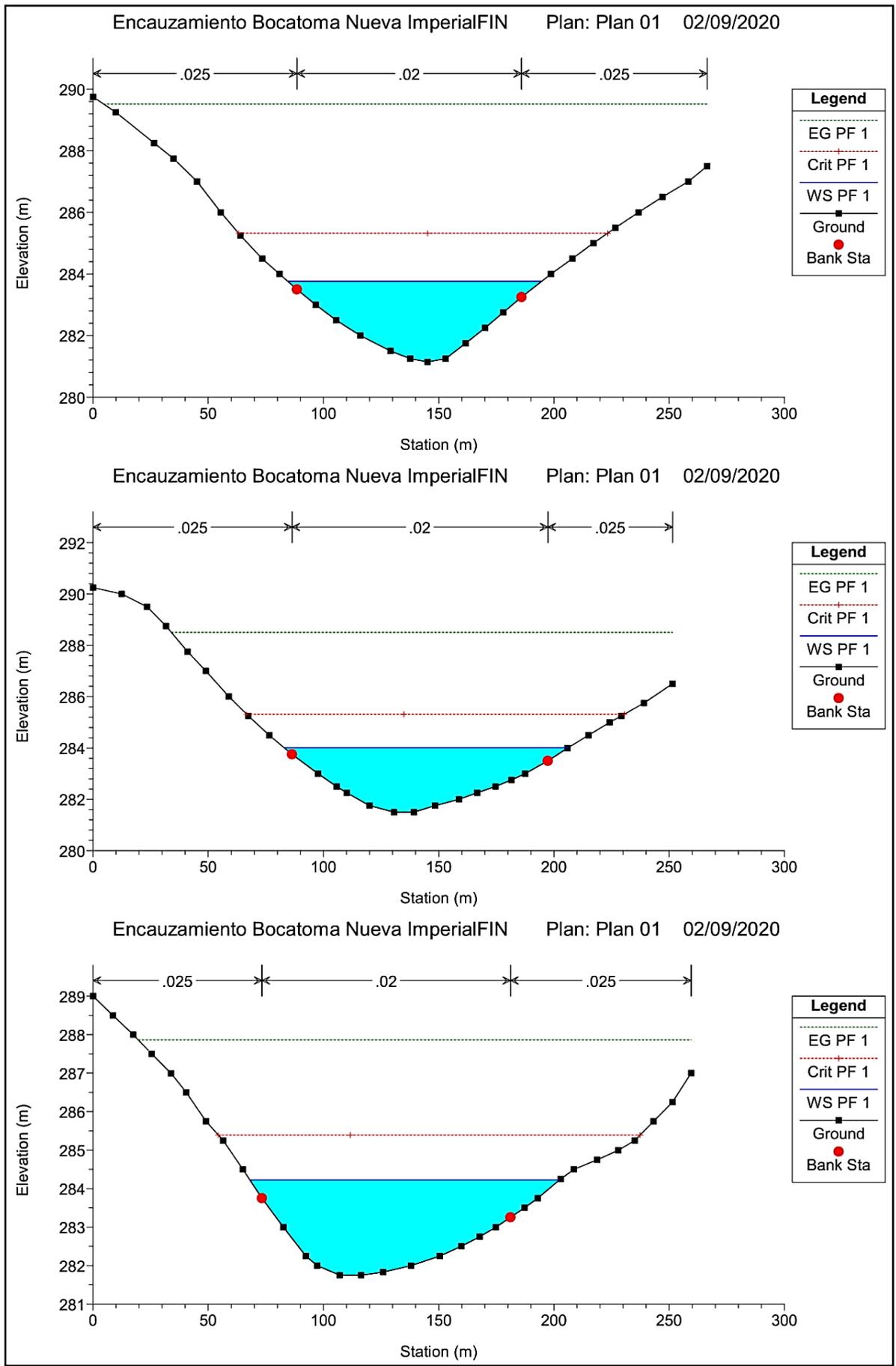
Encauzamiento Bocatoma Nueva ImperialFIN Plan: Plan 01 02/09/2020

