



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

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 OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Br. Huancas Huancas, Cesar Edgardo (ORCID: 0000-0002-2636-5492)

**ASESORES:**

Dr. Loayza Rivas, Carlos Adolfo (ORCID: 0000-0001-7913-1641)

Mg. Benites Chero, Julio César (ORCID: 0000-0002-6482-0505)

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento.

CHICLAYO - PERÚ

2019

## **Dedicatoria**

### **A DIOS**

Por haberme dado la sabiduría de permitirme llegar a esta instancia y darme salud para alcanzar cada objetivo que voy aprendiendo a diario.

### **A MIS PADRES**

Por el apoyo en todo momento, por sus consejos, valores, que los caracteriza y que me vienen enfundando siempre, con la motivación para salir adelante y por su amor.

### **A MIS MAESTROS**

Por el apoyo y motivación por la culminación de cada curso, por su tiempo compartido en cada clase y por impulsar el desarrollo de mi formación profesional.

### **A MIS AMIGOS**

Por el apoyo mutuo durante la formación profesional y que hasta ahora lo venimos haciendo en cada clase.

**Cesar Edgardo Huancas Huancas.**

## **Agradecimiento**

Quiero en primer lugar agradecer a Dios, por guiarme en el camino y fortalecerme espiritualmente para empezar un camino lleno de éxito.

Les agradezco a mis padres y hermanos, que quienes con sus consejos fueron el motor de arranque y mi constante motivación, gracias por su paciencia y comprensión, y sobre todo su amor y ejemplo de vida.

**Cesar Edgardo Huancas Huancas**

## Página del jurado

0300



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### ACTA DE SUSTENTACIÓN

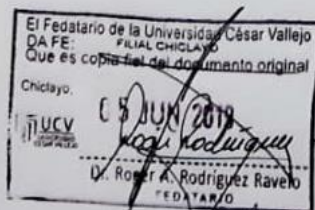
En la ciudad de Chiclayo, siendo las 10:00 horas del día 30 de mayo del 2019, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Dirección de Investigación N° 0877 - 2019 -UCV-CH, de fecha 28 de mayo, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis titulada: **MODELAMIENTO HIDRÁULICO CON HEC-RAS PARA LA PREVENCIÓN DE INUNDACIONES DESDE EL KM 44+100 AL KM 49+100 EN EL RÍO REQUE**, presentada por el Bachiller: **HUANCAS HUANCAS, CESAR EDGARDO** con la finalidad de obtener el Título de Ingeniero Civil, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

- Presidente: **Mg. Carlos Javier Ramírez Muñoz**
- Secretario: **Mg. Julio César Benites Chero**
- Vocal: **Dr. Carlos Adolfo Loayza Rivas**

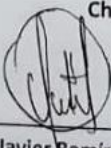
Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:


APROBADO POR UNANIMIDAD.

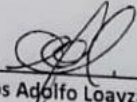
Siendo las 11:00 horas del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.



Chiclayo, 30 de mayo del 2019

  
Mg. Carlos Javier Ramírez Muñoz  
Presidente

  
Mg. Julio César Benites Chero  
Secretario

  
Dr. Carlos Adolfo Loayza Rivas  
Vocal



## Declaratoria de autenticidad

Yo César Huancas Huancas con DNI N°70608681, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniera, Escuela Académico Profesional de Ingeniera Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño en veraz y autentica.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Chiclayo, 12 de diciembre del 2018.



-----  
César Huancas Huancas

DNI: 70608681

## Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página del jurado .....	iv
Declaratoria de autenticidad .....	v
Índice .....	vi
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Realidad Problemática. ....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Trabajos Previos .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3. Teorías Relacionadas al tema .....</b>	<b>5</b>
<b>1.4. Formulación del problema .....</b>	<b>14</b>
<b>1.5. Justificación del estudio.....</b>	<b>14</b>
<b>1.6. Hipótesis.....</b>	<b>14</b>
<b>1.7. Objetivos .....</b>	<b>14</b>
<b>II. MÉTODO .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1. Diseño de Investigación .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2. Variables, Operacionalización .....</b>	<b>16</b>
<b>2.3. Población y muestra.....</b>	<b>19</b>
<b>2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....</b>	<b>19</b>
<b>2.5. Métodos de análisis de datos .....</b>	<b>20</b>
<b>2.6. Aspectos éticos.....</b>	<b>20</b>
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>21</b>
<b>IV. DISCUSIONES.....</b>	<b>26</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>27</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>28</b>
<b>VII. REFERENCIAS .....</b>	<b>29</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>33</b>
<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS.....</b>	<b>152</b>

<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV .....</b>	<b>153</b>
<b>AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>154</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Registro de Caudales Máximos de la Bocatoma Monsefú – Reque (2006 - 2017) y Caudales de diseño de los 03 métodos estadísticos: M. Gumbel, M. Nash, M. Lebediev. ....	23
<b>Figura 2:</b> Identificación de los tramos críticos desde el km 44+100 al km 49+100 en el Río Reque. ....	24
<b>Figura 3:</b> Ubicación geográfica del tramo en estudio. ....	39
<b>Figura 4:</b> Levantamiento topográfico del tramo en estudio. ....	40
<b>Figura 5:</b> Vista del tramo en estudio - Río Reque. ....	40
<b>Figura 6:</b> Valores de Er en función de Cv y P. ....	64
<b>Figura 7:</b> Excavación de la Calicata N°01. ....	67
<b>Figura 8:</b> Excavación de la Calicata N°02. ....	68
<b>Figura 9:</b> Excavación de la Calicata N°03. ....	68
<b>Figura 10:</b> Excavación de la Calicata N°04. ....	68
<b>Figura 11:</b> Peso de muestra extraída húmeda. ....	70
<b>Figura 12:</b> Peso de muestra seca una vez retirada del horno. ....	70
<b>Figura 13:</b> Peso de muestra extraída húmeda. ....	76
<b>Figura 14:</b> Peso de muestra seca una vez retirada del horno. ....	76
<b>Figura 15:</b> Cuarteo de muestra seca. ....	76
<b>Figura 16:</b> Establecimiento de tamices. ....	77
<b>Figura 17:</b> Colocación de muestra en el tamiz. ....	77
<b>Figura 18:</b> Cuarteo de muestra seca. ....	77
<b>Figura 19:</b> Saturación de muestra seca por 24 hr. ....	84
<b>Figura 20:</b> Secado de muestra. ....	84
<b>Figura 21:</b> Desmoronamiento de la muestra. ....	84
<b>Figura 22:</b> Fiola. ....	85
<b>Figura 23:</b> Peso de Fiola + agua. ....	85
<b>Figura 24:</b> Peso de Fiola + agua + muestra. ....	85
<b>Figura 25:</b> Extracción de aire atrapado dentro de la suspensión del suelo en agua. ....	86
<b>Figura 26:</b> Muestra seca. ....	86
<b>Figura 27:</b> Ubicación satelital de la cantera Siete Techos. ....	89
<b>Figura 28:</b> Muestras de rocas extraídas. ....	89
<b>Figura 29:</b> Peso de muestra seca. ....	89

<b>Figura 30:</b> Saturación de la muestra por 24 horas.....	90
<b>Figura 31:</b> Saturación de la muestra por 24 horas.....	90
<b>Figura 32:</b> Parámetros Hidráulicos del cauce del río Reque.....	98
<b>Figura 33:</b> Socavación dique curvo (R= 300°).....	101
<b>Figura 34:</b> Socavación dique curvo (R= 250°).....	101
<b>Figura 35:</b> Socavación dique curvo (R=150°).....	102
<b>Figura 36:</b> Diseño preliminar curvo (R= 300°).....	104
<b>Figura 37:</b> Diseño preliminar Dique (R=250°).....	104
<b>Figura 38:</b> Diseño Preliminar Dique (R=150°).....	105
<b>Figura 39:</b> Dimensionamiento del enrocado.....	106
<b>Figura 40:</b> Estabilidad Dique curva.....	106
<b>Figura 41:</b> Diseño de dique curva (R = 300°).....	107
<b>Figura 42:</b> Diseño de dique curva (R=250°).....	107
<b>Figura 43:</b> Diseño de dique curva (R=150°).....	108
<b>Figura 44:</b> Caudales de la Bocatoma Monsefú – Reque Año 2006.....	109
<b>Figura 45:</b> Caudales de la Bocatoma Monsefú – Reque Año 2007.....	110
<b>Figura 46:</b> Caudales de la Bocatoma Monsefú – Reque Año 2008.....	111
<b>Figura 47:</b> Caudales de la Bocatoma Monsefú – Reque Año 2009.....	112
<b>Figura 48:</b> Caudales de la Bocatoma Monsefú – Reque Año 2010.....	113
<b>Figura 49:</b> Caudales de la Bocatoma Monsefú – Reque Año 2011.....	114
<b>Figura 50:</b> Caudales de la Bocatoma Monsefú – Reque Año 2012.....	115
<b>Figura 51:</b> Caudales de la Bocatoma Monsefú – Reque Año 2013.....	116
<b>Figura 52:</b> Caudales de la Bocatoma Monsefú – Reque Año 2014.....	117
<b>Figura 53:</b> Caudales de la Bocatoma Monsefú – Reque Año 2015.....	118
<b>Figura 54:</b> Caudales de la Bocatoma Monsefú – Reque Año 2016.....	119
<b>Figura 55:</b> Caudales de la Bocatoma Monsefú – Reque Año 2017.....	120

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Valores de Periodos de retorno de diseño recomendado. ....	7
<b>Tabla 2:</b> Registro de Caudales Máximo Anuales – Estación de aforo Bocatoma Monsefú – Reque. ....	21
<b>Tabla 3:</b> Resumen de avenidas por el M. de Gumbel ( $m^3/s$ ). ....	22
<b>Tabla 4:</b> Resumen de avenidas por el M. de Nash ( $m^3/s$ ). ....	22
<b>Tabla 5:</b> Resumen de avenidas por el M. Lebediev ( $m^3/s$ ). ....	23
<b>Tabla 6:</b> Resumen de ensayos. ....	24
<b>Tabla 7:</b> Valores de datos ingresados al software river. ....	25
<b>Tabla 8:</b> Resumen de las estaciones de control para el levantamiento topográfico. ....	38
<b>Tabla 9:</b> Coordenadas UTM del levantamiento topográfico. ....	41
<b>Tabla 10:</b> Registro de Caudales Máximos Anuales –Bocatoma Monsefú - Reque. ....	54
<b>Tabla 11:</b> Cálculos preliminar con el método Gumbel. ....	54
<b>Tabla 12:</b> Valores de $\bar{Y}_N$ y $\sigma_N$ en función de N. ....	55
<b>Tabla 13:</b> Caudal Máximo para diferentes períodos de retorno (T). ....	55
<b>Tabla 14:</b> Resumen del Caudal Máximo para diferentes períodos de retorno (T). ....	56
<b>Tabla 15:</b> Valores de $\phi$ para diferentes períodos de retorno (T). ....	56
<b>Tabla 16:</b> Valores de $\sqrt{N \alpha \sigma_m}$ en función de $\phi$ . ....	57
<b>Tabla 17:</b> Valores para el intervalo de confianza $\Delta Q$ para diferentes períodos de retorno (T). .....	58
<b>Tabla 18:</b> Valores de los caudales de diseño para diferentes períodos de retorno (T). ....	58
<b>Tabla 19:</b> Cálculos preliminar con el método Nash. ....	59
<b>Tabla 20:</b> Cálculos de los caudales máximos para los diferentes periodos de retorno. ....	60
<b>Tabla 21:</b> Resumen del cálculo de los valores de “Xi” ....	60
<b>Tabla 22:</b> Resumen del cálculo de los valores del intervalo de confianza “ $\Delta Q$ ” ....	61
<b>Tabla 23:</b> Resumen del cálculo de los valores del intervalo de confianza “ $\Delta Q$ ” ....	61
<b>Tabla 24:</b> Cálculos preliminar con el método Lebediev. ....	62
<b>Tabla 25:</b> Valores de P en función al período de retorno T. ....	63
<b>Tabla 26:</b> Valores de K. ....	63
<b>Tabla 27:</b> Resumen de los valores de K, en función a $C_s = 2.48$ ....	64
<b>Tabla 28:</b> Resumen de los valores de $E_r$ , en función a $C_v$ y P. ....	65
<b>Tabla 29:</b> Resumen de los caudales máximos. ....	65
<b>Tabla 30:</b> Resumen de los valores del intervalo de confianza. ....	65

<b>Tabla 31:</b> Resumen de los valores del intervalo de confianza.....	66
<b>Tabla 32:</b> Caudales de diseño por cada método: Gumbel, Nash, Lebediev. ....	66
<b>Tabla 33:</b> Descripción de ubicación de calicatas.....	67
<b>Tabla 34:</b> Taludes recomendados para diferentes tipos de materiales. ....	91
<b>Tabla 35:</b> Valores de “n” según las características del río. ....	92
<b>Tabla 36:</b> Recomendación Práctica para el ancho estable (m). ....	94
<b>Tabla 37:</b> Valores de “K <sub>1</sub> ” de acuerdo a las características del río. ....	95
<b>Tabla 38:</b> Valores de “F <sub>b</sub> ” y “F <sub>s</sub> ” de acuerdo a las características del río. ....	95
<b>Tabla 39:</b> Valores de “k” y “m” de acuerdo a las características del río.....	96
<b>Tabla 40:</b> Valores del coeficiente K <sub>s</sub> . ....	98
<b>Tabla 41:</b> Valores del coeficiente $\phi$ . ....	98
<b>Tabla 42:</b> Selección de "x" en suelos cohesivos o suelos no cohesivos. ....	100
<b>Tabla 43:</b> Valores del coeficiente $\beta$ .....	101
<b>Tabla 44:</b> Valores recomendados para C <sub>1</sub> .....	105
<b>Tabla 45:</b> Valores recomendados para C <sub>2</sub> .....	106

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1:</b> Operacionalización de Variable Independiente .....	17
<b>Cuadro 2:</b> Operacionalización de Variable Dependiente .....	18



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación cuyo título es “Modelamiento Hidráulico con hec-ras para la prevención de Inundaciones desde el km 44+100 al km 49+100 en el Río Reque”, tiene como objetivo principal realizar el modelamiento hidráulico del Río Reque con el fin de identificar los tramos críticos y así prevenir las inundaciones, proponiendo como solución las defensas ribereñas (muros laterales).

La investigación surge de la observación de un problema muy frecuente presentado en épocas de avenidas, esto referido a la inexistencia de obras de protección de defensas ribereñas en el Río Reque, que traen consigo pérdidas de productos agrícolas, para la investigación se trabajó con una muestra no probabilística a juicio, correspondiente al tramo del río que comprende desde el km 44+100 al 49+100.

Asimismo, en lo que corresponde a la recolección de información se utilizaron técnicas de gabinete (fichas de resumen, bibliografías y de comentario) campo (equipos topográficos, herramientas manuales, entre otros), junto a los instrumentos para el procesamiento de datos como: Microsoft Excel 2016, Software hec-ras, AutoCAD 2016, AutoCAD Civil 3d 2016, Software River.

Finalmente se tuvo como resultado del modelamiento los tramos críticos de inundación situados en el tramo en estudio en el Río Reque, que causaran pérdidas agrícolas a la población y sectores aledaños. Como solución se propuso plantear defensas ribereñas con la utilización del software river para cada tramo crítico presentado a través del modelamiento logrando así la prevención a futuras inundaciones, esto permite comprobar la hipótesis que sí se realiza el modelamiento hidráulico con hec-ras entonces, se verificara las condiciones favorables en la prevención de inundaciones desde el km 44+100 al km 49+100 en el Río Reque.

**Palabras clave:** modelamiento hidráulico, software hec-ras, defensa ribereña.

## ABSTRACT

This research paper titled "HYDRAULIC MODELING HEC-RAS FOR PREVENTING FLOODING FROM KM 44 + 100AL KM 49 + 100 ON THE RIVER REQUE" has as its main objective to carry out the hydraulic modeling of river Reque order to identify critical sections and prevent floods, proposing as a solution coastal defenses (side walls).

The investigation stems from the observation of a very common problem posed in times of flood, this refers to the lack of protection works coastal defenses in the Reque River, which bring losses of agricultural products, for research he worked with a sample nonprobability to trial for the stretch of river comprising from km 44 + 100 to km 49 + 100.

Also in corresponding to the data collection techniques cabinet (Summary, bibliographies and comment) and field (surveying equipment, hand tools etc.) they are used, along with tools for data processing such as: Microsoft Excel 2017, software Hec - Ras, AutoCAD 2016, AutoCAD Civil 3D 2016, River software.

Finally it had the results of modeling flood critical sections located in the stretch under study in the Reque River, which will cause agricultural losses to the population and surrounding areas. As a solution it was proposed to raise river coastal defenses use of the software river for each critical section presented through modeling thus ensuring the prevention of future floods, this allows you to test the hypothesis that yes, hydraulic modeling with Hec-Ras is done then, verify the favorable conditions in flood prevention from km 44 + 100 to km 49 + 100 in the Reque River.

**Keywords:** hydraulic modeling, Hec-Ras software, coastal defense.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad Problemática.**

Actualmente la convivencia la persona y la naturaleza es inevitable, la cual se encuentra en constante movimiento y transformación.

A lo largo de la historia, el hombre ha tratado y ha buscado la forma de protegerse de los efectos de los fenómenos naturales (atmosféricos, hidrometeorológicos) y de los peligros antropogénicos (peligros generados por el ser humano).

Las inundaciones a nivel mundial han sido uno de los múltiples problemas por el cual el ser humano ha tenido que afrontar. Fenómeno natural que, suele presentarse en zonas urbanas y rurales generando muchos impactos negativos como: pérdidas económicas, daños materiales, epidemias, pérdidas humanas y de animales.

En Colombia por ser un país de riqueza hídrica, los diluvios simbolizan uno de los factores con mayor peligro para su desarrollo, ya que esta propenso a los desastres.

Estos eventos son registrados con mucha frecuencia en el Municipio de Paz de Río y Corrales en el Departamento de Boyacá, donde al verse afectados por las avenidas del río Chicamocha se optó por elaborar de un modelo de inundación en tiempo real conforme a los parámetros hidráulicos del río, que dará como resultado la predicción del riesgo.

Asimismo, el problema de desbordamiento de los ríos ocurre por la falta de prevención, en lo que es la carencia de implementación de obras de protección, poca reforestación, escasez de descolmatación, y a diferentes factores que intervienen para que los ríos puedan mantener su cauce natural sin causar ningún desastre natural.

A lo largo del año el país de México experimenta el embate de una gran variedad de desastres naturales debido a sus condiciones geográficas, entre los que suelen destacar: los fenómenos hidrometeorológicos los cuales provocan la inundación.

Particularmente las inundaciones suelen presentarse en el Valle de Guadiana en Durango, debido a la inundación pluvial, no por un exceso en las precipitaciones sino por la acumulación de agua que se genera a la topografía de baja pendiente que la zona presenta.

En el Perú los desbordamientos de los ríos son el problema más recurrente de cada año, debido a las fuertes precipitaciones que se presentan, la cual tiene época seca y de lluvia variada, sumando al tiempo donde suelen ocurrir los fenómenos naturales (El Niño) ocasionando así que los ríos aumenten a una gran magnitud, desbordándose y a la vez provocando daños, específicamente en el norte del país como: Lambayeque, Piura, La libertad.

La pobreza por la que atraviesa nuestro país junto con el crecimiento urbano desordenado ha obligado que gran parte de la población se ubique en los márgenes vulnerables de los ríos desafiando a los riesgos que puedan estar expuestos.