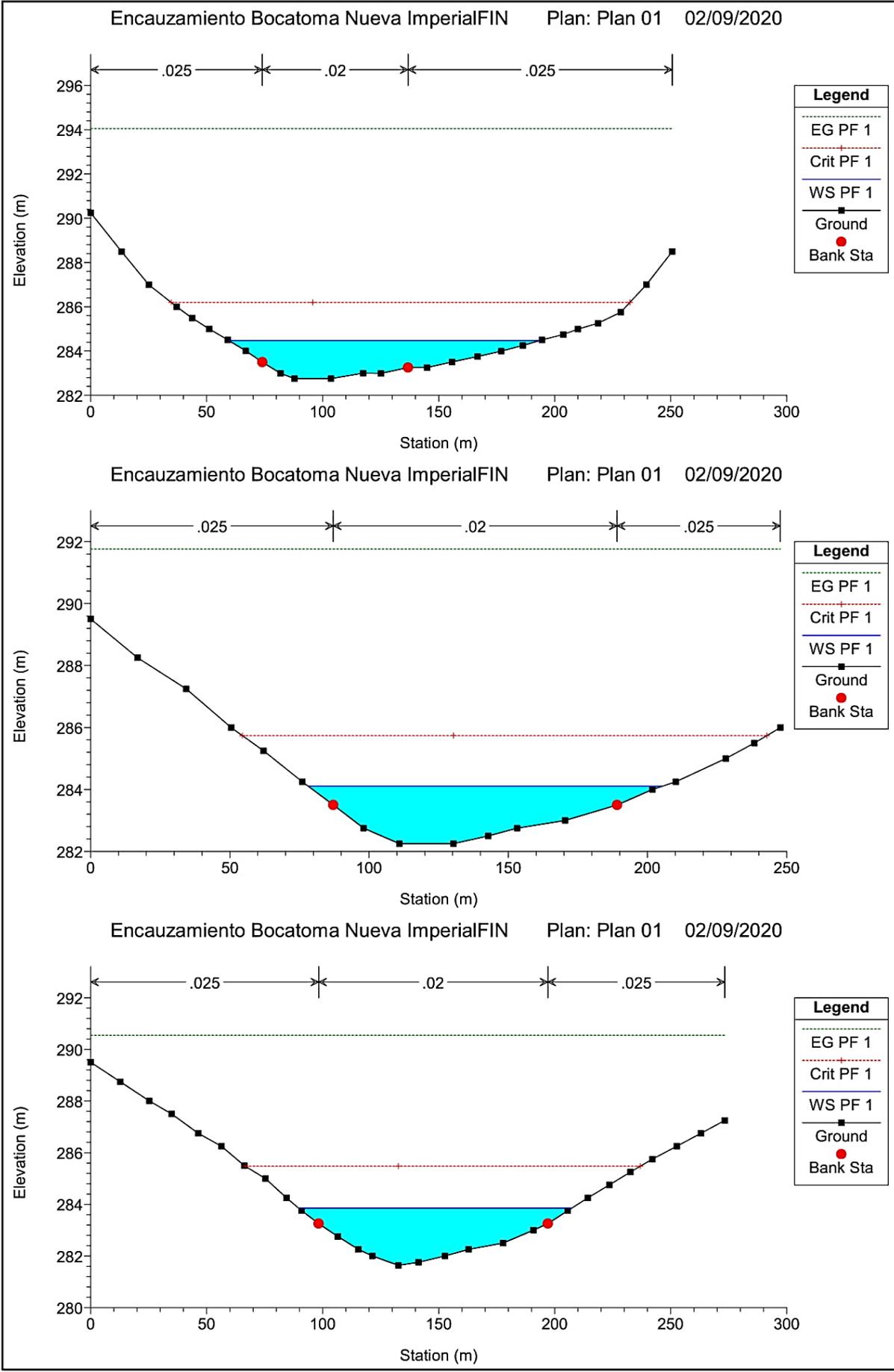


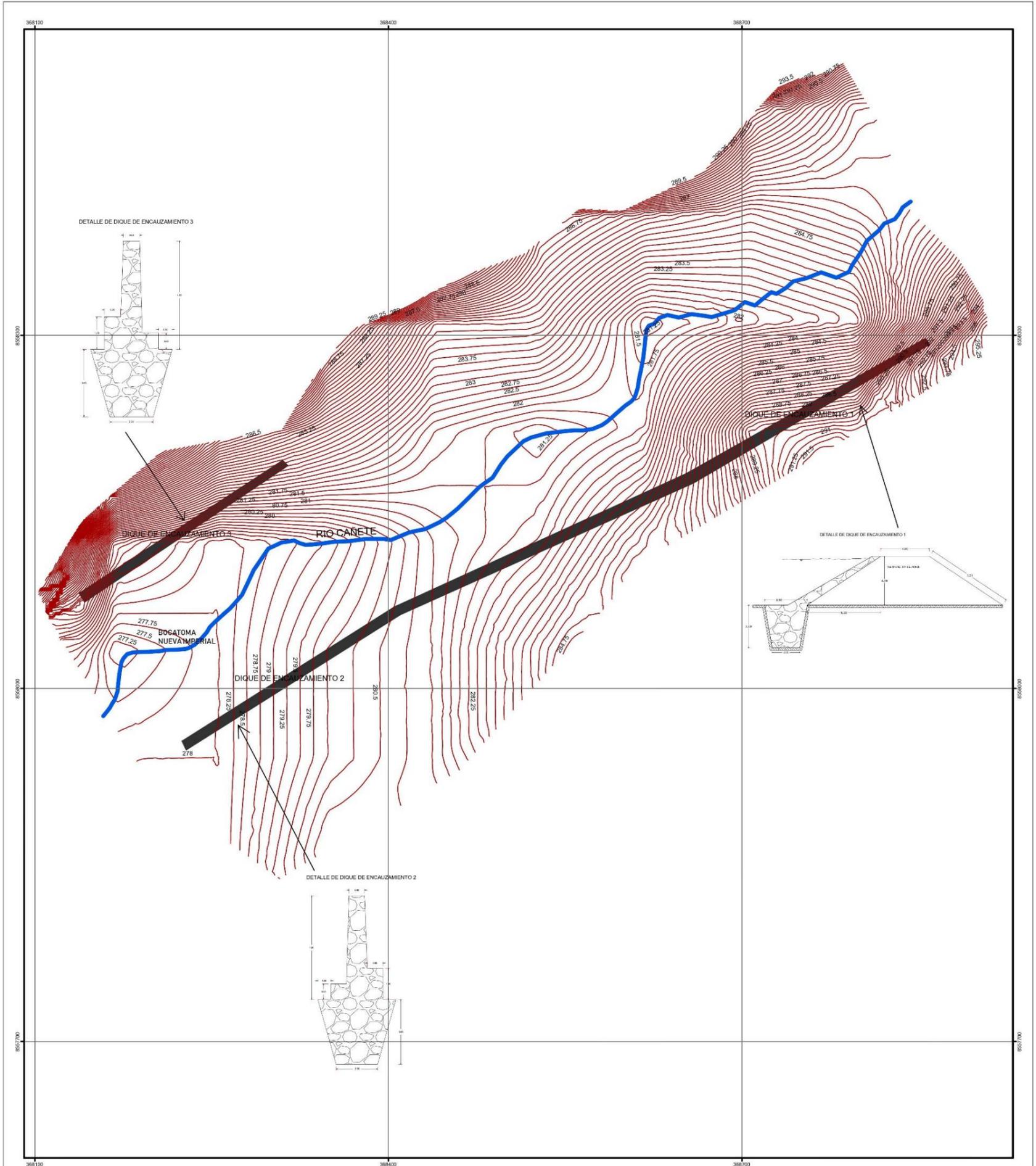