Debido a la predicción de las inundaciones es improbable establecer el daño y la magnitud que pueda ocasionar este fenómeno sobrenatural. Hoy en día, se vienen trabajando con tecnologías (software) y métodos que permitan simular a escala real de acuerdo a las características necesarias para la descripción de la zona en estudio, logrando así tomar medidas preventivas como proyectar defensas ribereñas para minimizar los daños que puedan ocasionar.

Durante los años de 1997- 1998 en el Perú se vivió uno de los peores desastres del Fenómeno El Niño, producto de las continuas lluvias torrenciales debido a la gran variedad climatológica, provocando que el caudal aumente de manera excesiva ocasionando inundaciones en zonas aledañas al río. Las cantidades aproximadas de la inundación por causa del fenómeno fueron: 73,759 damnificados, 81 centros educativos, 75 centros de salud, 14500 viviendas, 5180 hectáreas.

En los años 2016 y 2017 se manifestaron inundaciones a nivel local en el río Reque esto debido a que no se implementaron obras de protección de encauzamiento y de defensa ribereña en los márgenes del río. Las pérdidas agrícolas fueron de 150 ha entre ellas tenemos de. Camote, maíz. Ají, que ascienden a un aproximado de 150 mil soles. Para el año 2018 el Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT), ejecuto cuatro obras de protección con una inversión de más de 6 millones de soles en el río Reque y el canal Taymi, para contrarrestar el riesgo a inundaciones.

## 1.2. Trabajos Previos

### 1.2.1. Antecedentes Internacionales

**HÉRNANDEZ, Cuauhtémoc (2014, p.4)** de acuerdo a su trabajo de investigación: “MODELACIÓN DE ÁREAS DE AFECTACIÓN POR DESBORDAMIENTO DE RÍOS EN ZONAS DE TRANSICIÓN FLUVIAL, CASO DEL RÍO LA NTIGUA, VERACRUZ”. Tesis presentada para optar el Grado de Maestría en Ciencias ante la Universidad Autónoma de Querétaro. Tiene como propósito “Determinar la vulnerabilidad de predicción en zonas afectadas por desbordamientos mediante el modelo HEC-RAS y utilizando cuatro modelos digitales de elevación de diferente resolución y frente de obtención”. Concluyendo que “Las simulaciones cartográficas LIDAR por su precisión son adecuadas, debido a que brinda una cuantificación de zonas afectadas, por otro lado, para MDE provenientes de las curvas de nivel 1: 20,000 su utilización serviría para elaborar mapas de riesgo que ayuden a mantener a la población en zonas seguras”

**MALAGON, Patricia (2012, p.24)** realizo la investigación “ANÁLISIS DE INUNDACIÓN EN EL VALLE DE GUADIANA DURANGO, MÉXICO”. Tesis presentada para optar el Grado de Maestría en Ciencias ante el Instituto Politécnico Nacional. Tiene como propósito “Ejecutar un Análisis de avenidas en el Valle del Guadiana mediante simulación hidráulica con modelos hidrodinámicos junto con el uso del SIG (Sistemas de Información Geográfica)”. Concluyendo que “se logró identificar dos localidades: La Cinco de Mayo y La Ferreira, con muy alto riesgo socio-económico ante inundaciones, permitiendo ubicar a 4,410 personas con prioridad de actuación de su vulnerabilidad”

**MORA, Wilfredy y GILBERTO, Rene (2016, p.14)** realizó la investigación “MODELAMIENTO DE ZONAS DE INUNDACIÓN POR MEDIO DE LAS HERRAMIENTAS HEC-RAS, GEO-RAS Y ARC-GIS, PARA EL SECTOR COMPRENDIDO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE CORRALES-PAZ DE RÍO A LO LARGO DEL RÍO CHICAMOCHA, EN EL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ”. Tesis de graduación para obtener el Grado de Ingenieros Geólogos ante la Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia. Tiene como proposito

“Ejecutar un modelamiento en áreas de desbordamiento por medio de tecnología (software): Hec-ras, Geo-ras, Arc-gis”. Concluye que “se obtuvo la simulación del comportamiento hidrológico del Río Chicamocha en un lapso de tiempos de 5,20,50 y 100 años”

### **1.2.2. Antecedentes Nacionales.**

**MISAICO, Guillermo (2014, p.12)** en materia de la investigación: “MODELAMIENTO HIDRÁULICO DEL RÍO LIRCAY EN EL TRAMO DE LA CIUDAD DE OCOPA”. Tesis de graduación para obtener el Grado de Ingeniero Civil ante la Universidad Nacional de Huancavelica, siendo su propósito “determinar el modelamiento hidráulico del río Lircay en la ciudad de Ocopa, determinando el comportamiento del río bajo condiciones extremas de lluvias”. Concluyendo que “se pretende contribuir en la concepción, planificación y diseño” de estructuras que puedan servir como protección y control de avenidas.

**SOTO, Jorge (2017, p.3)** en su investigación: “MODELAMIENTO HIDRÁULICO Y DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS DEL RÍO AMOJÚ, LOCALIDAD EL PARRAL - JAÉN - CAJAMARCA”. Tesis de graduación para optar el Título de Ingeniero Civil ante la Universidad Nacional de Cajamarca, teniendo como propósito “determinar el peligro de desbordamiento del río Amojú en la localidad el Parral - Jaén”. Concluyendo que “reconocidas las áreas inundadas procederemos a diseñar obras de protección (defensa ribereña)”.

**TITO, Yuri (2017, p.7)** realizó la investigación “MODELAMIENTO HIDRÁULICO DEL RÍO CAÑETE SECTOR SOCSI – ALTURA PUENTE COLGANTE (9KM), CON FINES DE DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS”. Tesis de graduación para obtener el Título de Ingeniero Agrícola ante la Universidad Agraria La Molina, tiene como objetivo “hacer un modelamiento del hidráulico del río Cañete con fines de proyectar obras de protección debido al peligro de desbordamiento en el sector PUENTE SOCSI – ALTURA PUENTE COLGANTE (9Km)”. Concluyendo que en los “estudios de estabilidad cumplieron en el diseño” de muros de encauzamiento.

**VELÁSQUEZ, Armando (2015, p.3)** realizo la investigación “MODELAMIENTO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DEL RÍO SANTA, TRAMO ASENTAMIENTO HUMANO LAS FLORES, DISTRITO DE CARHUAZ, ANCASH”. Tesis de graduación para optar el Título de Ingeniero Agrícola ante la Universidad Nacional Agraria La Molina. Tiene como propósito “efectuar un modelamiento hidrológico para determinar la máxima avenida dentro de un lapso de tiempo determinado”. Concluye que “en medida la vertiente del río Santa aumente en 10 metros, las zonas afectadas como la margen derecha del río ocasionaran pérdidas humanas y daños materiales.

### **1.2.3. Antecedente Locales**

**CORDOVA, Jesús (2017, p.9)** realizo la investigación “MODELACIÓN HIDRÁULICO DEL RÍO LA LECHE CON EL PROGRAMA HEC-RAS EN UN TRAMO DE 4KM EN EL DISTRITO DE ILLIMO, Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE”. Tesis de graduación para obtener el Título de Ingeniero Civil ante la Universidad San Martín de Porres. Tiene como propósito el “Modelamiento hidráulico del rio La Leche con la finalidad de identificar los puntos críticos para poder formular una óptima solución obras de protección”. Concluyendo que “como solución se proyectó diseñar diques de enrocado habiéndose escogido la solución más recomendable y económica”.

## **1.3. Teorías Relacionadas al tema**

### **1.3.1. MODELAMIENTO HIDRÁULICO CON HEC-RAS**

El modelamiento hidráulico unido junto con el avance de instrumentos de cálculo o medición y equipos creadores de anomalías (fenómenos sobrenaturales) a escala, admiten anunciar con gran mayor nivel de incertidumbre lo que pueda suceder en el prototipo creado, logrando obtener recomendables resultados de acuerdo a su funcionalidad, estabilidad y economía de las obras a proyectarse.

Actualmente se sitúan múltiples softwares que sirven para el modelamiento hidráulico, teniendo la facilidad de ingresar datos que permitirán representar detalladamente los resultados obtenidos, inclusive podemos exportar los resultados para mayor interpretación.

Entre los softwares, destaca el hec-ras (desarrollo por el Hydrologic Engineering Center del US Army Corps of Engineers) siendo un programa avanzado dentro del campo de la hidráulica.

#### 1.3.1.1. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

Es uno de los estudios principales de toda obra civil, su utilización permite obtener el levantamiento topográfico de la zona.

Además, con los estudios topográficos se pretende proporcionar con exactitud el área en estudio, generando entonces todo lo necesario para la descripción topográfica, esto se realizará con el apoyo del AutoCAD Civil 3D.

- CURVAS DE NIVEL (msnm)

Son representaciones de curvas de nivel que consisten en trazar (cortar) un terreno mediante múltiples planos paralelos, estafando separado a una distancia oportuna. Cada plano corta el terreno constituyendo una figura plana, llamada curva de nivel.

- PERFIL LONGITUDINAL (m)

Son representaciones del corte del terreno que se genera del plano vertical conteniendo el eje una obra lineal. Esto relacionado a la altimetría de la cota rasante que se pretende lograr con el trazo del terreno.

- SECCIÓN TRANSVERSAL (m<sup>2</sup>)

Las secciones transversales representan que estas resulten de cortes por planos verticales perpendiculares al eje y que defina la rasante. En estos se puede observar la rasante, el terreno, los taludes, etc.

#### 1.3.1.2. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS

- CAUDALES MÁXIMOS (m<sup>3</sup>/s)

Se utilizan para:

- El dimensionamiento de una vertiente.
- Sistemas de drenaje (agrícola, aeropuerto, ciudad, carretera)
- Muros de encauzamiento.



Dentro los casos mencionados es necesario calcular el caudal de diseño utilizando (métodos estadísticos) a partir de data histórica de registros de máximas avenidas de un río, en un lapso de periodo determinado.

- PERÍODO DE RETORNO (años)

El Q<sub>diseño</sub> debe tener un T que viene a ser el lapso (años) dentro del cual un suceso de extensión Q (m<sup>3</sup>/s), podría ser mayor o igual.

Teniendo un suceso de mayor o igual caudal (m<sup>3</sup>/s), ocurrirá en un periodo en “t” años, su eventualidad que suceda en “P”, es equivalente a 1/ T. Se tiene por formula entonces:

$$P = \frac{1}{T} \quad \text{ó} \quad T = \frac{1}{P}$$

Se tiene que:

P= probabilidad de incidencia “Q” (m<sup>3</sup>/s)

T=periodo de retorno o ocurrencia

En la tabla N°01 se tiene los periodos de retorno, que nos permite tener rangos de variación establecidas.

**Tabla 1:** Valores de Periodos de retorno de diseño recomendado.

Tipo de estructura	Periodo de Retorno (años)
Puente sobre carretera importante	50 - 100
Puente sobre carretera menos importe o alcantarillas sobre carretera importante	25
Alcantarillas sobre camino secundario	5 - 10
Drenaje lateral de los pavimentos, donde puede tolerarse encharcamiento con lluvia de corta duración	1 - 2
Drenaje de aeropuertos	5
Drenaje urbano	2 - 10
Drenaje Agrícola	5 -10
Muros de encauzamiento	2 - 50

Fuente: Máximo Villón Béjar (2008, p.244)

## MÉTODOS ESTADÍSTICOS (m3/s)

Para utilizar los métodos estadísticos es indispensable contar con data de registros históricos de caudales anuales en una estación meteorológicas, características físicas e hidrológicas del río, determinadas a partir de los estudios básicos, entre otros.

Se recomienda contar con data histórica de caudales mayor a 50 años, para la estimación más real en el cálculo de diseño.

Gran parte de las obras donde se determina el caudal de diseño, cuentan con poca información de registro de avenidas máximas anuales, es decir, su parábola de distribución de eventualidades de avenidas máximas se tiene que extender, para deducir un caudal dependiendo al periodo de retorno siempre que este sea mayor al número de años de registro histórico.

Dentro de los métodos estadísticos se tienen los siguientes:

- Método Gumbel
- Método Nash
- Método Lebediev

### Método de Gumbel

Para el Método Gumbel, el cálculo de un caudal para un periodo de retorno es calculado de la siguiente manera:

$$Q_{\text{máx}} = Q_m - \frac{\sigma_Q}{\sigma_N} (\bar{Y}_N - \ln T) \dots (1)$$

Teniendo:

$$\sigma_Q = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N Q_i^2 - N * Q_m^2}{N - 1}} \dots (2)$$

donde:

$Q_{\text{max}}$ : caudal máximo (m3/s)

$N$ : registro (años)

$Q_i$ : registro de avenidas máximas anuales (m3/s)

$\sigma_Q = \frac{\sum_{i=1}^N Q_i^2}{N}$ , promedio de caudales “ $Q_i$ ”

$T$ : lapso de retorno (años)

$\sigma_N, \bar{Y}_N$ : son dos constantes determinadas mediante "N". Anexo - tabla 12.

$\sigma_Q$ : constante de desviación estándar.

En el cálculo del intervalo de confianza, pueden variar el caudal máximo, esto va a depender mucho del registro con el que tenga disponible, se calculara con la siguiente ecuación:

1. Si  $\phi = 1-1/T$  variar entre (0.20-0.80), calculamos con la siguiente formula:

$$\Delta Q = \pm \sqrt{N \alpha \sigma_m} * \frac{\sigma_Q}{\sigma_N \sqrt{N}} \dots (3)$$

donde:

n : registro (años)

$\sqrt{N \alpha \sigma_m}$  : constante en función de  $\phi$ . Anexo – tabla 16.

$\sigma_N$  : constantes determinadas mediante "N". Anexo- tabla 12

$\sigma_Q$ : desviación estándar de avenidas, ecuación (2)

2. Si  $\phi > 0.90$ , calculamos el intervalo de la siguiente manera:

$$\Delta Q = \pm \frac{1.14 * \sigma_Q}{\sigma_N} \dots (4)$$

El valor de  $\phi$  se encontrará dentro del intervalo (0.80-0.90) considerada de transición, en donde  $\Delta Q$  es proporcional a la ec. (3) y ec. (4), esto depende del valor  $\phi$ . Para calcular la avenida máxima en un lapso determinado de tiempo, se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q_d = Q_{\max} + \Delta Q$$

### **Método Nash**

El cálculo de avenidas máximas con el método Nash se efectúa de la siguiente manera:

$$Q_{\max} = a + b \log \log \frac{T}{T-1} \dots (1)$$

donde:

a y b: constantes que se determinan con el registro de avenidas.

Q<sub>max</sub>: Avenidas máximas para un lapso determinado de tiempo

T: lapso de tiempo

Los valores de las constantes (a y b) se desarrollan utilizando el método de mínimos cuadrados determinado con la ecuación lineal:

$$a = Q_m * b * X_m \dots (2)$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^N X_i * Q_i - N * X_m * Q_m}{\sum_{i=1}^N X_i^2 - N * X_m^2} \dots (3)$$

siendo:

$$X_i = \log \log \frac{T}{T - 1} \dots (4)$$

donde:

n : registro (años)

Q<sub>i</sub>: máximos caudales anuales (m<sup>3</sup>/s)

Q<sub>m</sub>:  $\frac{\sum_{i=1}^N Q_i}{N}$ , caudales promedio (m<sup>3</sup>/s)

X<sub>i</sub>: constante para cada avenida registrada, en función de lapso de retorno.

X<sub>m</sub>:  $\frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$ , determinado por el promedio de X<sub>s</sub>.

El cálculo de los valores de X<sub>i</sub> que corresponde a los Q<sub>i</sub>, se tienen que ordenar de manera decreciente, asignado a cada uno un número de orden m<sub>i</sub>, ejemplo para el primero: el caudal máximo (Q<sub>i</sub>) le corresponde el orden 1, así se seguirán ordenando de manera sucesiva con todos los registros que se cuenta. Para el valor del lapso de retorno de una avenida (Q<sub>i</sub>) se calcula con la fórmula de Weibull:

$$T = \frac{N + 1}{m_i} \dots (5)$$

En conclusión, para el valor de (X<sub>i</sub>) se reemplaza la ecuación de (5) en (4).

El rango dentro del cual puede variar una avenida máxima se calcula de la siguiente manera:

$$\Delta Q = \pm 2 * \sqrt{\frac{S_{qq}}{N^2 * (N - 1)} + (X - X_m)^2 * \frac{1}{N - 2} * \frac{1}{S_{xx}} * \left( S_{qq} - \frac{S_{xq}^2}{S_{xx}} \right)} \dots (6)$$

siendo:

$$S_{xx} = N * \sum X_i^2 - (\sum x_i)^2$$

$$S_{qq} = N * \sum Q_i^2 - (\sum Q_i)^2$$

$$S_{xq} = N * \sum Q_i * X_i - (\sum Q_i) * (\sum X_i)$$

Para el máximo caudal en un lapso de tiempo determinado, se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q_d = Q_{max} + \Delta Q$$

### **Método Lebediev**

Para el siguiente método se basa en admitir que las avenidas máximas periódicas serán aleatorias Pearson Tipo III. Para la obtención del caudal de diseño se utiliza la siguiente formula:

$$Q_d = Q_{max} + \Delta Q \dots (1)$$

donde:

$$Q_{max} = Q_m * (K * C_v + 1) \dots (2)$$

$$\Delta Q = \pm \frac{A * E_r * Q_{max}}{\sqrt{N}} \dots (3)$$

donde:

A: coeficiente de variación entre 0.7 - 1.5, esto debido a los años de registro. Es decir, a mayor cantidad de registro, menor será el valor del coeficiente. Si  $N > 40$  años, entonces es igual a 0.7.

Cs: coeficiente de asimetría, se deduce de la siguiente formula:

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^N \left( \frac{Q_i}{Q_m} - 1 \right)^3}{N * C_v^3} \dots (4)$$

De acuerdo a Lebediev es recomendable optar por los valores de:

$C_s = 2C_v$  para inundaciones causadas por derretimiento de hielo.

$C_s = 3C_v$  para inundaciones causadas de tempestades.

$C_s = 4C_v$  para inundaciones causadas de tempestades de órbitas ciclónicas.

De los valores anteriores y además de la ecuación (4), escogemos el máximo.

$C_v$  = coeficiente de variación, obtenido de:

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N \left(\frac{Q_i}{Q_m} - 1\right)^2}{N}}$$

$E_r$  = coeficiente que depende de los valores de  $C_v$  y de la probabilidad  $P = 1/T$ .

$K$  = coeficiente de probabilidad  $P = 1/T$ , que se expresa en porcentajes de que se repita la avenida de diseño y del coeficiente de asimetría  $C_s$  (ec.4)

$N$  = cantidad de años de observación

$\Delta Q$  = rango de confianza ( $m^3/s$ )

$Q_d$  = avenida de diseño ( $m^3/s$ )

$Q_i$  = avenidas máximas anuales ( $m^3/s$ )

$Q_m$  = avenida promedio ( $m^3/s$ ), obtenido de:

$$Q_m = \frac{\sum_{i=1}^N Q_i}{N}$$

$Q_{max}$  = avenida máxima para un lapso en un lapso de tiempo.

## 1.3.2. PREVENCIÓN DE INUNDACIONES

### 1.3.1.1. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

- **CONTENIDO DE HUMEDAD**

Es el peso de la muestra de suelo húmedo dado en términos de su peso seco. NTP 339.128

- **GRANULOMETRÍA**

Es la determinación de diversos tamaños de partículas tomadas a partir de una porción de muestra, esta a su vez se pasa por múltiples tamices estandarizados de acuerdo a la normativa NTP 339.128

### 1.3.1.2. DEFENSAS RIBEREÑAS

Estas estructuras son fundadas para proteger zonas específicas en los márgenes de los ríos frente a fenómenos de puedan causar erosión debido a que arrastran gran material con el exceso de flujo y a la socavación que se ejerce por el exceso de precipitaciones ocurridas en épocas de invierno.

**Maldonado, Giovanni (2016, 15pp).** La protección de cauces de ríos, se realiza con la finalidad de establecer el trazo del cauce del río, limitar erosiones e inundaciones, proteger obras hidráulicas y de infraestructura como carreteras, ferrovías, instalaciones industriales, otros.

#### **Tipos**

##### **a. Flexibles**

- **Diques de tierra y enroca:** Son estructuras que evitan que el río salga de su cauce e inunde grandes áreas de terreno, estos a su vez requieren de abundante material para su construcción.
- **Espigones:** Son estructuras con sección trapezoidal que van interpuestas a la corriente del flujo del río y empotradas en uno de sus márgenes.

Estas estructuras cumplen la función de proteger y desviar la corriente de flujo al mismo tiempo, evitando que el agua llegue con grandes velocidades en las orillas de los ríos que generan erosión del cauce, pueden tener un ángulo de inclinación hacia aguas arriba, aguas abajo o ser perpendiculares a la corriente de flujo.

#### **Tipos de Espigones**

- **Espigones Convergentes:** Son aquellas estructuras con inclinación hacia aguas abajo respecto a la corriente del río, se utilizan para desviar la corriente de agua de la orilla de los ríos o una sección meándrica del río con problemas de erosión.
- **Espigones Divergentes:** Son aquellas estructuras construidas con inclinación hacia aguas arriba respecto a la corriente del río, cuyo objetivo es retener los materiales que transporta el agua debido a la fuerza de la corriente.
- **Espigones Perpendiculares:** Son aquellas estructuras que se construyen con una inclinación de 90° respecto al eje de la corriente del

rio, presenciados generalmente en tramos rectos y de cauces anchos, con desniveles y velocidades no muy fuertes debido a que los materiales de arrastre socavarían a la estructura.

#### **1.4. Formulación del problema**

¿De qué manera el modelamiento hidráulico con hec-ras favorece para la prevención de inundaciones desde el km 44+100 al km 49+100 en el Río Reque?

#### **1.5. Justificación del estudio**

Es justificable técnicamente ya que con la realización de esta investigación se busca aplicar un modelamiento hidráulico con hec-ras con la finalidad de prevenir inundaciones.

Se justifica socialmente ya que a través la realización del modelamiento con hec-ras, proveerá los posibles fenómenos del niño que puedan ocurrir en nuestro departamento.

Es justificable económicamente ya que busca minimizar los daños y pérdidas económicas que pueda presentarse ante un eventual fenómeno El Niño.

#### **1.6. Hipótesis**

Sí, se realiza el modelamiento hidráulico con hec-ras entonces, se verifica las condiciones favorables en la prevención de inundaciones desde el km 44+100 al km 49+100 en el Río Reque.

#### **1.7. Objetivos**

##### **1.7.1. Objetivo General.**

- Realizar el modelamiento con hec-ras para la prevención de inundaciones desde el km 44+100 al km 49+100 en el Río Reque.

##### **1.7.2. Objetivos Específicos.**

- Realizar los estudios topográficos desde el km 44+100 al km 49+100 en el Río Reque.
- Analizar los estudios hidrológicos utilizando los caudales máximos para diferentes periodos de retorno desde el km 44+100 al km 49+100 en el Río Reque.



- Elaborar el estudio de mecánica de suelos para el diseño de defensas ribereñas desde el km 44+100 al km 49+100 en el Río Reque.
- Proponer defensas ribereñas en los tramos críticos obtenidos mediante el modelamiento hidráulico con hec-ras desde el km 44+100 al km 49+100 en el Río Reque.

## II. MÉTODO

### 2.1. Diseño de Investigación

La investigación es Descriptiva no Experimental; de manera que facilita el propósito del trabajo, cuya representación gráfica es la siguiente:

$$M \longrightarrow P$$

donde:

M: Lugar donde se desarrolla el estudio de investigación.

P: Propuesta de solución técnica.

### 2.2. Variables, Operacionalización

- **Variable Independiente:** Modelamiento Hidráulico con hec-ras
- **Variable Dependiente:** Prevención de Inundaciones en el Río Reque.

**Cuadro 1:** Operacionalización de Variable Independiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA
<b>MODELAMIENTO HIDRÁULICO CON HEC - RAS</b>	<b>NANÍA, Leonardo y MOLERO, Emilio (2010, p.15).</b> "La modelación implica simular un fenómeno real, conceptualizándolo en mayor o menor medida, para al final describirlo y cuantificarlo".	Para el desarrollo del modelamiento hidráulico es necesario antes analizar los datos en campo como son los estudios topográficos y estudios hidrológicos que nos serán de gran ayuda para obtener los resultados.	<b>ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS</b>	- CURVAS DE NIVEL (msnm)	Razón
				- Perfil Longitudinal (m)	
				- Sección Transversal (m <sup>2</sup> )	
			<b>ESTUDIOS HIDROLÓGICOS</b>	- Caudales Máximos (m <sup>3</sup> /s)	
				- Periodo de retorno (años)	

**Fuente:** Elaborado por el investigador.

**Cuadro 2:** Operacionalización de Variable Dependiente.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA
<b>PREVENCIÓN DE INUNDACIONES EN EL RÍO REQUE</b>	CENAPRE (2014, p.6). Una inundación es el "Aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce generando pérdidas económicas y humanas"	Las inundaciones se dan por precipitaciones más allá de lo normal, lo que genera pérdidas humanas como económicas. La solución frente a este problema serán diseñar los muros de encauzamiento	<b>ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS</b>	- Contenido de Humedad (%)	Razón
				- Granulometría (%)	
				- Peso específico de solidos (gr/cm <sup>3</sup> )	
			<b>DEFENSAS RIBEREÑAS</b>	-Diseño de Defensas Ribereñas	Nominal

**Fuente:** Elaborado por el investigador.

### **2.3. Población y muestra**

Para la población tendremos toda la magnitud del Río Reque que tiene una extensión aproximada de 71.80 km comprendido desde el Repartidor La Puntilla – La desembocadura en el Océano Pacífico.

La muestra a optar será el tramo comprendido en la investigación desde el km 44+100 al km 49+100 en el Río Reque.

### **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

#### **2.4.1. Técnicas**

- Análisis de la zona en estudio.
- Topografía (levantamiento).
- Realización de EMS de las muestras extraídas de la zona en estudio
- Compilación de data hidrológica.
- Aplicar instrumentos tecnológicos (softwares) AutoCAD, Civil3D, river, otros.

#### **2.4.2. Instrumentos**

##### **a. Información Hidrológica**

- Data histórica de los Caudales de la Bocatoma Monsefú – Reque.

##### **b. Estudio Topográfico**

- Estación Total
- Prisma
- GPS Satelital
- Wincha

##### **c. Estudio de Mecánica de suelos (EMS)**

- Tamiz
- Cocina Eléctrica (horno)
- Balanza Electrónica
- Taras

## **2.5. Métodos de análisis de datos**

Por la investigación no experimental Descriptivo, empleada en la compilación de información, proceso de datos con las múltiples fuentes relacionadas a la investigación a modelar la hidráulica del río utilizando previamente diversos programas (software): AutoCAD Civil 3D, AutoCAD, Microsoft Excel, Hec-ras, river

## **2.6. Aspectos éticos**

Mediante los principios de formación de cada ingeniero es promover el cuidado del medio ambiente, además el investigador llevara a cabo la investigación con los parámetros normativos y por ultimo conceder los derechos de autoría de cada fuente citada.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

La topografía describe como se encuentra la morfología de la zona en estudio, donde se cuenta con: secciones meándricas, terrenos de cultivo en su mayoría cercanos a los márgenes de los ríos debido a que se encuentra en épocas de estiaje, pendiente de 0.001 m/m, presencia de vegetación debido a poca reforestación.

Se recoge la información de las coordenadas UTM WGS-84 Zona 17M, de donde se utilizaron 25 puntos de estaciones para una óptima visualización del tramo en estudio desde el km 44+100 al km 49+100.

#### 3.2. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS

##### a) Caudales Máximos.

Los caudales máximos fueron tomados de la Estación de aforo Monsefú – Reque, teniendo una avenida máxima de 502.68 m<sup>3</sup>/s y una avenida mínima de 6.40 m<sup>3</sup>/s.

**Tabla 2:** Registro de Caudales Máximo Anuales – Estación de aforo Bocatoma Monsefú – Reque.

Año	Q <sub>máx</sub> (m <sup>3</sup> /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

Fuente: Proyecto Olmos Tinajones PEOT - OPEMA.

##### b) Caudal de diseño.

Se determinó utilizando 03 métodos estadísticos: M. Gumbel, M.Nash, M.Lebediev.

- **Método Gumbel**

**Tabla 3:** Resumen de avenidas por el M. de Gumbel ( $m^3/s$ ).

Periodo (T) años	Caudales ( $m^3/s$ )		
	Q <sub>máx</sub>	$\Delta Q$	Q <sub>d</sub>
2	208.91	65.48	274.39
5	352.98	101.71	454.68
10	461.96	179.24	641.20
25	606.03	179.24	785.27
50	715.01	179.24	894.25
100	823.99	179.24	1003.23
150	887.74	179.24	1066.98
300	996.73	179.24	1175.97
500	1077.04	179.24	1256.28
1000	1186.03	179.24	1365.27

Fuente: Elaboración propia.

- **Método Nash.**

**Tabla 4:** Resumen de avenidas por el M. de Nash ( $m^3/s$ ).

Período (T) años	Caudales ( $m^3/s$ )		
	Q <sub>máx</sub>	$\Delta Q$	Q <sub>d</sub>
2	556.12	89.29	645.41
5	724.37	90.65	815.01
10	835.76	93.46	929.22
25	976.50	98.96	1075.46
50	1080.91	104.26	1185.17
100	1184.55	110.39	1294.94
150	1244.99	114.31	1359.30
300	1348.13	121.50	1469.62
500	1424.05	127.14	1551.19
1000	1527.01	135.19	1662.20

Fuente: Elaboración propia.

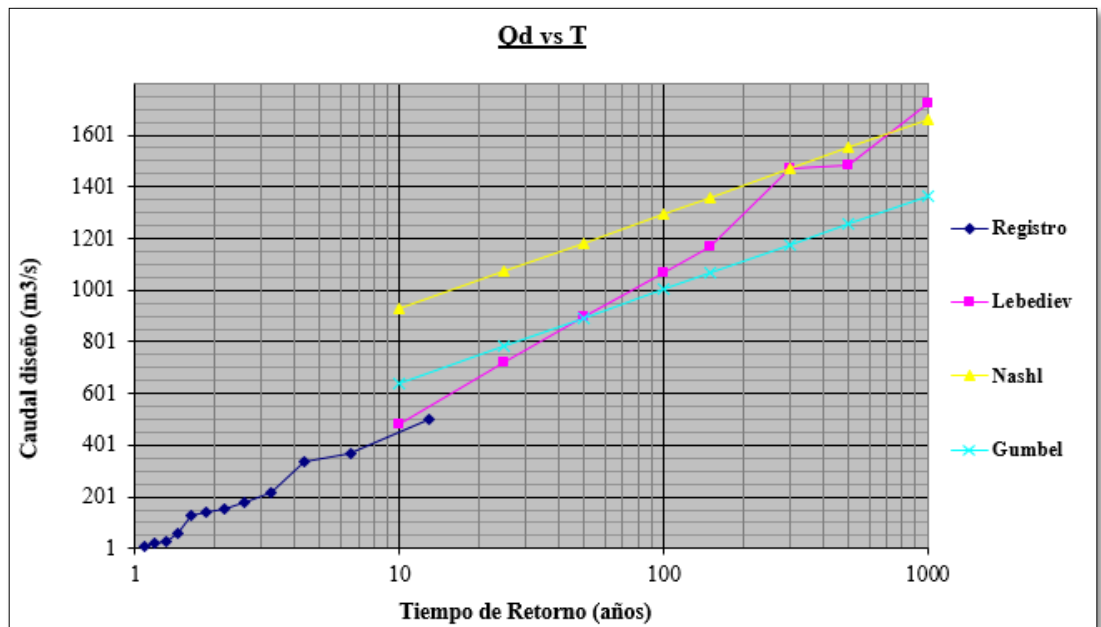


- **Método Lebediev**

**Tabla 5:** Resumen de avenidas por el M. Lebediev ( $m^3/s$ ).

Periodo (T) años	Caudales ( $m^3/s$ )		
	Q <sub>máx</sub>	$\Delta Q$	Q <sub>d</sub>
10	362.20	122.04	484.24
25	520.94	203.83	724.77
50	629.33	269.04	898.36
100	743.30	323.15	1066.45
150	807.00	359.61	1166.61
300	1000.64	471.28	1471.92
500	1003.51	479.90	1483.40
1000	1136.21	588.64	1724.85

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 1:** Registro de Caudales Máximos de la Bocatoma Monsefú – Reque (2006 - 2017) y Caudales de diseño de los 03 métodos estadísticos: M. Gumbel, M. Nash, M. Lebediev.

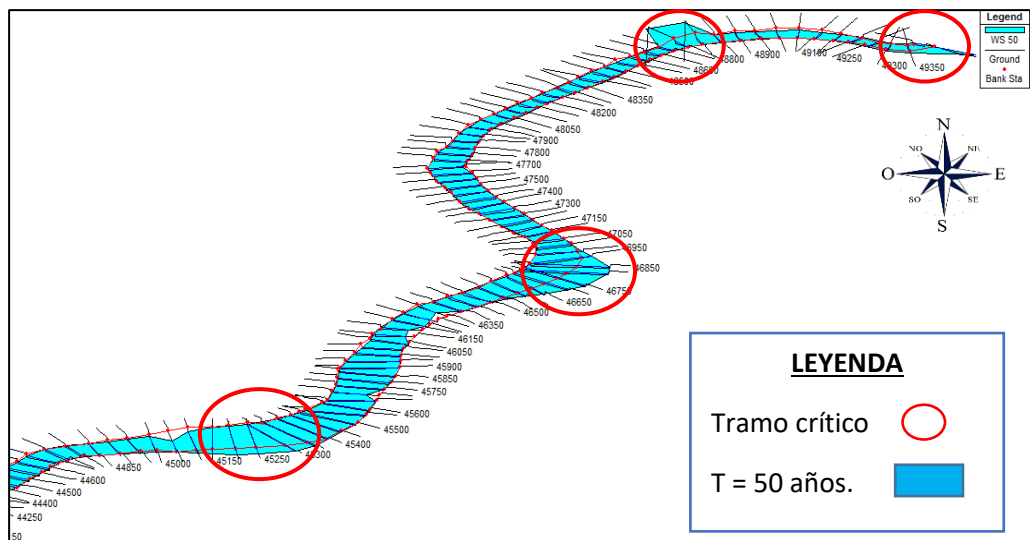
Fuente: Elaboración propia.

Anteriormente en la fig.1, visualizamos que la distribución del Método de Gumbel para un periodo de 50 años es la más cercana a la del registro de Caudales de la Bocatoma Monsefú – Reque, con un caudal de 894.25  $m^3/s$ . Entonces optamos por tomar dicho caudal, al cual se le disminuirá el 25% debido a pérdidas de infiltración, vegetación, captaciones clandestinas entre otras, obteniendo finalmente un caudal de diseño de **670.69  $m^3/s$** .

### c) Modelamiento Hidráulico.

Se realiza utilizando los estudios básicos como: topografía, estudios hidrológicos e hidráulico, descripción de la zona, entre otros.

A continuación, se identifican los puntos críticos donde es necesario plantear las defensas ribereñas, motivo esencial del estudio de investigación.



**Figura 2:** Identificación de los tramos críticos desde el km 44+100 al km 49+100 en el Río Reque.

### 3.3. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**Tabla 6:** Resumen de ensayos.

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO	UNID.	CALICATAS				PROMEDIO
		C-01	C-02	C-03	C-04	
Contenido de humedad	%	E - 01	E - 01	E - 01	E - 01	26.72
Granulometría por tamizado	Tipo	SP	SP	SP	SP	SP
Diámetro medio (Dm)	mm	0.26	0.53	2.40	2.15	1.34
Peso Específico de Agr.fino	gr/cm <sup>3</sup>	2.13	1.65	2.17	2.35	2.07
Peso Específico de Agr.grueso	gr/cm <sup>3</sup>	2.57 (extraída de la cantera siete techos)				

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4. DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS

Para el diseño de las defensas ribereñas se hará uso del software river.

**Tabla 7:** Valores de datos ingresados al software river.

ITEM	DESCRIPCIÓN	SÍMB.	UNIDAD	VALOR	
<b>A</b>	Caudal de diseño	Qd	m <sup>3</sup> /s	670.69	
<b>B</b>	Período de retorno	T	años	50	
<b>C</b>	Pendiente del río	s	m/m	0.001	
<b>D</b>	Rugosidad de Manning	n	adimensional	0.033	
<b>E</b>	Talud del río	H:V	m : m	2:1	
<b>F</b>	Bordo libre	BL	m	0.71	
<b>G</b>	Ancho estable	B	m	100	
<b>H</b>	Condiciones de tipo de fondo y orilla	K1	adimensional	5.70	
<b>I</b>	Factor de fondo	Fb	adimensional	0.80	
	Factor de orilla	Fs	adimensional	0.10	
<b>J</b>	Coeficiente - Tipo de material	k	adimensional	16.00	
<b>K</b>	Coeficiente del cauce	m	adimensional	0.70	
<b>L</b>	Talud del dique	H:V	m : m	2:1	
<b>M</b>	Diámetro del suelo	Dm	m	1.34	
<b>N</b>	Radios de Diques	Dique 01	Derecho	m	150.00
			Izquierdo	m	250.00
		Dique 02	Derecho	m	250.00
			Izquierdo	m	150.00
		Dique 03	Derecho	m	150.00
			Izquierdo	m	250.00
		Dique 04	Derecho	m	150.00
			Izquierdo	m	250.00
<b>O</b>	Peso específico del agr. fino	$\gamma_s$	tn/m <sup>3</sup>	2.07	
<b>P</b>	Peso específico del agr. Grueso	$\gamma_r$	tn/m <sup>3</sup>	2.51	
<b>Q</b>	Ancho de corona Dique		m	4.00	

#### IV. DISCUSIONES.

- De los resultados conseguidos por el modelamiento hidráulico con hec-ras predicen las inundaciones en tramos vulnerables específicos del río, relacionándose con la investigación de Hernández Cuauhtémoc (2014, p.4) donde evaluó la vulnerabilidad de las superficies afectadas por inundaciones mediante el modelo HEC-RAS, debido a que mediante el modelamiento hidráulico se conocen los tramos críticos a inundarse en un río, por lo tanto, sirven como base para la elaboración de mapas de riesgo.
- Asimismo, se manifiesta Córdova Jesús (2017, p.9) donde afirma que al modelar la hidráulica del Río La Leche, identifica los tramos críticos para poder plantear defensas ribereñas, tal y como se propone en la presente investigación.
- Con respecto al estudio hidrológico se determinó utilizando métodos estadísticos para diferentes periodos de retorno que sirvió para la modelación hidráulica del tramo en estudio en el río Reque, relacionándose con lo que plantea Mora, Wilfredy y Gilberto, Rene (2016, p.14) donde realiza un modelamiento de áreas a inundarse con la herramienta hec-ras, con lo que logra simular el comportamiento hidrológico del río para diferentes periodos de retorno.
- Según los resultados hidrológicos del río Reque se realizó utilizando los métodos estadísticos, calculando así un  $Q_{\text{diseño}}$  en un lapso de 50 años, como sostiene el tesista Córdova Jesús (2017, p.9), donde hace el uso de 03 métodos estadísticos como son: M. Gumbel, M.Nash y M. Lebediev para así calcular el  $Q_{\text{diseño}}$ , lo cual servirá para el diseño de las defensas ribereñas.