LEYENDA	
	CURVA DE NIVEL
	RIO
	DIQUES

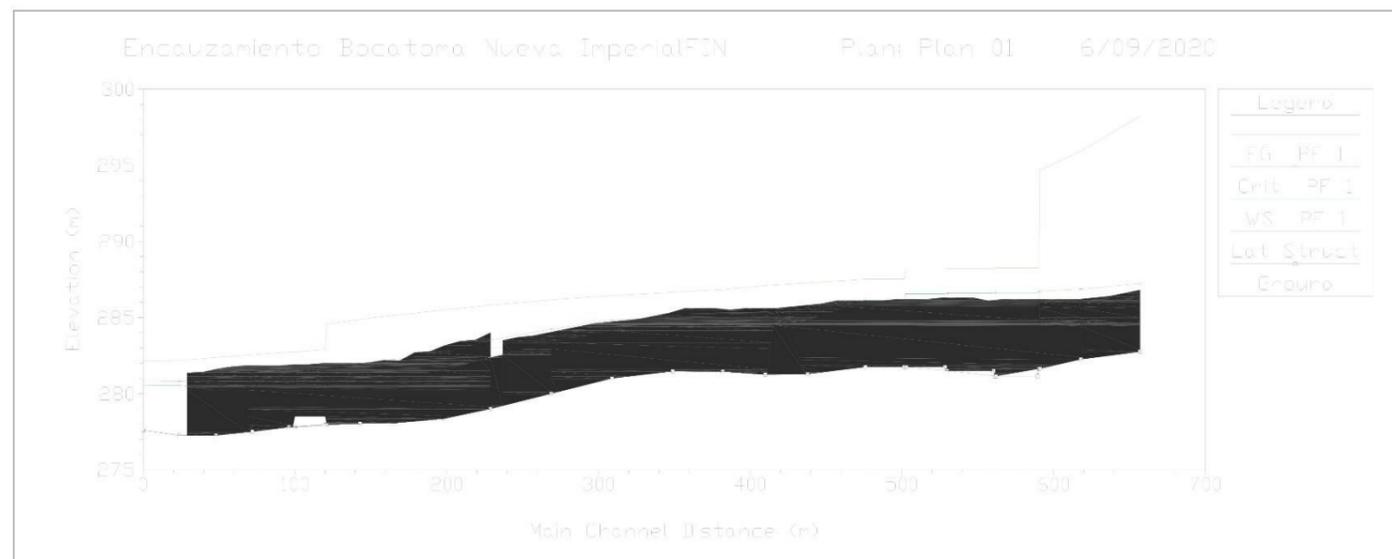
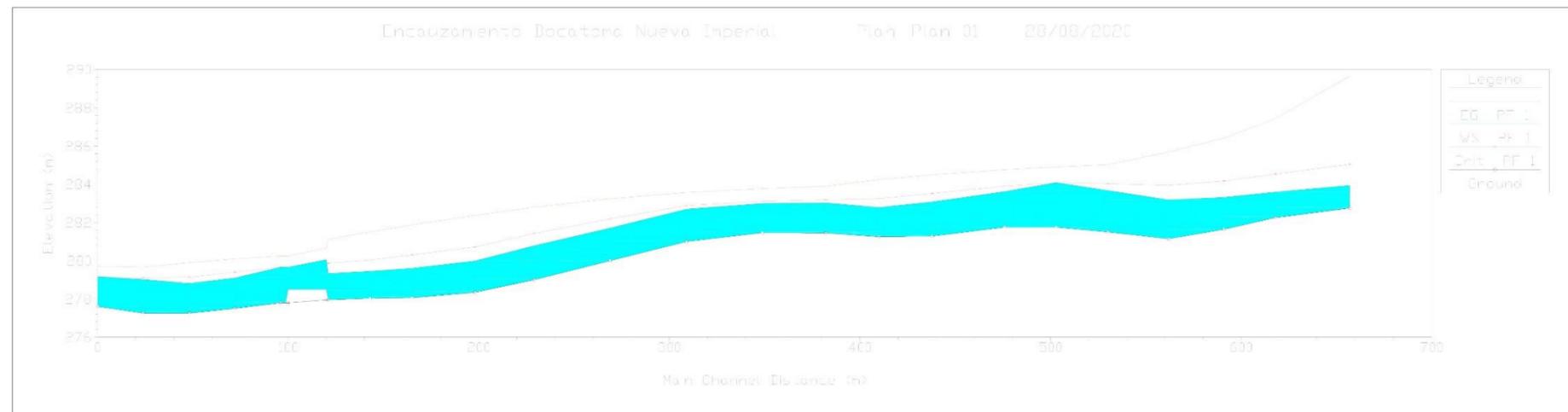