## V. CONCLUSIONES.

- El tramo de evaluación desde el km 44+100 al km 49+100 en el río Reque, presenta existencia de cultivos en los márgenes del río Reque. Asimismo, en zonas aledañas se encuentran viviendas, teniendo un alto riesgo a inundarse por falta de obras de protección y defensa ribereña.
- El tramo de estudio de la presente investigación, presenta secciones meándricas, tiene una pendiente de 0.001 m/m, también está conformado por un suelo tipo SP (arena pobremente graduada) de acuerdo al ensayo realizado en el laboratorio, cuenta con un  $\gamma_{p.e} = 2.07 \text{ tn/m}^3$ , y un  $\phi = 30^\circ$ , y un  $d_m = 1.34$ , y un porcentaje de humedad promedio de 26.72%, además se extrajo una muestra de roca con  $\gamma_{p.e} = 2.51 \text{ tn/m}^3$ , la cual se diseñó obras de protección de defensa ribereña.
- Para los caudales máximos se utilizaron los registrados de la Estación de aforo de la Bocatoma Monsefú – Reque del periodo de años 2006 – 2017, teniendo una avenida máxima anual = 502.68 m<sup>3</sup>/s y una avenida mínima = 6.40 m<sup>3</sup>/s. Por último, se calculó un caudal de diseño para un lapso 50 años a través de los métodos estadísticos: M. Gumbel, M. Nash, M. Lebediev, donde se obtuvo un  $Q_{\text{diseño}} = 670.69 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- Luego de procesados los datos de los estudios básicos: Estudios topográficos, Estudios Hidrológicos, optamos por introducir los datos en el hec-ras para modelar hidráulicamente y así obtener como resultado los puntos críticos (zonas inundables) donde se planteará el diseño de defensas ribereñas.
- Las defensas ribereñas se plantearán en cada punto crítico (zonas vulnerables). Las defensas ribereñas serán diseñadas con el software river a través del procesamiento de datos y de los estudios básicos anteriormente mencionados. Finalmente se planteó diseñar diques de enrocado lateral en cada punto crítico.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda la identificación de puntos críticos y/o zonas vulnerables, para determinar la proyección de protección de defensas ribereñas en ubicaciones específicas.
- Para la ejecución de las defensas ribereñas en los puntos críticos situados se deberán programar para la época en meses de estiaje, para evitar cualquier riesgo durante su construcción.
- Es recomendable que debido a la presencia del nivel freático alto podría afectar en la excavación para los cimientos debiéndose proveer el empleo de motobombas.
- Para protegerse las defensas ribereñas, es necesario trabajos de reforestación con especies nativas (plantas con raíces grandes) en márgenes del río Reque a fin de atenuar la erosión de la defensa ribereña.
- Comprometer a los pobladores el mantenimiento constante de las defensas ribereñas a fin de garantizar el buen funcionamiento durante su vida útil.

## VII. REFERENCIAS

1. **APARICIO, Francisco.** Fundamento de Hidrología de Superficie. 5a ed. México DF: Editorial Limusa, 2009. 152pp.SBN: 9789681830144
2. **AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA.** Manual del diseño de defensas ribereñas. Perú- Lima (2010)
3. **BUITRAGO, Catherine y OCHOA, Diana.** Recomendaciones para la Implementación de Obras de Protección y Controles de Cauces. Tesis (Título de Especialidad en Recursos Hídricos). Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería, 2013. 69pp.
4. **CASTEJÓN, María.** Diseño de las Actuaciones de Ingeniería Fluvial en el Río Bergantes para la Defensa contra Inundaciones del Complejo de la Fábrica Giner en Morella (CASTELLÓN). Tesis (Título de Ingeniero Civil). España: Universidad Politécnica de Valencia, 2014. 74pp.
5. **CHEREQUE, Wendor.** Hidrología Para Estudiantes de Ingeniería Civil. 2da. edición. Lima- Perú: PUCP, 2003. 201 p.
6. **CORDOVA, Jesús.** Modelación hidráulica del Río la leche con el programa Hec-Ras en un tramo de 4 km en el distrito de Illimo, y departamento de Lambayeque. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chiclayo, Perú: Universidad San Martín de Porres, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2017. 271pp.
7. **CUERVO, Astrid.** Comparación de los modelos hidráulicos Unidimensional (HEC-RAS) y Bidimensional (IBER) en el análisis del Rompimiento de Presas de Materiales Suelos. Tesis (Título de Maestría en Recursos Hídricos). Catalunya, España: Universidad Politécnica de Catalunya, 2012. 72pp.
8. **ESCARCENA, Freiker.** Determinación de Áreas Inundables de la Parte Media de la Microcuenca del Río Zapatilla – Centro Poblado de Ancoamaya – Ilave. Tesis (Título de Ingeniero Agrícola). Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ingeniería Agrícola, 2014. 106pp.
9. **FERNÁNDEZ Espinoza, Joel Manuel.** Propuesta de restauración del tramo urbano del río Rímac mediante la aplicación de bioingeniería. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2015. 97 p.

10. **FLORES, Cristian.** Bases para el Diseño de Encauzamiento de Márgenes Estables y de Márgenes con Protección de Enrocado o Pedraplén. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemática, 2013. 154pp.
11. **GARAVITO, Julissa.** Planeamiento de la construcción de la defensa ribereña del puente Tahuamanu utilizando geoestructuras – Madre de Dios. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. 2016. 85pp.
12. **GARCÍA, Manuel y MAZA, José.** Origen y propiedades de los sedimentos. En Instituto de Ingeniería. Manual de Ingeniería de ríos. México: UNAM, s.f, pp. 7.
13. **GRACIA, Jesús y MAZA, José.** Morfología de ríos. En Instituto de Ingeniería. Manual de Ingeniería de Ríos, México. UNAM, s.f, pp. 11 y 39.
14. **GUARNIZ, Carlos.** Comparación de los Modelos Hidráulicos Unidimensional (HEC-RAS) y Bidimensional (IBER) en el Análisis de Rotura en Presas de Materiales Suelos; y Aplicación a la Presa Palo Redondo. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, 2014. 171pp.
15. **HERNANDEZ, Antonio.** Modelación de Áreas de Afectación por Desbordamiento de Ríos en Zonas de Transición Fluvial Caso del Río la Antigua, Veracruz. Tesis (Título de Grado de Maestro de Ciencias - Recursos Hídricos y Ambiental). Veracruz, México: Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ingeniería, 2014. 89pp.
16. **MALAGON, Patricia.** Análisis de Inundación en el Valle de Guadiana Durango, México. Tesis (Título de Maestro en Ciencias). México: Instituto Politécnico Nacional, 2012. 106pp.
17. **MALDONADO, Giovanni.** Diseño de Enrocados de Protección de la Relavera La Esperanza – Río Tulumayo. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico de Fluidos). Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Físicas, 2016. 115pp.
18. **MEJIA, Ellser.** Formación – Ingeniería del Recurso Hídrico. Tesis (Título de Ingeniero Agrícola). Lambayeque, Perú. Universidad Pedro Ruiz Gallo. 2015, 156 pp.
19. **MISAICO, José.** Modelamiento Hidráulico del Río Chancay del Río Lircay en el Tramo de la Ciudad de Ocopa, Perú. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Huancavelica, Perú: Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ingeniería de Minas – Civil, 2014. 106pp.



20. **MORA, Wilfredy y GILBERTO, Rene.** Modelamiento de Zonas de Inundacion por medio de las Herramientas Hec-Ras, Geo-Ras y ArcGis, para el Sector Comprendido entre los municipios de Corrales – Paz de Río a lo largo del Río Chicamocha, en el Departamento de Boyacá. Tesis (Título de Ingeniería Geológica). Boyacá, Colombia: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2016. 144pp.
21. **NANÍA, Leonardo y MOLERO, Emilio.** Manual Básico de Hec-Ras 3.1.3. y Hec-GeoRas 3.1.1. Universidad de Granada, España, 2010. 59.pp
22. **LLUÉN, Willy.** Aplicación de la nueva herramienta Hec-Ras 5.0 para Cálculos Bidimensionales del flujo de agua en Ríos. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Barcelona, España: Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, 2015. 74pp.
23. **ROCHA, Felices.** Introducción a la Hidráulica Fluvial. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima – Perú. 2008, 234pp.
24. **SANTOS, Martha.** Modelamiento del Esguerrimiento por el Software Hec-Hms para Predecir el Comportamiento Hídrico de la Subcuenca del Río Carrizal. Tesis (Título de Ingeniera en Medio Ambiente). Calceta, Ecuador: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, 2017. 92pp.
25. **SARABIA, Norbil.** Aplicación del software river para el diseño de defensas ribereñas desde el km 40+800 al km 44+100, río Reque. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chiclayo, Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2017. 244pp.
26. **SOTO, Jorge.** Modelamiento Hidráulico y Diseño de Defensas Ribereñas del Río Amojú, Localidad el Parral - Jaén – Cajamarca. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería, 2017. 157pp.
27. **TITO Quispe, Carlos.** Modelamiento Hidráulico del Río Cañete Sector Puente Sosci – Altura Puente Colgante (9km), con fines de Diseño de Defensas Ribereñas. Tesis (Título de Ingeniero Agrícola). Sosci, Perú: Universidad Agraria La Molina, Facultad de Ingeniería Agrícola, 2017. 132pp.
28. **VELASQUEZ, Armando.** Modelamiento Hidrológico e Hidráulico del Río Santa, tramo Asentamiento Humano las Flores, Distrito de Carhuaz, Ancash. Tesis (Título de Ingeniero Agrícola). Ancash, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ingeniería Agrícola, 2015. 102pp.

29. **VILLÓN, Máximo.** Hidrología. Tercera edición. Lima – Perú: Editorial Villón. 2008. 430 pp.
30. **VIVAS, Christian.** Análisis del Modelaje Hidráulico del Sistema Hídrica del Río Chaguana, Mediante el Uso del Hec-Ras. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Guayaquil, Ecuador: Escuela Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, 2009. 220pp.

## ANEXOS

### ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	
	OBJETIVO GENERAL			
¿De qué manera el Modelamiento Hidráulico con Hec-ras favorece para la prevención de inundaciones en el Río Reque desde el km 44+100 al km 49+100 en el Río Reque?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar el modelamiento hidráulico con hec-ras para la prevención de inundaciones desde el km 44+100 al km 49+100 en el Río Reque.</li> </ul>	Si, se realiza el modelamiento hidráulico con Hec-Ras entonces, se verifica las condiciones favorables en la prevención de inundaciones desde el km 44+100 al km 49+100 en el Río Reque.	<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	
	<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>		Modelamiento Hidráulico con Hec-ras	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar los estudios topográficos desde el km 44+100 al km 49+100 en el Río Reque.</li> </ul>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar los estudios hidrológicos utilizando los caudales máximos para los diferentes períodos de retorno desde el km 44+100 al km 49+100.</li> </ul>			<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaborar el estudio de mecánica de suelos para el diseño de defensas ribereñas desde el km 44+100 al km 49+100 en el Río Reque.</li> </ul>			Prevención de inundaciones en el Río Reque.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Proponer defensas ribereñas en los tramos críticos de acuerdo a los resultados obtenidos del modelamiento hidráulico con Hec-Ras desde el km 44+100 al km 49+100 en el Río Reque.</li> </ul>				


**Fuente:** Elaborado por el investigador

**CONTINUACIÓN DE ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>POBLACIÓN</b>	<b>TÉCNICAS</b>	<b>MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS</b>
De acuerdo al fin que persigue la investigación : <b>Investigación Aplicada.</b>	Para la población tendremos toda la magnitud del Río Reque que tiene una extensión aproximada de 71.80 km comprendido desde el Repartidor La Puntilla – La desembocadura en el Océano Pacifico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de la zona en estudio.</li> </ul>	Por la investigación no experimental Descriptivo, empleada en la compilación de información, proceso de datos con las múltiples fuentes relacionadas a la investigación a modelar la hidráulica del río utilizando previamente diversos programas (software): AutoCAD Civil 3D, AutoCAD, Microsoft Excel, Hec-ras, river
De acuerdo a la técnica de contrastación: <b>Investigación Descriptiva.</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Topografía (levantamiento).</li> </ul>	
De acuerdo a régimen de investigación: <b>Investigación Libre</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización de EMS de las muestras extraídas de la zona en estudio</li> </ul>	
<b>DISEÑO</b>	<b>MUESTRA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compilación de data hidrológica.</li> </ul>	
Se utilizará el Diseño no Experimental Descriptivo Simple	La muestra a optar será el tramo comprendido en la investigación desde el km 44+100 al km 49+100 en el Río Reque.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar instrumentos tecnológicos (softwares) AutoCAD, Civil3D, river, otros.</li> </ul>	

**Fuente:** Elaborado por el investigador

## ANEXO 2: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		<b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>	
<b>FORMATO DE ENSAYOS DE LABORATORIO</b>			
SOLICITADO POR : .....		FECHA : .....	
PROYECTO : .....			
CALICATA N° : .....		MUESTRA : ..... PROFUNDIDAD : .....	
Peso inicial de Muestra: .....		..... gr.	
Peso de Muestra Seca luego de lavado: .....		..... gr.	
Peso de material perdido por lavado: .....		..... gr.	

TAMICES		PESO RETENIDO	CONTENIDO DE HUMEDAD D-2216		
(Pul)	(mm)		DESCRIPCIÓN		TARA
3"	76.200				
2 1/2"	63.500		Peso de Tarro	(gr.)	A
2"	50.000		Peso de Tarro + Suelo Húmedo	(gr.)	B
1 1/2"	37.500		Peso de Tarro + Suelo Seco	(gr.)	C
1"	25.000		Peso de Suelo Seco	(gr.)	D = C - A
3/4"	19.000		Peso de Agua	(gr.)	E = B - C
1/2"	12.500		% de Humedad	(%)	(E/C) x 100
3/8"	9.525		% De Humedad Promedio	(%)	(%1 + %2)/2
1/4"	6.350				
N#4	4.750				
N#10	2.000				
N#20	0.850				
N#40	0.425				
N#60	0.250				
N#140	0.106				
N#200	0.075				
< N# 200	FONDO				
	TOTAL				

PESO VOLUMÉTRICO	
Peso de la Muestra al aire libre	(gr.)
Peso de la Muestra + Parafina al aire libre	(gr.)
Peso de la Muestra + Parafina sumergido	(gr.)
Volumen de Muestra + Parafina	(cm <sup>3</sup> )
Volumen de Parafina	(cm <sup>3</sup> )
Volumen de la Muestra	(cm <sup>3</sup> )
Peso Unitario Húmedo	(gr/cm <sup>3</sup> )
Peso Unitario Seco	(gr/cm <sup>3</sup> )

LÍMITES DE CONSISTENCIA		LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO	
N° de golpes					
Peso tara	(g)				
Peso tara + suelo húmedo	(g)				
Peso tara + suelo seco	(g)				
Humedad %					
Límites					

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO						
MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	Molde N°	C-205
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)					Peso del Molde gr.	
Peso de Molde (gr.)					Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	
Peso del suelo Húmedo (gr.)					N° de Capas	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )					N° de Golpes por capa	
CAPSULA N°						
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)						
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)						
Peso de Agua (gr)						
Peso de Cápsula (gr.)						
Peso de Suelo Seco (gr.)						
% de Humedad						
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )						

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS**

(NORMA MTC E-205, E-206, AASHTO T-84, T-85)

PROYECTO :  
 SOLICITANTE :  
 RESPONSABLE :  
 UBICACIÓN :  
 FECHA :

MATERIAL : \_\_\_\_\_

**AGREGADO FINO**

A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( en Aire ) (gr)				
B	Peso Frasco + agua				
C	Peso Frasco + agua + A (gr)				
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)				
E	Vol de masa + vol de vacio = C-D (gr)				
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)				
G	Vol de masa = E - ( A - F ) (gr)				
	Pe bulk ( Base seca ) = F/E				PROMEDIO
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/E				
	Pe aparente ( Base Seca ) = F/G				
	% de absorción = ((A - F)/F)*100				

MATERIAL : \_\_\_\_\_

**AGREGADO GRUESO**

A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca ( En Aire ) (gr)				
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca ( En Agua ) (gr)				
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)				
D	Peso material seco en estufa ( 105 °C )(gr)				
E	Vol. de masa = C- ( A - D ) (gr)				
	Pe bulk ( Base seca ) = D/C				PROMEDIO
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/C				
	Pe Aparente ( Base Seca ) = D/E				
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)				

Observaciones:



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**HUMEDAD NATURAL**

(ASTM D 2216, MTC E 108-2000)

PROYECTO :

SOLICITANTE :

RESPONSABLE :

UBICACIÓN :

FECHA :

MATERIAL : \_\_\_\_\_

HUMEDAD NATURAL AGREGADO FINO				
TARRO	1	2	3	PROMEDIO
TARRO + SUELO HUMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
CONTENIDO DE HUMEDAD				

MATERIAL : \_\_\_\_\_

HUMEDAD NATURAL AGREGADO GRUESO				
TARRO	1	2	3	PROMEDIO
TARRO + SUELO HUMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
CONTENIDO DE HUMEDAD				

**Observaciones:**

## ANEXO 3: DESARROLLO DE RESULTADOS

### 1. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS.

#### 1.1. DESCRIPCIÓN.

La topografía es uno de los estudios principales de toda obra civil, su utilización permite obtener los resultados del levantamiento topográfico para conocer con exactitud las mediciones necesarias de un proyecto.

Para los trabajos de topografía realizadas en el tramo comprendido desde el km 44+100 al km 49+100 en el Río Reque, se utilizaron 25 puntos de estaciones para los diferentes cambios de dirección, necesarias para una óptima visualización.

**Tabla 8:** Resumen de las estaciones de control para el levantamiento topográfico.

PUNTO	COORDENADAS UTM - WGS 84 - ZONA 17M			DESCRIPCIÓN
	NORTE	ESTE	COTA	
1	9242204.93	629771.20	28.00	BM
2	9242199.75	629761.71	27.63	E1
3	9242259.08	629861.48	26.78	E2
4	9242320.45	629950.27	26.58	E3
5	9242480.18	630102.97	22.93	E4
6	9242614.37	630251.83	25.65	E5
7	9242559.60	630347.00	23.16	E6
8	9242510.21	630533.91	23.38	E7
9	9242398.73	630785.26	23.82	E8
10	9242524.46	630852.05	23.63	E9
11	9242446.58	631106.92	26.65	E10
12	9242737.39	631293.14	23.80	E11
13	9242925.54	631388.93	26.24	E12
14	9242929.71	631389.84	26.28	E13
15	9243086.56	631637.65	27.07	E14
16	9242996.16	632003.99	26.61	E15
17	9243288.41	632066.27	26.55	E16
18	9243640.24	632182.07	26.77	E17
19	9243866.75	632116.98	24.95	E18
20	9244078.14	632273.51	24.81	E19
21	9244272.74	632615.19	25.38	E20
22	9244411.91	633112.02	28.33	E21
23	9244428.81	633373.17	25.63	E22
24	9242495.52	630043.29	25.48	E23
25	9242708.84	631163.56	27.10	E24
26	9243721.67	632185.91	25.48	E25

BM: Bench Mark.

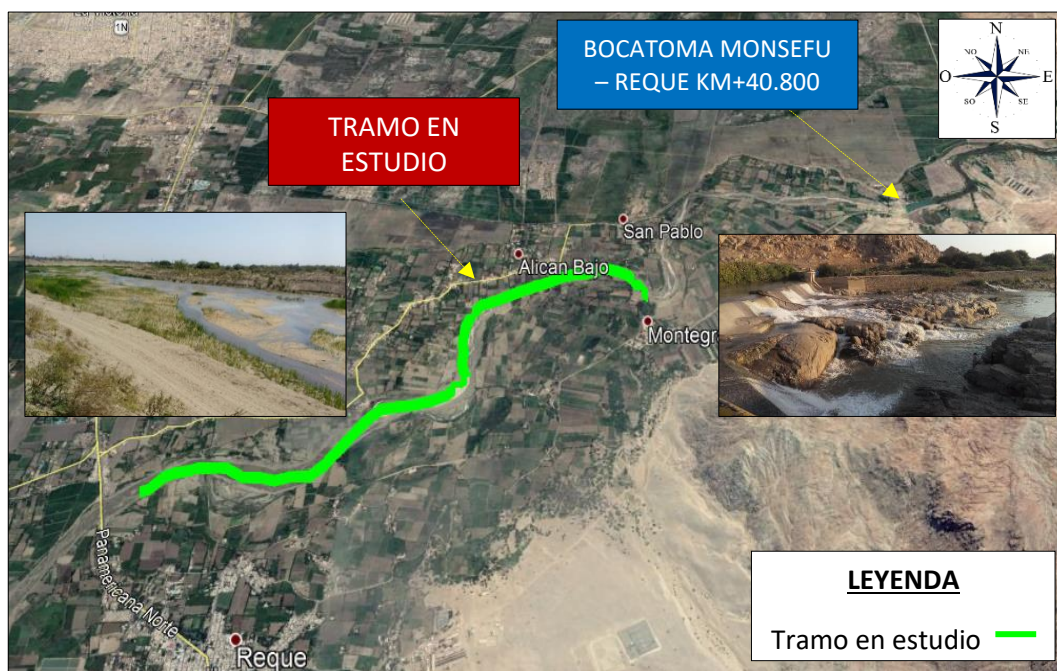
E: Estación.

Fuente: Elaboración propia.



## 1.2. UBICACIÓN DE LA ZONA EN ESTUDIO.

La ubicación comprende el tramo en estudio desde el km 44+100 (Cerro San Bartolo) al km 49+100 (con aproximación al puente Reque)



**Figura 3:** Ubicación geográfica del tramo en estudio.

**Fuente:** Elaboración propia.

## 1.3. EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y PERSONAL.

Para la realización de la topografía del proyecto de investigación se tuvo como apoyo: equipo, herramientas y personal.

- 01 asistente especialista en topografía.
- 04 peones
- 01 estación total (South N4).
- 01 trípode.
- 02 prismas
- 01 wincha.
- 04 celulares para la intercomunicación.
- Clavos para la ubicación de los diferentes puntos de estación.

#### 1.4. PANEL FOTOGRÁFICO.



*Figura 4:* Levantamiento topográfico del tramo en estudio.

**Fuente:** Elaboración propia.



*Figura 5:* Vista del tramo en estudio - Rio Reque.

**Fuente:** Elaboración propia.

## 1.5. RESULTADOS.

**Tabla 9:** *Coordenadas UTM del levantamiento topográfico.*

PUNTO	COORDENADAS UTM - WGS 84 - ZONA 17M			DESCRIPCIÓN
	NORTE	ESTE	COTA	
1	9242204.93	629771.20	28.00	BM
2	9242199.75	629761.71	27.63	E1
3	9242208.72	629757.63	23.03	B
4	9242224.37	629803.00	27.42	H
5	9242227.53	629799.57	25.09	B
6	9242272.43	629731.24	23.04	H
7	9242243.00	629833.84	26.54	H
8	9242298.50	629762.89	27.78	B
9	9242250.54	629823.90	22.64	H
10	9242322.47	629790.01	26.63	H
11	9242260.32	629862.43	26.76	B
12	9242321.39	629796.64	23.41	B
13	9242346.31	629827.44	25.91	H
14	9242366.88	629857.12	23.07	B
15	9242259.12	629861.52	26.80	H
16	9242259.08	629861.48	26.78	E2
17	9242385.32	629871.68	25.24	H
18	9242407.95	629899.64	25.50	H
19	9242269.95	629858.53	22.63	H
20	9242434.85	629931.19	25.32	B
21	9242286.87	629898.94	26.84	B
22	9242450.57	629965.57	23.04	H
23	9242297.57	629894.94	22.87	H
24	9242456.59	629965.19	25.37	B
25	9242470.05	630000.59	23.17	B
26	9242321.44	629949.52	26.62	B
27	9242320.45	629950.27	26.58	E3
28	9242490.58	630045.20	23.67	B
29	9242328.89	629957.31	26.38	H
30	9242331.86	629956.14	25.05	B
31	9242502.17	630057.14	25.50	H
32	9242500.50	630061.65	23.00	B
33	9242353.65	629991.13	26.00	H
34	9242514.99	630079.91	25.06	B
35	9242369.10	630033.45	26.27	H
36	9242511.94	630082.52	23.09	B
37	9242525.89	630095.91	25.69	H

BM: Bench  
Mark.  
E: Estación.  
B: Borde.  
H: Corona.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Continuación de la tabla 09: Coordenadas UTM del levantamiento topográfico.**

PUNTO	COORDENADAS UTM - WGS 84 - ZONA 17M			DESCRIPCIÓN
	NORTE	ESTE	COTA	
38	9242538.03	630118.20	26.21	H
39	9242480.15	630102.94	22.94	B
40	9242480.18	630102.97	22.93	E4
41	9242557.50	630161.26	26.36	B
42	9242392.73	630070.10	25.50	B
43	9242571.70	630184.12	26.58	H
44	9242396.68	630065.81	22.56	B
45	9242585.88	630201.18	26.53	H
46	9242429.46	630124.25	22.90	B
47	9242596.32	630218.10	26.30	H
48	9242426.23	630125.52	25.22	H
49	9242607.28	630238.00	25.95	H
50	9242614.37	630251.83	25.65	E5
51	9242608.73	630252.69	23.26	B
52	9242483.59	630229.89	25.99	H
53	9242614.95	630267.64	25.35	B
54	9242487.88	630227.73	23.08	H
55	9242617.00	630283.57	25.08	B
56	9242488.14	630227.41	23.10	B
57	9242615.50	630319.06	24.99	H
58	9242517.35	630274.23	23.21	B
59	9242606.53	630328.25	23.17	H
60	9242517.29	630274.25	23.19	B
61	9242512.24	630277.43	26.60	H
62	9242614.82	630348.13	25.47	H
63	9242559.60	630347.00	23.16	E6
64	9242611.41	630349.87	23.84	H
65	9242611.44	630349.81	24.83	H
66	9242520.48	630335.02	23.29	B
67	9242515.28	630333.28	26.70	H
68	9242601.98	630348.89	23.14	B
69	9242596.49	630386.72	23.42	B
70	9242497.15	630400.69	23.33	H
71	9242598.37	630396.34	25.64	B
72	9242494.74	630400.04	25.10	H
73	9242593.74	630419.06	25.94	H
74	9242467.67	630472.84	25.93	B

BM: Bench  
Mark.  
E: Estación.  
B: Borde.  
H: Corona.

Fuente: Elaboración propia.

**Continuación de la tabla 09:** *Coordenadas UTM del levantamiento topográfico.*

PUNTO	COORDENADAS UTM - WGS 84 - ZONA 17M			DESCRIPCIÓN
	NORTE	ESTE	COTA	
75	9242588.65	630454.82	26.23	B
76	9242465.75	630472.84	25.91	H
77	9242585.84	630484.86	26.76	B
78	9242579.36	630537.15	26.72	H
79	9242571.80	630591.52	27.31	H
80	9242510.21	630533.91	23.38	E7
81	9242567.05	630658.53	26.65	H
82	9242446.40	630535.39	25.88	H
83	9242451.44	630537.98	23.57	B
84	9242407.20	630589.33	23.54	B
85	9242403.56	630588.49	25.72	B
86	9242550.78	630700.10	23.56	H
87	9242356.15	630649.29	23.42	H
88	9242352.99	630647.65	24.35	B
89	9242359.09	630650.30	23.56	H
90	9242293.45	630771.48	23.85	H
91	9242398.73	630785.26	23.82	E8
92	9242558.43	630696.23	26.31	B
93	9242548.24	630739.80	26.34	B
94	9242545.02	630773.65	26.42	H
95	9242532.63	630769.59	23.64	B
96	9242529.24	630812.90	26.55	H
97	9242324.14	630716.24	23.81	B
98	9242524.46	630852.05	23.63	E9
99	9242316.86	630715.54	25.00	B
100	9242521.83	630879.98	23.70	H
101	9242286.82	630827.90	25.10	B
102	9242294.39	630829.67	23.86	H
103	9242528.13	630877.59	26.78	B
104	9242305.62	630879.84	23.62	B
105	9242532.06	630899.74	26.48	H
106	9242537.67	630940.98	26.67	H
107	9242323.47	630912.79	25.48	B
108	9242549.30	630980.13	26.64	H
109	9242348.12	630954.07	25.62	B
110	9242539.40	630986.72	23.79	B
111	9242369.61	631008.60	25.74	H

BM: Bench  
Mark.  
E: Estación.  
B: Borde.  
H: Corona.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Continuación de la tabla 09: Coordenadas UTM del levantamiento topográfico.**

PUNTO	COORDENADAS UTM - WGS 84 - ZONA 17M			DESCRIPCIÓN
	NORTE	ESTE	COTA	
112	9242552.86	631004.69	26.16	B
113	9242404.25	631067.95	26.57	B
114	9242446.58	631106.92	26.65	E10
115	9242575.18	631043.12	26.06	H
116	9242582.99	631055.84	26.60	H
117	9242637.91	631107.62	26.32	B
118	9242489.24	631145.54	26.69	H
119	9242656.93	631123.68	27.42	H
120	9242547.28	631193.39	24.95	B
121	9242686.07	631157.49	23.96	H
122	9242706.14	631167.57	24.06	B
123	9242737.39	631293.14	23.80	E11
124	9242734.57	631179.02	27.13	H
125	9242770.39	631204.27	26.97	H
126	9242785.15	631223.29	23.81	B
127	9242614.16	631264.32	25.39	B
128	9242822.89	631267.93	23.82	B
129	9242617.67	631261.95	23.80	B
130	9242844.58	631295.08	23.89	H
131	9242653.71	631303.84	25.59	H
132	9242657.89	631304.00	24.07	B
133	9242864.47	631317.36	23.76	H
134	9242688.96	631333.37	25.82	H
135	9242690.90	631330.44	24.49	H
136	9242917.46	631377.50	25.98	B
137	9242731.98	631361.00	25.78	H
138	9242800.34	631403.73	25.88	H
139	9242800.34	631403.73	25.88	B
140	9242802.19	631399.83	24.20	H
141	9242925.54	631388.93	26.24	E12
142	9242929.71	631389.84	26.28	E13
143	9242790.57	631398.03	25.57	H
144	9242792.38	631394.48	24.44	H
145	9242807.79	631411.58	25.87	B
146	9242812.42	631408.58	24.09	B
147	9242960.20	631415.54	23.65	H
148	9242962.72	631410.87	25.87	H

BM: Bench  
Mark.  
E: Estación.  
B: Borde.  
H: Corona.

Fuente: Elaboración propia.

**Continuación de la tabla 09: Coordenadas UTM del levantamiento topográfico.**

PUNTO	COORDENADAS UTM - WGS 84 - ZONA 17M			DESCRIPCIÓN
	NORTE	ESTE	COTA	
149	9242962.71	631410.84	25.87	B
150	9242829.97	631438.10	27.73	B
151	9242986.55	631444.80	26.38	H
152	9242985.36	631448.63	23.19	B
153	9242889.88	631508.76	27.99	H
154	9242894.52	631499.94	25.12	B
155	9243011.94	631481.18	26.35	H
156	9243009.85	631486.34	23.86	H
157	9242914.11	631545.67	28.04	B
158	9242922.47	631540.58	25.88	H
159	9243037.89	631522.75	25.81	H
160	9243034.77	631526.01	23.94	B
161	9243062.82	631567.22	26.04	H
162	9243060.13	631570.30	24.23	B
163	9242931.24	631573.07	28.25	H
164	9242938.41	631568.28	26.84	B
165	9242940.06	631566.62	24.45	B
166	9243082.94	631626.93	26.84	H
167	9243079.68	631627.92	25.00	B
168	9242970.90	631629.17	26.88	H
169	9242973.24	631628.09	25.57	H
170	9243086.56	631637.65	27.07	E14
171	9242925.56	631386.60	26.03	B
172	9243099.80	631692.43	26.71	B
173	9243094.75	631694.37	24.16	H
174	9243107.23	631721.76	26.35	B
175	9243103.68	631725.56	24.07	H
176	9243117.18	631767.29	26.95	H
177	9243111.98	631771.32	23.96	B
178	9243138.41	631829.59	27.36	H
179	9243134.02	631832.50	24.55	H
180	9243151.52	631869.95	27.50	B
181	9243006.93	631798.67	26.63	H
182	9243008.83	631799.19	25.62	B
183	9243009.13	631843.81	28.13	B
184	9243009.13	631843.81	26.63	H
185	9243012.82	631842.85	25.22	H

BM: Bench  
Mark.  
E: Estación.  
B: Borde.  
H: Corona.

Fuente: Elaboración propia.

**Continuación de la tabla 09: Coordenadas UTM del levantamiento topográfico.**

PUNTO	COORDENADAS UTM - WGS 84 - ZONA 17M			DESCRIPCIÓN
	NORTE	ESTE	COTA	
186	9242996.51	631913.50	27.67	B
187	9243001.72	631913.04	24.88	B
188	9242996.04	632003.96	26.58	B
189	9242996.16	632003.99	26.61	E15
190	9243167.66	631918.49	28.21	H
191	9242996.62	632006.25	26.53	H
192	9242999.77	632005.21	24.91	H
193	9243004.95	632068.52	26.50	B
194	9243008.07	632066.87	24.81	H
195	9243022.37	632114.24	27.71	B
196	9243026.22	632111.29	24.85	B
197	9243178.64	631942.01	27.58	H
198	9243172.30	631943.90	24.52	B
199	9243065.71	632149.95	27.02	B
200	9243107.04	632165.61	24.68	B
201	9243195.79	631974.60	26.72	H
202	9243191.62	631976.71	24.50	B
203	9243070.25	632157.00	27.05	H
204	9243072.48	632151.70	25.08	H
205	9243209.42	631997.04	26.67	B
206	9243205.72	632001.34	24.03	H
207	9243194.55	632169.08	27.16	B
208	9243226.39	632017.32	26.76	H
209	9243197.64	632167.42	25.33	H
210	9243225.18	632021.68	24.28	B
211	9243266.53	632056.66	24.95	B
212	9243277.00	632063.39	25.53	H
213	9243288.41	632066.27	26.55	E16
214	9243268.62	632166.01	27.27	B
215	9243307.46	632170.56	26.27	B
216	9243308.54	632167.55	24.39	H
217	9243320.89	632080.96	27.02	B
218	9243319.13	632085.37	24.36	H
219	9243344.17	632174.81	26.02	H
220	9243359.22	632096.42	24.15	B
221	9243388.95	632175.01	26.72	H
222	9243390.06	632172.55	25.73	H

BM: Bench  
Mark.  
E: Estación.  
B: Borde.  
H: Corona.

Fuente: Elaboración propia.



**Continuación de la tabla 09:** *Coordenadas UTM del levantamiento topográfico.*

PUNTO	COORDENADAS UTM - WGS 84 - ZONA 17M			DESCRIPCIÓN
	NORTE	ESTE	COTA	
223	9243363.39	632092.13	26.69	B
224	9243385.30	632092.67	26.41	B
225	9243437.12	632174.71	26.86	H
226	9243439.98	632171.61	24.87	B
227	9243385.21	632095.83	25.05	H
228	9243389.96	632092.53	26.22	H
229	9243513.17	632178.68	26.57	B
230	9243513.15	632178.67	26.57	H
231	9243513.20	632176.22	24.42	B
232	9243562.52	632180.54	27.02	H
233	9243562.00	632178.00	24.64	B
234	9243442.17	632088.58	26.26	B
235	9243442.83	632093.03	24.01	H
236	9243599.60	632180.41	26.93	B
237	9243599.90	632178.42	23.97	B
238	9243484.90	632083.71	26.56	H
239	9243487.22	632087.95	24.54	H
240	9243640.24	632182.07	26.77	E17
241	9243640.45	632179.53	25.28	B
242	9243679.14	632186.94	26.79	B
243	9243676.56	632181.61	24.37	H
244	9243506.48	632079.85	26.85	H
245	9243507.27	632084.43	24.67	B
246	9243700.08	632188.47	26.80	H
247	9243721.62	632188.93	27.06	B
248	9243745.19	632190.68	26.76	B
249	9243580.43	632082.43	26.67	H
250	9243785.90	632199.71	26.79	H
251	9243841.97	632215.78	27.39	B
252	9243842.25	632212.82	25.31	B
253	9243636.35	632078.28	27.67	H
254	9243633.54	632083.23	24.75	B
255	9243701.71	632084.00	27.78	B
256	9243874.33	632226.85	27.42	H
257	9243701.10	632090.23	24.53	H
258	9243875.59	632221.83	25.29	B
259	9243914.15	632229.77	27.88	B

BM: Bench  
Mark.  
E: Estación.  
B: Borde.  
H: Corona.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Continuación de la tabla 09: Coordenadas UTM del levantamiento topográfico.**

PUNTO	COORDENADAS UTM - WGS 84 - ZONA 17M			DESCRIPCIÓN
	NORTE	ESTE	COTA	
260	9243913.91	632226.29	26.08	H
261	9243793.76	632106.77	25.00	H
262	9243792.39	632101.02	28.01	B
263	9243936.46	632243.73	27.64	B
264	9243937.04	632240.96	25.64	H
265	9243870.41	632112.96	27.88	H
266	9243866.75	632116.98	24.95	E18
267	9243951.41	632254.74	27.44	H
268	9243952.34	632252.53	25.62	B
269	9243964.26	632268.82	27.56	H
270	9243953.85	632139.37	27.61	B
271	9243951.04	632142.98	24.56	B
272	9243967.36	632146.76	27.80	H
273	9243961.95	632266.99	27.28	B
274	9243963.93	632265.28	25.07	B
275	9243987.81	632291.41	27.40	H
276	9243989.58	632290.02	24.90	H
277	9244024.39	632320.67	27.17	B
278	9244026.47	632318.55	25.70	H
279	9244046.12	632335.78	26.80	H
280	9244047.11	632332.93	25.49	B
281	9244075.30	632363.56	27.40	H
282	9244076.26	632361.44	25.60	B
283	9244105.56	632398.17	27.61	H
284	9244108.30	632396.19	25.76	B
285	9244041.19	632211.60	28.54	B
286	9244038.48	632217.78	24.71	H
287	9244127.89	632427.58	27.75	B
288	9244129.06	632423.74	25.99	B
289	9244085.32	632270.84	28.31	H
290	9244078.14	632273.51	24.81	E19
291	9244142.17	632452.61	27.66	B
292	9244144.66	632451.07	25.96	H
293	9244147.19	632338.56	27.81	B
294	9244144.85	632341.26	25.32	B
295	9244178.77	632381.42	27.70	H
296	9244175.71	632387.14	25.24	B

BM: Bench  
Mark.  
E: Estación.  
B: Borde.  
H: Corona.