USMP

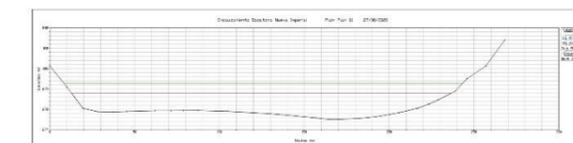
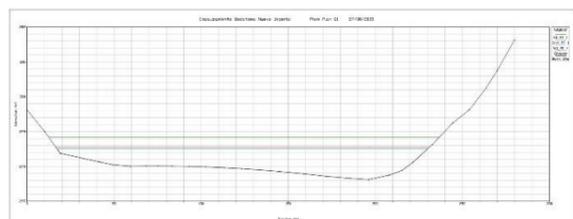
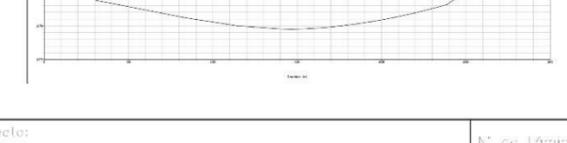
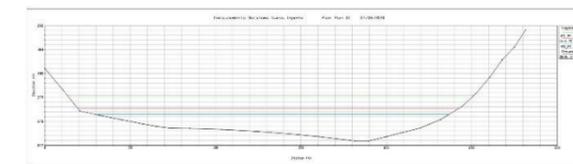
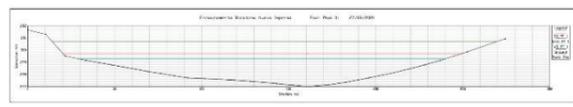
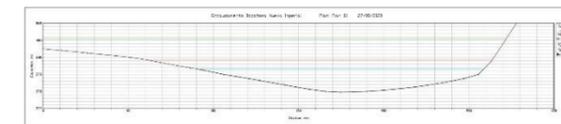
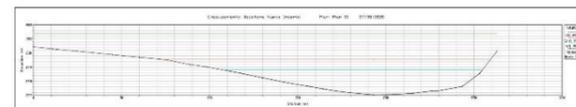
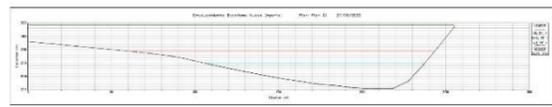
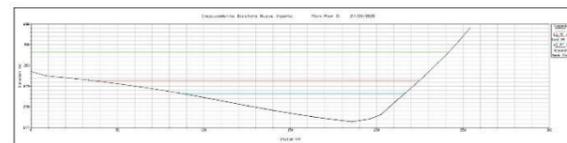
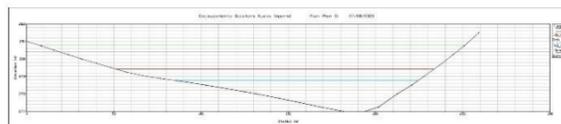
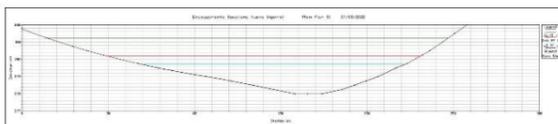
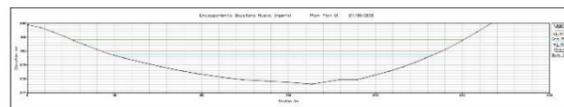
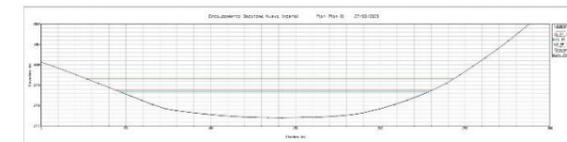
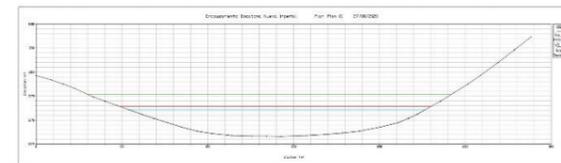
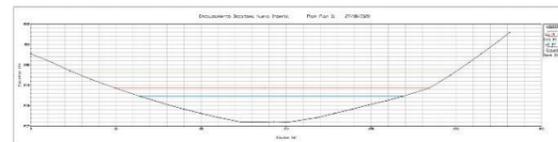
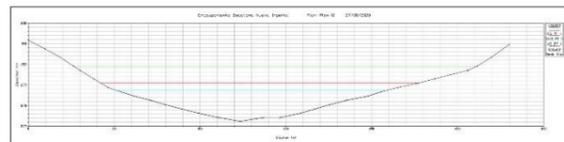
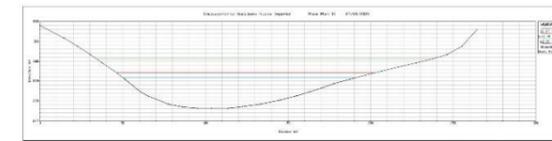
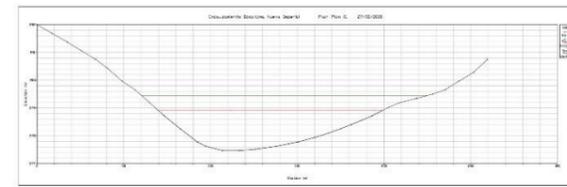
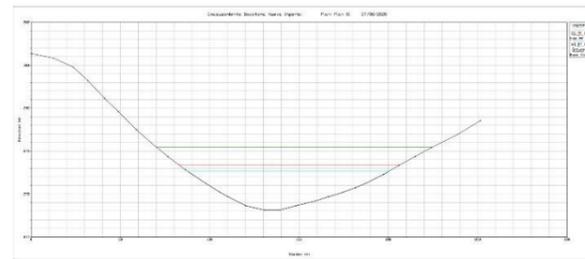
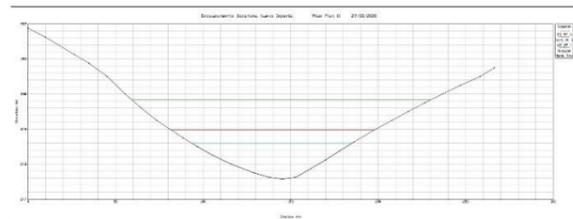
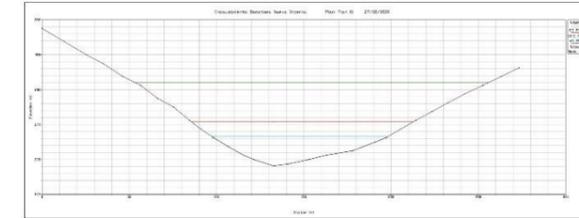
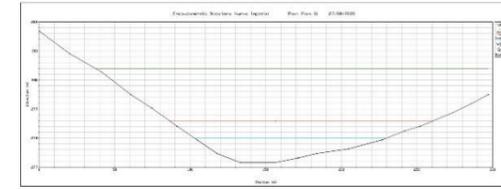
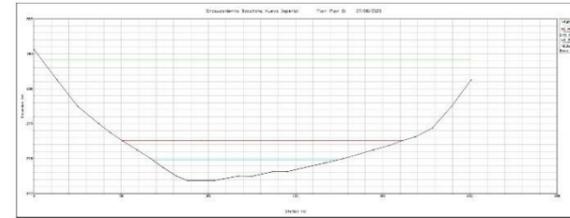
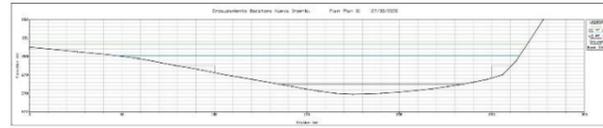
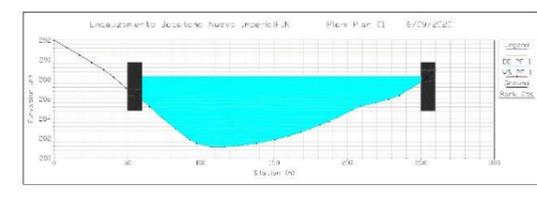
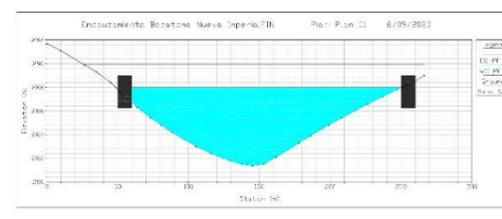
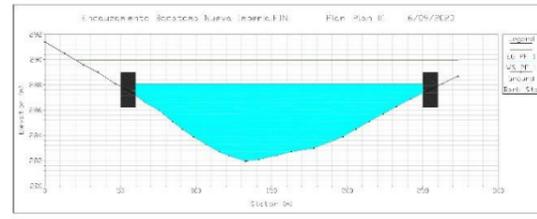
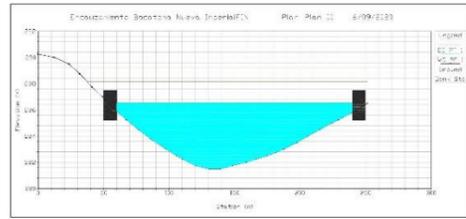
UNIVERSIDAD
SAN MARTÍN DE PORRES
FACULTAD DE INGENIERIA
Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LIMA