Fuente: Elaboración propia.

**Continuación de la tabla 09:** *Coordenadas UTM del levantamiento topográfico.*

PUNTO	COORDENADAS UTM - WGS 84 - ZONA 17M			DESCRIPCIÓN
	NORTE	ESTE	COTA	
297	9244217.01	632451.13	28.16	H
298	9244211.36	632452.28	26.37	H
299	9244214.32	632468.92	27.75	B
300	9244223.39	632470.78	28.07	B
301	9244150.93	632474.93	28.00	H
302	9244230.25	632495.85	28.27	H
303	9244224.87	632496.54	25.60	B
304	9244174.34	632541.03	28.04	B
305	9244244.27	632529.23	28.50	B
306	9244201.01	632589.88	28.01	H
307	9244239.57	632530.80	25.68	B
308	9244202.76	632589.28	26.26	B
309	9244253.80	632550.42	28.53	H
310	9244248.07	632554.58	25.28	B
311	9244218.86	632623.94	27.85	B
312	9244220.86	632624.18	26.04	H
313	9244271.77	632598.27	28.34	B
314	9244231.72	632649.75	27.55	H
315	9244233.59	632648.98	25.83	H
316	9244272.74	632615.19	25.38	E20
317	9244239.98	632679.77	27.80	B
318	9244280.84	632617.27	28.20	H
319	9244243.82	632678.80	25.90	H
320	9244248.04	632711.68	27.83	B
321	9244252.62	632710.75	25.93	B
322	9242356.11	629988.93	25.08	H
323	9242373.37	630031.62	25.13	H
324	9242285.36	630770.89	25.08	B
325	9242300.41	630881.05	25.40	B
326	9242328.66	630913.82	23.65	H
327	9242352.64	630953.15	23.74	B
328	9242374.77	631007.20	23.82	B
329	9242408.47	631065.55	23.94	H
330	9242450.28	631103.57	23.96	B
331	9242493.29	631142.87	23.98	H
332	9242543.54	631198.59	26.71	B
333	9244263.24	632755.61	27.86	B

BM: Bench  
Mark.  
E: Estación.  
B: Borde.  
H: Corona.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Continuación de la tabla 09: Coordenadas UTM del levantamiento topográfico.**

PUNTO	COORDENADAS UTM - WGS 84 - ZONA 17M			DESCRIPCIÓN
	NORTE	ESTE	COTA	
334	9244267.40	632754.57	25.95	H
335	9244280.16	632783.70	25.97	B
336	9244276.27	632786.10	27.96	H
337	9244296.10	632834.95	26.12	B
338	9244292.10	632836.68	28.10	B
339	9244323.61	632902.04	26.17	H
340	9244319.10	632904.62	28.17	B
341	9244363.54	632983.46	26.23	B
342	9244358.72	632985.68	28.25	H
343	9244393.16	633050.36	26.33	H
344	9244388.29	633053.69	28.29	B
345	9244416.81	633111.35	26.39	H
346	9244411.91	633112.02	28.33	E21
347	9244422.55	633184.00	26.43	H
348	9244417.81	633184.68	28.36	H
349	9244405.93	633256.69	26.48	B
350	9244400.02	633257.60	28.39	H
351	9244385.22	633319.84	26.50	H
352	9244380.90	633320.56	28.45	B
353	9244354.23	633389.41	28.53	B
354	9244358.31	633391.74	26.55	H
355	9244325.90	633439.57	26.64	B
356	9244320.98	633438.23	28.57	B
357	9244290.25	633473.80	26.67	H
358	9244286.18	633471.84	28.61	B
359	9244244.89	633511.60	26.71	B
360	9244240.55	633510.40	28.64	H
361	9244308.23	632684.98	28.27	B
362	9244304.22	632686.59	25.45	H
363	9244343.25	632781.56	25.53	B
364	9244349.26	632781.82	28.35	H
365	9244393.90	632890.79	28.38	H
366	9244389.44	632893.42	25.60	P
367	9244434.95	633013.49	25.45	H
368	9244439.95	633012.24	28.40	B
369	9244477.15	633130.08	28.47	B
370	9244470.47	633134.84	25.53	H

BM: Bench  
Mark.  
E: Estación.  
B: Borde.  
H: Corona.

Fuente: Elaboración propia.

**Continuación de la tabla 09: Coordenadas UTM del levantamiento topográfico.**

PUNTO	COORDENADAS UTM - WGS 84 - ZONA 17M			DESCRIPCIÓN
	NORTE	ESTE	COTA	
371	9244485.02	633216.25	28.55	B
372	9244480.30	633215.90	25.57	H
373	9244433.83	633372.53	28.60	B
374	9244428.81	633373.17	25.63	E22
375	9244394.23	633457.57	28.63	B
376	9244389.84	633455.11	25.68	H
377	9244329.10	633512.34	28.65	B
378	9244325.04	633510.08	25.73	H
379	9244258.05	633567.11	28.69	B
380	9244254.60	633563.64	25.77	H
381	9244184.35	633598.38	28.71	H
382	9244178.79	633596.25	25.80	B
383	9244167.41	633631.88	28.75	B
384	9244163.54	633631.69	25.83	H
385	9244180.58	633669.07	28.78	B
386	9244176.24	633671.83	25.86	H
387	9244216.43	633694.14	28.83	H
388	9244212.93	633698.61	25.95	B
389	9244159.99	633543.68	28.70	B
390	9244158.35	633550.77	26.75	H
391	9244110.85	633586.75	26.83	H
392	9244106.57	633585.52	28.77	B
393	9244098.31	633625.65	26.85	B
394	9244094.98	633625.78	28.80	H
395	9244104.94	633650.88	26.88	B
396	9244102.54	633651.28	28.85	H
397	9242430.30	629933.44	23.00	H
398	9242294.48	629765.56	23.08	B
399	9242341.98	629830.54	23.45	B
400	9242369.30	629854.52	25.30	H
401	9242381.53	629875.15	23.10	B
402	9242404.19	629901.68	23.13	H
403	9242475.22	629998.96	25.40	B
404	9242495.52	630043.29	25.48	E23
405	9242521.90	630099.23	23.15	H
406	9242533.47	630121.20	23.23	B
407	9242553.27	630163.94	23.28	H

BM: Bench  
Mark.  
E: Estación.  
B: Borde.  
H: Corona.

Fuente: Elaboración propia.

**Continuación de la tabla 09: Coordenadas UTM del levantamiento topográfico.**

PUNTO	COORDENADAS UTM - WGS 84 - ZONA 17M			DESCRIPCIÓN
	NORTE	ESTE	COTA	
408	9242568.10	630187.57	23.35	B
409	9242581.72	630206.67	23.38	H
410	9242592.43	630222.03	23.43	B
411	9242603.15	630241.54	23.20	H
412	9242610.58	630269.95	23.30	B
413	9242611.02	630285.65	23.35	H
414	9242588.12	630418.98	23.45	B
415	9242583.96	630455.46	23.48	H
416	9242579.67	630485.20	23.53	B
417	9242573.23	630537.73	23.57	B
418	9242565.81	630591.80	25.60	H
419	9242560.48	630658.90	25.63	H
420	9242540.98	630740.34	23.60	B
421	9242523.19	630812.47	23.65	H
422	9242518.15	630856.21	23.68	H
423	9242523.45	630900.95	23.73	B
424	9242530.67	630943.75	23.75	B
425	9242545.98	631009.57	23.83	H
426	9242569.64	631047.40	23.87	H
427	9242578.61	631064.22	23.91	B
428	9242632.02	631115.09	23.93	B
429	9242651.36	631128.74	23.95	P
430	9242689.75	631151.29	27.07	H
431	9242708.84	631163.56	27.10	E24
432	9242730.53	631185.03	24.10	B
433	9242765.79	631208.21	24.13	B
434	9242789.41	631220.99	27.00	H
435	9242827.34	631265.29	27.10	B
436	9242849.84	631292.80	27.17	H
437	9242868.45	631314.77	27.21	B
438	9242914.03	631379.26	23.81	H
439	9243146.29	631873.40	24.54	H
440	9243162.94	631922.56	24.53	B
441	9243269.99	632052.00	26.73	H
442	9243279.03	632059.42	26.68	B
443	9243286.26	632071.48	25.50	H
444	9243578.98	632088.71	24.73	B

BM: Bench  
Mark.  
E: Estación.  
B: Borde.  
H: Corona.

Fuente: Elaboración propia.

**Continuación de la tabla 09:** *Coordenadas UTM del levantamiento topográfico.*

PUNTO	COORDENADAS UTM - WGS 84 - ZONA 17M			DESCRIPCIÓN
	NORTE	ESTE	COTA	
445	9243963.91	632154.50	24.65	H
446	9244266.37	632601.90	25.30	H
447	9242734.26	631358.51	24.45	B
448	9242834.33	631437.39	24.15	B
449	9243269.55	632160.01	25.45	P
450	9243344.53	632171.62	24.50	H
451	9243786.31	632195.50	25.38	B
452	9243744.36	632187.62	25.43	B
453	9243721.67	632185.91	25.48	E25
454	9243699.65	632183.86	24.50	H
455	9244155.28	632475.22	26.15	H
456	9244179.61	632540.24	26.20	B
457	9244200.63	633529.39	28.68	B
458	9244200.57	633534.69	26.73	H
459	9244454.31	633315.21	28.58	H
460	9244451.10	633314.26	25.60	P
461	9244459.66	633083.52	28.45	B
462	9244455.89	633085.48	25.50	B
463	9242990.50	631735.55	26.70	H
464	9242995.12	631736.72	25.58	H
465	9243107.06	632171.69	27.15	B

BM: Bench  
Mark.  
E: Estación.  
B: Borde.  
H: Corona.

**Fuente:** Elaboración propia.

## 2. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS.

### 2.1. CAUDAL MÁXIMO.

**Tabla 10:** Registro de Caudales Máximos Anuales –Bocatoma Monsefú - Reque.

Año	Q <sub>máx.</sub> Anual (m <sup>3</sup> /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

Fuente: Proyecto Olmos Tinajones PEOT – OPEMA.

### 2.2. CAUDAL DE DISEÑO.

#### a. Método Gumbel.

##### 1. Cálculo preliminar.

N = 12 registros (2006-2017 años)

**Tabla 11:** Cálculos preliminar con el método Gumbel.

Año	Q <sub>máx.</sub> anual (m <sup>3</sup> /s)	Q <sup>2</sup>
2006	6.40	40.96
2007	30.37	922.34
2008	502.68	252687.18
2009	337.21	113710.58
2010	128.60	16537.96
2011	62.73	3935.05
2012	217.37	47249.72
2013	144.32	20828.26
2014	20.47	419.02
2015	179.35	32166.42
2016	152.51	23259.30
2017	370.51	137277.66
Σ	<b>2152.52</b>	<b>649034.46</b>

Fuente: Elaboración propia.



**2. Cálculo del promedio de Caudales (Qm).**

$$Q_m = 179.38 \text{ m}^3/\text{s}$$

**3. Cálculo de la desviación estándar de los Caudales ( $\sigma_Q$ ).**

$$\sigma_Q = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N Q_i^2 + N * Q_m^2}{N - 1}} \quad \sigma_Q = 154.60$$

**4. Cálculo de los coeficientes  $\sigma_N$  y  $\bar{Y}_N$ .**

**Tabla 12:** Valores de  $\bar{Y}_N$  y  $\sigma_N$  en función de N.

N	$\bar{Y}_n$	$\sigma_N$	N	$\bar{Y}_n$	$\sigma_N$
8	0.48	0.90	22	0.53	1.08
9	0.49	0.93	23	0.53	1.08
10	0.50	0.95	24	0.53	1.09
11	0.50	0.97	25	0.53	1.09
12	0.51	0.98	26	0.53	1.10
13	0.51	1.00	27	0.53	1.10
14	0.51	1.01	28	0.53	1.10
15	0.51	1.02	29	0.54	1.11
16	0.52	1.03	30	0.54	1.11
17	0.52	1.04	31	0.54	1.12
18	0.52	1.05	32	0.54	1.12
19	0.52	1.06	33	0.54	1.12
20	0.52	1.06	34	0.54	1.13
21	0.53	1.07	35	0.54	1.13

Fuente: Máximo Villón Béjar (2008, p.284)

Tenemos los valores:

$$\bar{Y}_N = 0.51 \quad \sigma_N = 0.98$$

**5. Cálculo del Caudal Máximo.**

$$Q_{\text{máx}} = Q_m - \frac{\sigma_Q}{\sigma_N} (\bar{Y}_N - \ln T)$$

**Tabla 13:** Caudal Máximo para diferentes períodos de retorno (T).

Qm	$\sigma_Q$	$\sigma_N$	$\bar{Y}_n$	T	ln (T)	Qmáx
179.38	154.60	0.98	0.51	2	0.69	<b>208.91</b>
179.38	154.60	0.98	0.51	5	1.61	<b>352.98</b>
179.38	154.60	0.98	0.51	10	2.30	<b>461.96</b>
179.38	154.60	0.98	0.51	25	3.22	<b>606.03</b>
179.38	154.60	0.98	0.51	50	3.91	<b>715.01</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Continuación de la Tabla 13:** Caudal Máximo para diferentes períodos de retorno (T).

<b>Qm</b>	<b><math>\sigma_Q</math></b>	<b><math>\sigma_N</math></b>	<b><math>\bar{Y}_n</math></b>	<b>T</b>	<b>ln (T)</b>	<b>Qmáx</b>
179.38	154.60	0.98	0.51	100	4.61	<b>823.99</b>
179.38	154.60	0.98	0.51	150	5.01	<b>887.74</b>
179.38	154.60	0.98	0.51	300	5.70	<b>996.73</b>
179.38	154.60	0.98	0.51	500	6.21	<b>1077.04</b>
179.38	154.60	0.98	0.51	1000	6.91	<b>1186.03</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 14:** Resumen del Caudal Máximo para diferentes períodos de retorno (T).

<b>T (años)</b>	<b>Qmáx (m<sup>3</sup>/s)</b>
<b>2</b>	208.91
<b>5</b>	352.98
<b>10</b>	461.96
<b>25</b>	606.03
<b>50</b>	<b>715.01</b>
<b>100</b>	823.99
<b>150</b>	887.74
<b>300</b>	996.73
<b>500</b>	1077.04
<b>1000</b>	1186.03

Fuente: Elaboración propia.

## 6. Cálculo del $\phi$ .

$$\Phi = 1 - 1/T$$

**Tabla 15:** Valores de  $\phi$  para diferentes períodos de retorno (T).

<b>T (años)</b>	<b><math>\phi</math></b>
<b>2</b>	0.50
<b>5</b>	0.80
<b>10</b>	0.90
<b>25</b>	0.96
<b>50</b>	<b>0.98</b>
<b>100</b>	0.99
<b>150</b>	0.99
<b>300</b>	1.00
<b>500</b>	1.00
<b>1000</b>	1.00

Fuente: Elaboración propia.

## 7. Cálculo del intervalo de confianza ( $\Delta Q$ )

- Cuando  $\phi$  varía entre 0.20 – 0.80, se utiliza la ecuación:

$$\Delta Q = \pm \sqrt{N \alpha \sigma_m} * \frac{\sigma_Q}{\sigma_N \sqrt{N}}$$

**Tabla 16:** Valores de  $\sqrt{N \alpha \sigma_m}$  en función de  $\phi$ .

$\Phi$	$\sqrt{N \alpha \sigma_m}$
0.01	2.16
0.02	1.79
0.05	1.46
0.10	1.30
0.15	1.25
0.20	1.24
0.25	1.25
0.30	1.27
0.35	1.30
0.40	1.34
0.45	1.38
0.50	1.44
0.55	1.15
0.60	1.60
0.65	1.70
0.70	1.84
0.75	2.01
0.80	2.24
0.85	2.58
0.90	3.16
0.95	4.47
0.98	7.07
0.99	10.00

**Fuente:** Máximo Villón Béjar (2008, p.285)

- Cuando  $\phi$  es mayor a 0.90, se utiliza la ecuación:

$$\Delta Q = \pm \frac{1.14 * \sigma_Q}{\sigma_N}$$

**Tabla 17:** Valores para el intervalo de confianza  $\Delta Q$  para diferentes periodos de retorno ( $T$ ).

<b>T</b>	<b><math>\Delta Q</math></b>
2	65.48
5	101.71
10	179.24
25	179.24
50	179.24
100	179.24
150	179.24
300	179.24
500	179.24
1000	179.24

Fuente: Elaboración propia.

### 8. Cálculo del caudal de diseño ( $Q_d$ ).

$$Q_d = Q_{\max} + \Delta Q$$

**Tabla 18:** Valores de los caudales de diseño para diferentes periodos de retorno ( $T$ ).

<b>Periodo de Retorno (T)</b>	<b>Caudales (m<sup>3</sup>/s)</b>		
	<b>Q<sub>máx</sub></b>	<b><math>\Delta Q</math></b>	<b>Q<sub>d</sub></b>
2	208.91	65.48	274.39
5	352.98	101.71	454.68
10	461.96	179.24	641.20
25	606.03	179.24	785.27
50	715.01	179.24	894.25
100	823.99	179.24	1003.23
150	887.74	179.24	1066.98
300	996.73	179.24	1175.97
500	1077.04	179.24	1256.28
1000	1186.03	179.24	1365.27

Fuente: Elaboración propia.

**b. Método Nash.**

**1. Cálculo preliminar.**

N = 12 registros (2006-2017 años)

**Tabla 19:** Cálculos preliminar con el método Nash.

m	Q <sub>máx.anual</sub>	T	T / ( T - 1 )	X	Q * X	Q <sup>2</sup>	X <sup>2</sup>
1	502.68	13.00	1.08	-1.46	-733.36	252687.18	2.13
2	370.51	6.50	1.18	-1.14	-422.14	137277.66	1.30
3	337.21	4.33	1.30	-0.94	-318.09	113710.58	0.89
4	217.37	3.25	1.44	-0.80	-173.18	47249.72	0.63
5	179.35	2.60	1.63	-0.68	-121.24	32166.42	0.46
6	152.51	2.17	1.86	-0.57	-87.01	23259.30	0.33
7	144.32	1.86	2.17	-0.47	-68.40	20828.26	0.22
8	128.60	1.63	2.60	-0.38	-49.12	16537.96	0.15
9	62.73	1.44	3.25	-0.29	-18.24	3935.05	0.08
10	30.37	1.30	4.33	-0.20	-5.95	922.34	0.04
11	20.47	1.18	6.50	-0.09	-1.84	419.02	0.01
12	6.40	1.08	13.00	0.05	0.30	40.96	0.00
Σ	<b>2152.52</b>			<b>-6.97</b>	<b>-1998.28</b>	<b>649034.46</b>	<b>6.24</b>

Fuente: Elaboración propia.

**2. Cálculo de Q<sub>m</sub> y X<sub>m</sub>.**

$$Q_m = \frac{\sum Q}{N} \quad Q_m = 179.38 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$X_m = \frac{\sum X}{N} \quad X_m = -0.58$$

**3. Cálculo de los parámetros a y b**

$$a = Q_m * b * X_m \quad a = 377.32$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^N X_i * Q_i - N * X_m * Q_m}{\sum_{i=1}^N X_i^2 - N * X_m^2} \quad b = -341.79$$

**4. Cálculo de los caudales máximos para diferentes periodos de retorno.**

$$Q_{\max} = a + b \log \log \frac{T}{T - 1}$$

**Tabla 20:** Cálculos de los caudales máximos para los diferentes periodos de retorno.

T	T / ( T-1 )	LOG(LOG( T/T-1 ))	Qmáx
2	2.00	-0.52	556.12
5	1.25	-1.01	724.37
10	1.11	-1.34	835.76
25	1.04	-1.75	976.50
50	1.02	-2.06	1080.91
100	1.01	-2.36	1184.55
150	1.01	-2.54	1244.99
300	1.00	-2.84	1348.13
500	1.00	-3.06	1424.05
1000	1.00	-3.36	1527.01

Fuente: Elaboración propia.