Proyecto:	MÓDULO HIDRÁULICO PARA DETERMINAR EL PREDIMENSIONAMIENTO DE DIQUES DE ENCAUZAMIENTO EN EL RÍO CAÑETE TRAMO ACUAS ARRIBA DE LA BOCATOMA NUEVA IMPERIAL - CAÑETE
Ubicación:	Bocatoma Nueva Imperial - Cañete
Plano:	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO
Autores:	
Bach. López Tacuri, Dante	Mg. Ing. Ernesto Antonio Villar Galilea
Bach. Vega Apesteguía, Luis Anzo	Ing. Juan Manuel Obillos Sotelo Marín

Nº de Lámina	01
Escala:	1:1500
Fecha:	31 DE FEBRERO 2020



 USMP UNIVERSIDAD SAN MARTÍN DE PORRES FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL LIMA	Proyecto: MODELO HIDRÁULICO PARA DETERMINAR EL PREDIMENSIONAMIENTO DE DIQUES DE ENCAUZAMIENTO EN EL RÍO CAÑETE TRAMO AGUAS ARRIBA DE LA BOCATOMA NUEVA IMPERIAL – CAÑETE	N° de Lámina
	Ubicación: Bocatoma Nueva Imperial- Cañete	03
	TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL	
	Plano: VISTA DE PERFIL DE DIQUES	Escala: S/F
	Autores: Bach. López Tacurí, Dante Bach. Vega Apostegui, Luis Angel	Asesores: Mg. Ing. Ernesto Antonio Villar Gallardo Ing. Juan Manuel Obitos Santo Merito



 USMP UNIVERSIDAD SAN MARÍN DE PORRES FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL LIMA	Proyecto: VOTO HIDRÁULICO PARA DETERMINAR EL PREREDISEÑO DE DIQUES DE INCALZAMIENTO EN EL RÍO CAÑETE TRAVO AGUAS ARRIBA DE LA BOCATOMA NUEVA IMPERIAL - CAÑETE	N.º de Lámina
	Ubicación: Bocatoma Nueva Imperial - Cañete	02
	Plane: SECCIONES TRANSVERSALES DE DIQUES	Escala: S/L
	Autores: Bach. Apex Tacuri, Darío Bach. Vega Apestegu, Luis Ángel	Asesores: Mg. Ing. Ernesto Antonio Villar Gallardo Ing. Juan Manuel Oñites Somoza

PANEL FOTOGRÁFICO

	Página
1. Extracción de calicatas	265
2. Calicatas 1	266
3. Calicatas 2	267
4. Calicatas 3	268
5. Levantamiento topográfico	269
6. Laboratorio de suelos	271

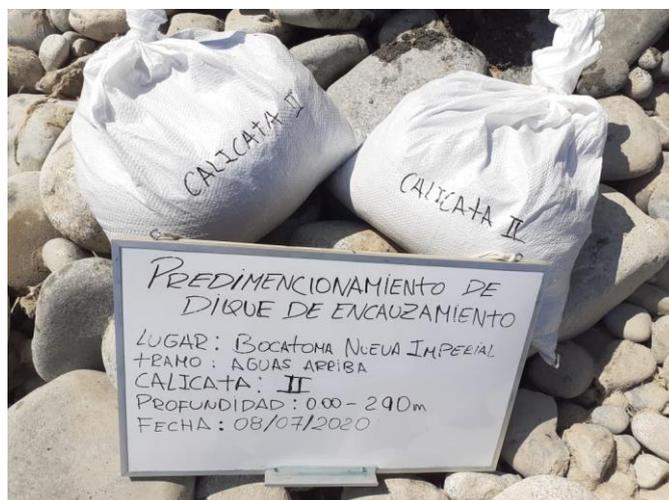
EXTRACCIÓN DE CALICATAS



Calicata 1



Calicata 2



Calicata 3



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



LABORATORIO DE SUELOS

Ensayo de análisis granulométrico (Clasificación SUCS)



Ensayo de Gravedad Específica de los Solidos



FUENTES DE INFORMACIÓN

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcántara García, D. (2014). Topografía y sus aplicaciones, Primera edición – Azcapotzalco - México.

Braja M. (2012), Fundamentos de ingeniería de cimentaciones, 7ma Edición Parte 1, Editorial Cengage Learning pág. 138., Santa Fe – México.

Chong, D. & Silva, E. (2018) Diseño de Defensas Ribereñas para el encauzamiento en las zonas vulnerables de la quebrada Lupín, Huarmey – Ancash (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil), Universidad San Martín de Porres, Lima – Perú.

Dávila Reyes F. (2017) Vulnerabilidad y riesgos frente a eventos hidrológicos extremos. I Congreso internacional de ingeniería y dirección de proyectos, p, 259-260.

Elioska, M.& Liccett, M. (2007) Descripción de las defensas ribereñas (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil), Universidad de Oriente, Barcelona – Venezuela.

Espinoza, L. & Torres, J. (2015). Diseño Hidráulico y Estructural de diques para el encauzamiento del Río Virú entre Zaraque y Tomabal, Provincia de Virú – Departamento de la Libertad (Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil), Universidad Privada Antenor Orrego, La Libertad – Perú.