### 5. Cálculo de desviaciones estándar y covarianza.

$$S_{xx} = N * \sum X_i^2 - \left( \sum x_i \right)^2 \quad S_{xx} = 26.259$$

$$S_{qq} = N * \sum Q_i^2 - \left( \sum Q_i \right)^2 \quad S_{qq} = 3155071.26$$

$$S_{xq} = N * \sum Q_i * X_i - (Q_i) * \left( \sum X_i \right) \quad S_{xq} = - 8975.03$$

$$X_i = \log \log \frac{T}{T - 1} \quad X_i = -2.06$$

**Tabla 21:** Resumen del cálculo de los valores de “Xi”

T	Xi
2	-0.52
5	-1.01
10	-1.34
25	-1.75
50	-2.06
100	-2.36
150	-2.54
300	-2.84
500	-3.06
1000	-3.36

Fuente: Elaboración propia.

### 6. Cálculo del intervalo de confianza “1Q”

$$\Delta Q = \pm 2 * \sqrt{\frac{S_{qq}}{N^2 * (N - 1)} + (X - X_m)^2 * \frac{1}{N - 2} * \frac{1}{S_{xx}} * \left( S_{qq} - \frac{S_{xq}^2}{S_{xx}} \right)}$$

**Tabla 22:** Resumen del cálculo de los valores del intervalo de confianza “ $\Delta Q$ ”

<b>T</b>	<b><math>\Delta Q</math></b>
2	89.29
5	90.65
10	93.46
25	98.96
<b>50</b>	<b>104.26</b>
100	110.39
150	114.31
300	121.50
500	127.14
1000	135.19

Fuente: Elaboración propia.

### 7. Cálculo del Caudal de diseño “ $Q_d$ ”

$$Q_d = Q_{\max} + \Delta Q$$

**Tabla 23:** Resumen del cálculo de los valores del intervalo de confianza “ $\Delta Q$ ”

<b>Periodo de Retorno (T)</b>	<b>Caudales (m<sup>3</sup>/s)</b>		
	<b><math>Q_{\max}</math></b>	<b><math>\Delta Q</math></b>	<b><math>Q_d</math></b>
2	556.12	89.29	645.41
5	724.37	90.65	815.01
10	835.76	93.46	929.22
25	976.50	98.96	1075.46
<b>50</b>	<b>1080.91</b>	<b>104.26</b>	<b>1185.17</b>
100	1184.55	110.39	1294.94
150	1244.99	114.31	1359.30
300	1348.13	121.50	1469.62
500	1424.05	127.14	1551.19
1000	1527.01	135.19	1662.20

Fuente: Elaboración propia.

### c. Método Lebediev

#### 1. Cálculo preliminar.

N = 12 registros (2006-2017 años)

**Tabla 24:** Cálculos preliminar con el método Lebediev.

AÑO	Q max	Q/Qm-1	(Q/Qm-1) <sup>2</sup>	(Q/Qm-1) <sup>3</sup>
2006	6.40	-0.96	0.93	-0.90
2007	30.37	-0.83	0.69	-0.57
2008	502.68	1.80	3.25	5.86
2009	337.21	0.88	0.77	0.68
2010	128.60	-0.28	0.08	-0.02
2011	62.73	-0.65	0.42	-0.27
2012	217.37	0.21	0.04	0.01
2013	144.32	-0.20	0.04	-0.01
2014	20.47	-0.89	0.78	-0.70
2015	179.35	0.00	0.00	0.00
2016	152.51	-0.15	0.02	0.00
2017	370.51	1.07	1.14	1.21
Σ	2152.52		8.17	5.28

Fuente: Elaboración propia.

#### 2. Cálculo del promedio de Caudales (Qm).

$$Q_m = 179.38 \text{ m}^3/\text{s}$$

#### 3. Cálculo del coeficiente de variación (Cv)

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N \left(\frac{Q_i}{Q_m} - 1\right)^2}{N}} \quad C_v = 0.83$$

#### 4. Determinación del coeficiente de asimetría (Cs)

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^N \left(\frac{Q_i}{Q_m} - 1\right)^3}{N * C_v^3} \quad C_s = 0.78$$

$$C_s = 3 * C_v \quad C_s = 2.48$$

Escogemos el mayor: **Cs = 2.48**



## 5. Obtención del coeficiente K:

- Para los diferentes períodos de retorno, el valor de P es:

**Tabla 25:** Valores de P en función al período de retorno T.

Período de Retorno (T)	P
5	20.00%
10	10.00%
25	4.00%
50	2.00%
100	1.00%
150	0.67%
300	0.33%
500	0.20%
1000	0.10%

Fuente: Elaboración propia.

- Con los valores de P y Cs = 2.48, de la tabla 16 se obtiene el valor de K:

**Tabla 26:** Valores de K.

C s	Probabilidad P en (%)								
	0.01	0.1	0.5	1	2	3	5	10	20
1.55	7.20	5.32	3.95	3.36	2.76	2.40	1.96	1.33	0.68
1.60	7.31	5.37	3.99	3.39	2.78	2.42	1.97	1.33	0.68
1.65	7.42	5.44	4.03	3.42	2.80	2.43	1.97	1.32	0.67
1.70	7.54	5.50	4.07	3.44	2.82	2.44	1.98	1.32	0.66
1.75	7.65	5.57	4.11	3.47	2.83	2.45	1.98	1.32	0.65
1.80	7.76	5.64	4.15	3.50	2.85	2.46	1.99	1.32	0.64
1.85	7.67	5.70	4.19	3.52	2.86	2.48	1.99	1.32	0.64
1.90	7.98	5.77	4.23	3.55	2.88	2.49	2.00	1.31	0.63
1.95	8.10	5.84	4.26	3.58	2.89	2.50	2.00	1.30	0.62
2.00	8.21	5.91	4.30	3.60	2.91	2.51	2.00	1.30	0.61
2.05		5.97	4.34	3.63	2.92	2.52	2.00	1.30	0.60
2.10		6.04	4.38	3.65	2.94	2.53	2.01	1.29	0.59
2.15		6.09	4.42	3.66	2.94	2.53	2.01	1.28	0.58
2.20		6.14	4.46	3.68	2.95	2.54	2.02	1.27	0.57
2.25		6.20	4.49	3.70	2.96	2.54	2.02	1.26	0.56
2.30		6.26	4.52	3.73	2.98	2.54	2.01	1.26	0.55
2.35		6.31	4.55	3.75	3.00	2.57	2.01	1.25	0.53
2.40		6.37	4.59	3.78	3.02	2.60	2.00	1.25	0.52
2.45		6.43	4.62	3.80	3.03	2.61	2.00	1.24	0.51
2.50		6.50	4.66	3.82	3.05	2.62	2.00	1.23	0.50
2.55		6.52	4.68	3.84	3.06	2.62	2.00	1.22	0.49
2.60		6.54	4.71	3.86	3.08	2.63	2.00	1.21	0.48
2.65		6.64	4.75	3.89	3.09	2.63	2.00	1.20	0.47
2.70		6.75	4.80	3.92	3.10	2.64	2.00	1.10	0.46

Fuente: Máximo Villón Béjar (2008, p.297)

- Tenemos que interpolar el  $C_s$  entre 2.45 – 2.50 ya que el valor de  $C_s = 2.4$ , entonces calculamos el valor de  $k$ :

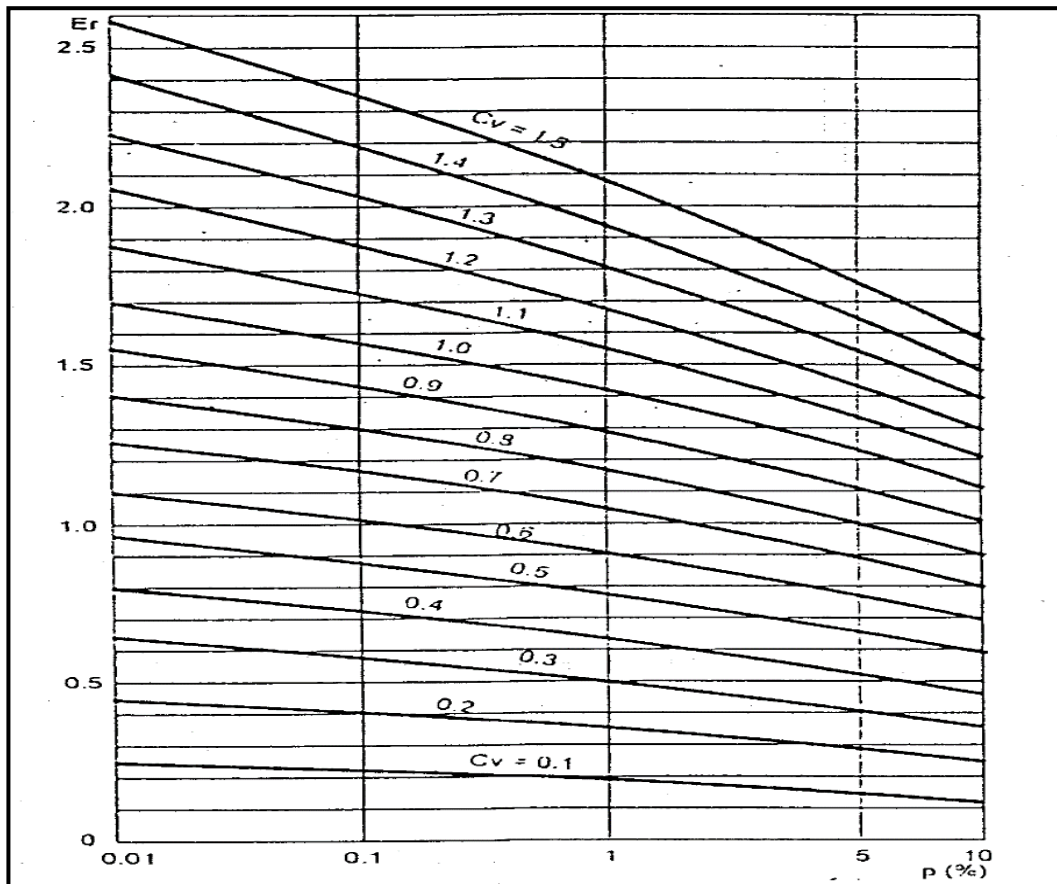
**Tabla 27:** Resumen de los valores de  $K$ , en función a  $C_s = 2.48$

Periodo de Retorno (T)	P (%)	K
5	20.00%	0.51
10	10.00%	1.24
25	4.00%	2.31
50	2.00%	3.04
100	1.00%	3.81
150	0.67%	4.24
300	0.33%	5.55
500	0.20%	5.57
1000	0.10%	6.46

Fuente: Elaboración propia.

## 6. Cálculo de $E_r$ .

En función de los valores de  $P$  (%) y  $C_v = 0.83$ , se obtiene  $E_r$  de la figura 6:



**Figura 6:** Valores de  $E_r$  en función de  $C_v$  y  $P$ .

Fuente: Máximo Villón Béjar (2008, p.297)

**Tabla 28:** Resumen de los valores de  $E_r$ , en función a  $C_v$  y  $P$ .

Periodo de Retorno (T)	P (%)	K	$C_v$	$E_r$
10	10.00%	1.235	0.825	0.93
25	4.00%	2.308	0.825	1.08
50	2.00%	3.040	0.825	1.18
100	1.00%	3.810	0.825	1.20
150	0.67%	4.240	0.825	1.23
300	0.33%	5.548	0.825	1.3
500	0.20%	5.568	0.825	1.32
1000	0.10%	6.464	0.825	1.43

Fuente: Elaboración propia.

### 7. Cálculo del Caudal Máximo.

$$Q_{max} = Q_m * (K * C_v + 1)$$

**Tabla 29:** Resumen de los caudales máximos.

Periodo de Retorno (T)	$Q_m$ (m <sup>3</sup> /s)	K	$C_v$	$Q_{m\acute{a}x}$ (m <sup>3</sup> /s)
10	179.38	1.24	0.83	362.20
25	179.38	2.31	0.83	520.94
50	179.38	3.04	0.83	629.33
100	179.38	3.81	0.83	743.30
150	179.38	4.24	0.83	807.00
300	179.38	5.55	0.83	1000.64
500	179.38	5.57	0.83	1003.51
1000	179.38	6.46	0.83	1136.21

Fuente: Elaboración propia.

### 8. Cálculo del intervalo de confianza $\Delta Q$ .

$$\Delta Q = \pm \frac{A * E_r * Q_{max}}{\sqrt{N}}$$

**Tabla 30:** Resumen de los valores del intervalo de confianza.

Periodo de Retorno (T)	A	$E_r$	$Q_{m\acute{a}x}$ (m <sup>3</sup> /s)	$\Delta Q$
10	1.26	0.93	362.20	122.04
25	1.26	1.08	520.94	203.83
50	1.26	1.18	629.33	269.04
100	1.26	1.20	743.30	323.15
150	1.26	1.23	807.00	359.61
300	1.26	1.30	1000.64	471.28
500	1.26	1.32	1003.51	479.90
1000	1.26	1.43	1136.21	588.64

Fuente: Elaboración propia.

## 9. Cálculo del Caudal de diseño.

$$Q_d = Q_{\max} + \Delta Q$$

**Tabla 31:** Resumen de los valores del intervalo de confianza.

Periodo de Retorno (T)	Caudales (m <sup>3</sup> /s)		
	Q <sub>máx</sub>	ΔQ	Q <sub>d</sub>
10	362.20	122.04	484.24
25	520.94	203.83	724.77
50	629.33	269.04	898.36
100	743.30	323.15	1066.45
150	807.00	359.61	1166.61
300	1000.64	471.28	1471.92
500	1003.51	479.90	1483.40
1000	1136.21	588.64	1724.85

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 32:** Caudales de diseño por cada método: Gumbel, Nash, Lebediev.

T (años)	Método Gumbel	Método Nash	Método Lebediev
	Q <sub>d</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>d</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>d</sub> (m <sup>3</sup> /s)
10	641.202	929.22	484.24
25	785.269	1075.46	724.77
50	894.252	1185.17	898.36
100	1003.234	1294.94	1066.45
150	1066.985	1359.30	1166.61
300	1175.967	1469.62	1471.92
500	1256.284	1551.19	1483.40
1000	1365.266	1662.20	1724.85

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 1 se observa que la distribución que más se acerca a los registros de caudales de la Bocatoma Monsefú – Reque, es la distribución del Método Gumbel con un caudal de 894.25 m<sup>3</sup>/s para un periodo de retorno de 50 años. Pero a este caudal de diseño se le disminuirá el 25% debido a pérdidas por infiltración, vegetación, captaciones clandestinas entre otros. Finalmente se obtiene un caudal de diseño de **670.69 m<sup>3</sup>/s**.

### 3. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.

#### 3.1. DESCRIPCIÓN:

Para el estudio de mecánica de suelos se realizaron la extracción de muestras en el tramo en estudio desde el km 44+100 al km 49+100 en los márgenes del Río Reque. Las muestras de suelo se tomaron como referencia los tramos críticos obtenidos a través del modelamiento hidráulico con el Hec-Ras.

**Tabla 33:** Descripción de ubicación de calicatas.

DESCRIPCIÓN	PROGRESIVA	PROF.
Calicata N°01	Km 48+100	1.50
Calicata N°02	Km 46+650	1.50
Calicata N°03	Km 44+750	0.50
Calicata N°04	Km 44+100	0.50

Fuente: Elaboración propia.

#### 3.2. PANEL FOTOGRAFICO DE LA EXTRACCIÓN DE MUESTRAS.



**Figura 7:** Excavación de la Calicata N°01.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 8:** Excavación de la Calicata N°02.  
**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 9:** Excavación de la Calicata N°03.  
**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 10:** Excavación de la Calicata N°04.  
**Fuente:** Elaboración propia.

A continuación, se nombran los ensayos básicos que se utilizaron de la extracción de las muestras:

- Contenido de Humedad (ASTM – 2216).
- Granulometría por tamizado (ASTM – 422)
- Peso específico de agregado fino (ASTM – 854).
- Gravedad específica y absorción de los agregados (AASHTO T-84).

### **3.2.1. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM – 2216)**

#### **3.2.1.1. Equipos y herramientas.**

- Horno de secado (capaz de resistir una temperatura de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ).
- Recipientes.
- Balanzas.
- Otros (Guantes, espátulas, cucharones).

#### **3.2.1.2. Procedimiento.**

- Pesar y marcar el recipiente para su posterior identificación durante el ensayo.
- Colocar la muestra extraída al recipiente.
- Pesar la muestra extraída más el recipiente, con una proporción no menor a 20 gr.
- Colocar al horno la muestra más el recipiente por un tiempo de 24 hrs a una temperatura de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Se retira la muestra del horno, se deja enfriar un tiempo provisional.
- Pesamos la muestra seca extraída del horno.
- Realizamos el cálculo para la obtención del porcentaje de humedad (%).

#### **3.2.1.3. Resultados.**



### 3.2.1.4. Panel Fotográfico.



**Figura 11:** Peso de muestra extraída húmeda.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 12:** Peso de muestra seca una vez retirada del horno.

**Fuente:** Elaboración propia.



### **3.2.2. GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO. (ASTM – 422).**

#### **3.2.2.1. Equipos y herramientas.**

- Horno de secado (capaz de resistir una temperatura de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ).
- Recipientes.
- Balanzas de 0.1 gr de precisión.
- Tamices según especificación de los formatos del laboratorio.
- Otros (Guantes, espátulas, cucharones).

#### **3.2.2.2. Procedimiento.**

- Lavar la muestra extraída por el tamiz N° 200.
- Pesar y marcar el recipiente para su posterior identificación durante el ensayo.
- Colocar la muestra extraída al recipiente.
- Pesar la muestra extraída más el recipiente.
- Colocar al horno la muestra más el recipiente por un tiempo de 24 hrs a una temperatura de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Se retira la muestra del horno, se deja enfriar un tiempo provisional.
- Se cuartea la muestra de una manera uniforme (tomar dos muestras).
- Pesamos la muestra seleccionada del cuarteo.
- Ordenamos los tamices según el tamaño de abertura, se ingresa el material y se mueve de manera manual en forma circular para lograr que las partículas no se queden obstruidas en los tamices.
- Se determina el peso retenido de cada tamiz (de manera sucesiva) hasta llegar al fondo.
- Se plasman los resultados de acuerdo a los formatos del laboratorio.