Flores, O. (2015) Propuesta y Análisis de Diseño de Defensas Ribereñas en el Río llave Zona Rural C.P. Santa Rosa de Huayllata – llave (Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil), Universidad Nacional del Altiplano, Departamento de Puno – Perú.

Huancas, C. (2019) Modelamiento Hidráulico con Hec-ras para la prevención de Inundaciones desde el Km 44+100 al Km 49+100 en el Río Reque (Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil), Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo – Departamento de Trujillo – Perú.

Linco, N (2015). Diseño de defensas fluviales río Cruces en San José de la Mariquina (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil en Obras Civiles), Universidad Austral de Chile, Valdivia – Chile.

Lligui, E. & Ñauta, P. (2014). Analisis Geotecnico – Economico comprativo entre diques construidos con material arcilloso gravosos en el proyecto control de inundación del Rio Cañar (Tesis Posgrado), Universidad de Cuenca, Cuenca – Ecuador.

Lucio Alonso, M. (2017) Rehabilitación Ambiental y Encauzamiento del Río Juan Díaz en la Ciudad de Panamá (Tesis para optar el grado de Ingeniería en Obras Publicas), Universidad Da Coruña, Corregimiento de Juan Díaz – Ciudad de Panamá.

Otiniano, D. & Cielo, J. (2016) Diseño Hidráulico y Estructural de la Defensa ribereña del Río Nepeña, Sector Puente Huambacho – Distrito de Nepeña – Santa – Departamento de Ancash (Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil), Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote – Perú.

Pascual, A. & Díaz, M. (2016), Guía práctica sobre modelización hidrológico y el modelo HEC.HMS parte 1, Centro para el conocimiento del paisaje, Madrid – España.

Rojas, F. (2014) Bases de Diseño Hidráulico para los Encauzamientos o Canalizaciones de Ríos (Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil), Universidad Central de Ecuador, Quito – Ecuador.

Rocha Felices, A. (2003). La bocatoma estructura clave en un proyecto de aprovechamiento hidráulico. Revista Ingeniería Civil, Edición N°2, p, 3-2.

Rocha Felices, A. (2003). La bocatoma estructura clave en un proyecto de aprovechamiento hidráulico. Revista Ingeniería Civil, Edición N°2, p, 4-3.

Rocha Felices, A. (2003). La bocatoma estructura clave en un proyecto de aprovechamiento hidráulico. Revista Ingeniería Civil, Edición N°2, p, 16-15.

Rocha Felices, A. (2003). La bocatoma estructura clave en un proyecto de aprovechamiento hidráulico. Revista Ingeniería Civil, Edición N°2, p, 18-16.

Simeón Cañas, J. (1996). Análisis de Tamaño de partículas por tamizado en agregados fino y grueso y determinación de material más fino que en tamiz N°200 (75um) en agregado mineral por lavado, de la Universidad Centroamericana, San Salvador – El Salvador.

Villacreces, J. (2010). Modelaje Hidráulico y aplicación del uso de espigones en una sección curva del río Chiche (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil), Universidad San Francisco de Quito, Quito – Ecuador.

REFERENCIAS ELECTRÓNICA

Ing. Alunni, J. (2002). Fundamentos de Ingeniería Diques. Recuperado de <http://ing.unne.edu.ar/dep/eol/fundamento/tema/T11d.pdf>

Geocuantic. (2018). ¿Qué es y en que consiste el estudio geotécnico?, Madrid – España, recuperado de: <https://geoquantics.com/2018/11/23/consiste-estudio-geotecnico/>

Quispe Alvinagorta, C. (06 de junio 2016). Bocatomas. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/314961320/Tipos-de-Bocatomas>.

Servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú (2014). El fenómeno EL NIÑO en el Perú. P.8, A23. Recuperado de: http://www.minam.gob.pe/wpcontent/uploads/2014/07/DossierEINI%C3%B1o-Final_web.pdf.

Vásquez, J. Diferencias entre dique, presa, represa. Recuperado de https://www.academia.edu/30884959/Diferencias_entre_dique_presa_represa_y_embalse



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**MODELAMIENTO HIDRÁULICO PARA DETERMINAR EL
PREDIMENSIONAMIENTO DE DIQUES DE ENCAUZAMIENTO
EN EL RÍO CAÑETE TRAMO AGUAS ARRIBA DE LA
BOCATOMA NUEVA IMPERIAL-CAÑETE**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR

LÓPEZ TACURÍ, DANTE EDWIN

VEGA APESTEGUI, LUIS ANGEL

LIMA – PERÚ

2020-I