#### **3.2.2.3. Resultados.**



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO  
ASTM D-422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: "MODELAMIENTO HIDRAULICO CON HEC-RAS PARA LA PREVENCION DE INUNDACIONES DESDE EL KM 44+100 AL KM 49+100 EN EL RIO REQUE"

SOLICITANTE : HUANCAS HUANCAS CESAR EDGARDO

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTIN DIAZ

UBICACION : REQUE - LAMBAYEQUE

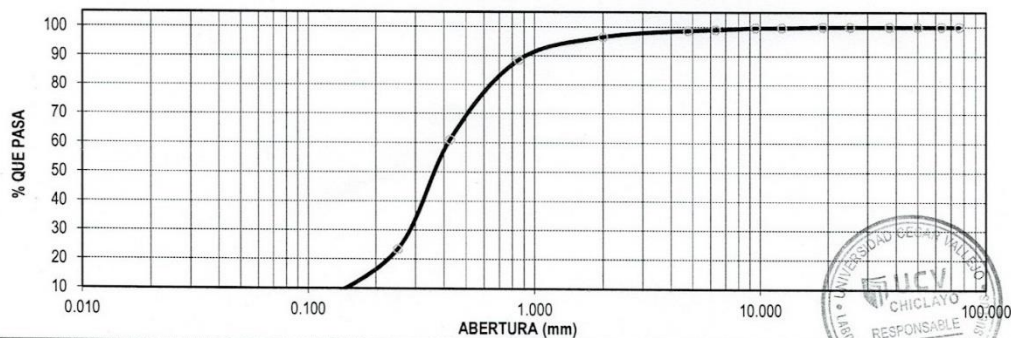
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2018

DATOS DEL ENSAYO

CALICATA :	C - 01	PROGRESIVA :	-----	PESO INICIAL :	1000.00 gr
ESTRATO :	E-01	FECHA :	NOVIEMBRE DEL 2018	PESO LAVADO SECO :	978.40 gr
PROFUNDIDAD :	0.00 - 0.50				

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso de tara : 89.90 / 89.90
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Sh + Tara : 1546.30 / 1245.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Ss + Tara : 1253.70 / 1050.00
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso Suelo Seco : 1163.80 / 960.10
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso del agua : 292.60 / 195.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Contenido de Humedad (%) : 22.73
1/2"	12.500	2.80	0.28	0.28	99.72	Limite Líquido (LL) : N.P.
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.28	99.72	Limite Plástico (LP) : N.P.
1/4"	6.350	6.30	0.63	0.91	99.09	Indice Plástico (IP) : N.P.
No4	4.750	3.40	0.34	1.25	98.75	Clasificación SUCS : SP
10	2.000	22.10	2.21	3.46	96.54	Clasificación AASHTO : A-3 (0)
20	0.850	79.40	7.94	11.40	88.60	Descripción : ARENA POBREMENTE GRADUADA
40	0.425	276.24	27.62	39.02	60.98	Observación AASHTO : BUENO
60	0.250	376.54	37.65	76.68	23.32	Bolonería > 3" : 1.25%
140	0.106	188.92	18.89	95.57	4.43	Grava 3"-N°4 : 96.59%
200	0.075	22.70	2.27	97.84	2.16	Arena N°4 - N°200 : 2.16%
< 200		21.60	2.16	100.00	0.00	Finos < N°200 : 2.16%
Total		1000.00	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



\*\*\* Muestreo e identificación realizada por el solicitante.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
PRE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

CAMPUS CHICLAYO  
Carretera Pimentel Km. 3.5  
Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO

ASTM D-422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: "MODELAMIENTO HIDRAULICO CON HEC-RAS PARA LA PREVENCION DE INUNDACIONES DESDE EL KM 44+100 AL KM 49+100 EN EL RIO REQUE"

SOLICITANTE : HUANCAS HUANCAS CESAR EDGARDO

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTIN DIAZ

UBICACIÓN : REQUE - LAMBAYEQUE

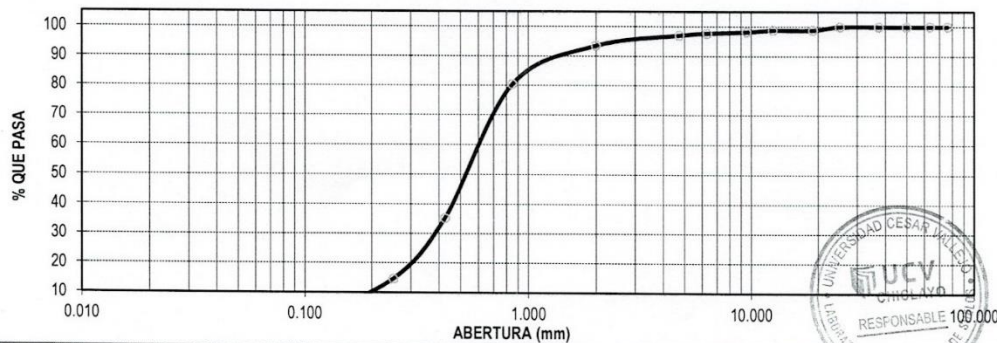
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2018

DATOS DEL ENSAYO

CALICATA :	C - 02	PROGRESIVA :	-----	PESO INICIAL :	1000.00 gr
ESTRATO :	E-01	FECHA :	NOVIEMBRE DEL 2018	PESO LAVADO SECO :	992.70 gr
PROFUNDIDAD	0.00 - 0.50				

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso de tara : 89.90
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Sh + Tara : 1646.30
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Ss + Tara : 1265.30
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso Suelo Seco : 1175.40
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso del agua : 381.00
3/4"	19.000	12.10	1.21	1.21	98.79	Contenido de Humedad (%) : 30.39
1/2"	12.500	0.00	0.00	1.21	98.79	Limite Liquido (LL) : N.P.
3/8"	9.525	6.10	0.61	1.82	98.18	Limite Plástico (LP) : N.P.
1/4"	6.350	4.40	0.44	2.26	97.74	Indice Plástico (IP) : N.P.
No4	4.750	6.80	0.68	2.94	97.06	Clasificación SUCS : SP
10	2.000	35.40	3.54	6.48	93.52	Clasificación AASHTO : A-1-b (0)
20	0.850	131.60	13.16	19.64	80.36	Descripción : ARENA POBREMENTE GRADUADA
40	0.425	451.70	45.17	64.81	35.19	Observación AASTHO : BUENO
60	0.250	206.00	20.60	85.41	14.59	Bolonería > 3" : N.P.
140	0.106	131.90	13.19	98.60	1.40	Grava 3"-N°4 : 2.94%
200	0.075	6.70	0.67	99.27	0.73	Arena N°4 - N°200 : 96.33%
< 200	7.30	0.73	0.73	100.00	0.00	Finos < N°200 : 0.73%
Total		1000.00	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



\*\*\* Muestreo e identificación realizada por el solicitante.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

CAMPUS CHICLAYO  
 Carretera Pimentel Km. 3.5  
 Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO  
ASTM D-422 / MTC E 107

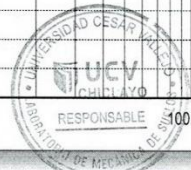
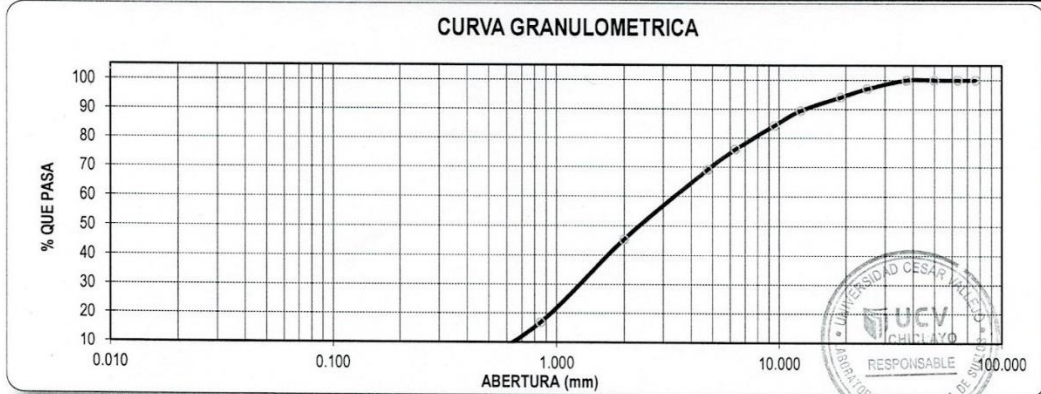
PROYECTO : TESIS: "MODELAMIENTO HIDRAULICO CON HEC-RAS PARA LA PREVENCION DE INUNDACIONES DESDE EL KM 44+100 AL KM 49+100 EN EL RIO REQUE"  
SOLICITANTE : HUANCAS HUANCAS CESAR EDGARDO  
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTIN DIAZ  
UBICACION : REQUE - LAMBAYEQUE  
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2018

DATOS DEL ENSAYO

CALICATA :	C - 03	PROGRESIVA :	-----	PESO INICIAL :	1000.00 gr
ESTRATO :	E-01	FECHA :	NOVIEMBRE DEL 2018	PESO LAVADO SECO :	999.90 gr
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50				

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso de tara : 87.90 / 87.90
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Sh + Tara : 1256.00 / 1456.80
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Ss + Tara : 995.60 / 1174.40
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso Suelo Seco : 907.70 / 1086.50
1"	25.000	29.30	2.93	2.93	97.07	Peso del agua : 260.40 / 282.40
3/4"	19.000	29.40	2.94	5.87	94.13	Contenido de Humedad (%) : 27.34
1/2"	12.500	46.70	4.67	10.54	89.46	Límite Líquido (LL) : N.P.
3/8"	9.525	51.40	5.14	15.68	84.32	Límite Plástico (LP) : N.P.
1/4"	6.350	82.20	8.22	23.90	76.10	Índice Plástico (IP) : N.P.
No4	4.750	70.00	7.00	30.90	69.10	Clasificación SUCS : SP
10	2.000	236.80	23.68	54.58	45.42	Clasificación AASHTO : A-1-a (0)
20	0.850	285.90	28.59	83.17	16.83	Descripción : ARENA POBREMENTE GRADUADA CON GRAVA
40	0.425	139.30	13.93	97.10	2.90	Observación AASTHO : BUENO
60	0.250	19.40	1.94	99.04	0.96	Bolonería > 3" : 30.90%
140	0.106	8.20	0.82	99.86	0.14	Grava 3"-N°4 : 69.09%
200	0.075	1.30	0.13	99.99	0.01	Arena N°4 - N°200 : 0.01%
< 200		0.10	0.01	100.00	0.00	Finos < N°200 : 0.01%
Total		1000.00	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



\*\*\* Muestreo e identificación realizada por el solicitante.

CAMPUS CHICLAYO  
Carretera Pimentel Km. 3.5  
Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
*Victoria de los Angeles Agustín Díaz*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO

ASTM D-422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: "MODELAMIENTO HIDRAULICO CON HEC-RAS PARA LA PREVENCION DE INUNDACIONES DESDE EL KM 44+100 AL KM 49+100 EN EL RIO REQUE"

SOLICITANTE : HUANCAS HUANCAS CESAR EDGARDO

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTIN DIAZ

UBICACION : REQUE - LAMBAYEQUE

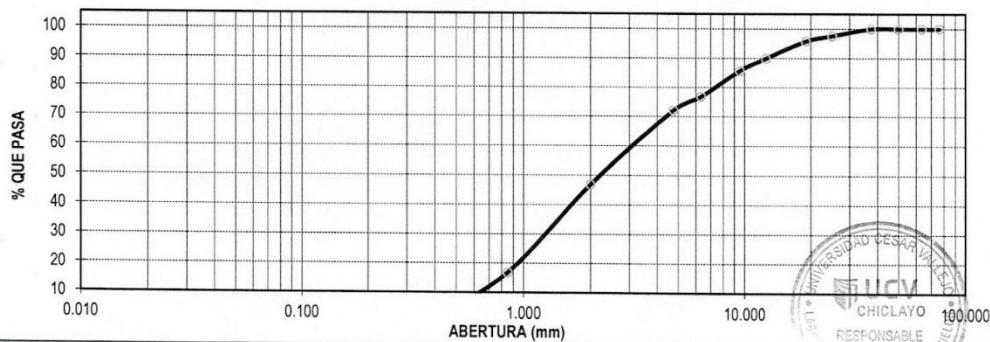
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2018

DATOS DEL ENSAYO

CALICATA :	C - 04	PROGRESIVA :	-----	PESO INICIAL :	850.00 gr
ESTRATO :	E-01	FECHA :	NOVIEMBRE DEL 2018	PESO LAVADO SECO :	849.80 gr
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50				

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso de tara : 87.40
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Sh + Tara : 1744.70
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Ss + Tara : 1385.50
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso Suelo Seco : 1298.10
1"	25.000	20.60	2.42	2.42	97.58	Peso del agua : 359.20
3/4"	19.000	15.00	1.76	4.19	95.81	Contenido de Humedad (%) : 26.41
1/2"	12.500	50.10	5.89	10.08	89.92	Límite Líquido (LL) : N.P.
3/8"	9.525	35.80	4.21	14.29	85.71	Límite Plástico (LP) : N.P.
1/4"	6.350	75.70	8.91	23.20	76.80	Índice Plástico (IP) : N.P.
No4	4.750	40.60	4.78	27.98	72.02	Clasificación SUCS : SP
10	2.000	214.10	25.19	53.16	46.84	Clasificación AASHTO : A-1-a (0)
20	0.850	255.40	30.05	83.21	16.79	Descripción : ARENA POBREMENTE GRADUADA CON GRAVA
40	0.425	111.80	13.15	96.36	3.64	Observación AASHTO : BUENO
60	0.250	15.90	1.87	98.24	1.76	Bolonería > 3" :
140	0.106	13.50	1.59	99.82	0.18	Grava 3"-N°4 : 27.98%
200	0.075	1.30	0.15	99.98	0.02	Arena N°4 - N°200 : 72.00%
< 200		0.20	0.02	100.00	0.00	Finos < N°200 : 0.02%
Total		850.00	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



\*\*\* Muestreo e identificación realizada por el solicitante.

CAMPUS CHICLAYO  
Carretera Pimentel Km. 3.5  
Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
*Victoria de los Angeles Agustín Díaz*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIAS

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



### 3.2.2.4. Panel Fotográfico.



**Figura 13:** Peso de muestra extraída húmeda.  
**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 14:** Peso de muestra seca una vez retirada del horno.  
**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 15:** Cuarteo de muestra seca.  
**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 16:** Establecimiento de tamices.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 17:** Colocación de muestra en el tamiz.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 18:** Cuarteo de muestra seca.

**Fuente:** Elaboración propia.

### **3.2.3. PESO ESPECÍFICO DE AGREGADO FINO (ASTM – 854).**

#### **3.2.3.1. Equipos y herramientas.**

- Horno de secado (capaz de resistir una temperatura de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ ).
- Recipientes.
- Balanzas de 0.1 gr de precisión.
- Secadora.
- Fiola o picnómetro.
- Cono de absorción de arena ( $\phi_{\text{sup}} = 40 \text{ mm}$ ,  $\phi_{\text{inf}} = 90 \text{ mm}$  con  $h = 75 \text{ mm}$ ).
- Barra de apriete ( $\phi = 25 \text{ mm}$ , 300 grs).
- Probeta graduada.
- Bomba de vacíos (para la absorción de aire)
- Otros (Guantes, embudo, tamiz N°40, agua destilada, piseta).

#### **3.2.3.2. Procedimiento.**

- Se deja secar una muestra representativa en el horno a una temperatura de  $100 - 110^\circ\text{C}$  por 24 horas.
- Se retira la muestra y se deja enfriar a temperatura ambiente, luego se pasa la muestra por el tamiz N°40.
- La muestra seleccionada que paso por el tamiz N°40, la dejamos saturar por 24 horas.
- Realizar el secado de la muestra de manera cuidadosa para evitar perdida de finos, este proceso se lleva acabo con la ayuda de una secadora eléctrica.
- Se ingresa la muestra seca al cono de absorción de arena y se apisona con la barra de apriete con 25 golpes verificando el desmoronamiento de la muestra, y por último se selecciona una porción de 20 gr como mínimo.
- Se toma los datos de peso de la fiola, además de la fiola más agua destilada hasta la medida de graduación.
- Se ingresa la muestra a la fiola más agua, luego utilizamos la bomba de vacíos que se encarga de extraer de aire atrapado dentro de la suspensión del suelo en el agua para lograr una óptima eliminación de aire se agita constantemente y por último se toma su peso.
- Se retira la muestra de la fiola a un recipiente y se pone a secar al horno por 24 horas a una temperatura de  $100 - 110^\circ\text{C}$ .



- Sacamos la muestra seca del horno, se deja enfriar a temperatura ambiente y se toma el dato de su peso.
- Se procede a realizar los cálculos correspondientes, dependiendo a los formatos entregados en el laboratorio.

### **3.2.3.3. Resultados.**



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PESO ESPECÍFICO FINO

PROYECTO : TESIS: "MODELAMIENTO HIDRAULICO CON HEC-RAS PARA LA PREVENCIÓN DE INUNDACIONES DESDE EL  
KM 44+100 AL KM 49+100 EN EL RIO REQUE"  
SOLICITANTE : HUANCAS HUANCAS CESAR EDGARDO  
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ  
UBICACIÓN : REQUE - LAMBAYEQUE  
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2018

PESO ESPECÍFICO

D-854

DESCRIPCIÓN	C - 01	E1
Peso de Muestra Seca (gr.)	250.00	
Fiola (ml.)	500	
Peso de la Fiola (gr.)	157.55	
Peso de Fiola + Agua (gr.)	653.80	
Peso de Fiola + Agua + Muestra (gr.)	786.50	
Peso Especifico (gr./cm <sup>3</sup> )	2.13	
Peso Especifico Promedio (gr./cm <sup>3</sup> )	2.13	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PESO ESPECÍFICO FINO

PROYECTO : TESIS: "MODELAMIENTO HIDRAULICO CON HEC-RAS PARA LA PREVENCION DE INUNDACIONES DESDE EL KM 44+100 AL KM 49+100 EN EL RIO REQUE"  
SOLICITANTE : HUANCAS HUANCAS CESAR EDGARDO  
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ  
UBICACIÓN : REQUE - LAMBAYEQUE  
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2018

PESO ESPECÍFICO

D-854

DESCRIPCIÓN	C - 02	E1
Peso de Muestra Seca (gr.)	250.00	
Fiola (ml.)	500	
Peso de la Fiola (gr.)	157.55	
Peso de Fiola + Agua (gr.)	652.90	
Peso de Fiola + Agua + Muestra (gr.)	751.80	
Peso Especifico (gr./cm <sup>3</sup> )	1.65	
Peso Especifico Promedio (gr./cm <sup>3</sup> )		1.65

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PESO ESPECÍFICO FINO

PROYECTO : TESIS: "MODELAMIENTO HIDRAULICO CON HEC-RAS PARA LA PREVENCIÓN DE INUNDACIONES DESDE EL  
KM 44+100 AL KM 49+100 EN EL RIO REQUE"  
SOLICITANTE : HUANCAS HUANCAS CESAR EDGARDO  
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ  
UBICACIÓN : REQUE - LAMBAYEQUE  
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2018

PESO ESPECÍFICO

D-854

DESCRIPCIÓN	C - 03	E1
Peso de Muestra Seca (gr.)	250.00	
Fiola (ml.)	500	
Peso de la Fiola (gr.)	157.55	
Peso de Fiola + Agua (gr.)	650.90	
Peso de Fiola + Agua + Muestra (gr.)	785.50	
Peso Específico (gr./cm <sup>3</sup> )	2.17	
Peso Específico Promedio (gr./cm <sup>3</sup> )		2.17



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
EFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIAL.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PESO ESPECÍFICO FINO

PROYECTO : TESIS: "MODELAMIENTO HIDRAULICO CON HEC-RAS PARA LA PREVENCIÓN DE INUNDACIONES DESDE EL  
KM 44+100 AL KM 49+100 EN EL RIO REQUE"  
SOLICITANTE : HUANCAS HUANCAS CESAR EDGARDO  
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ  
UBICACIÓN : REQUE - LAMBAYEQUE  
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2018

PESO ESPECÍFICO

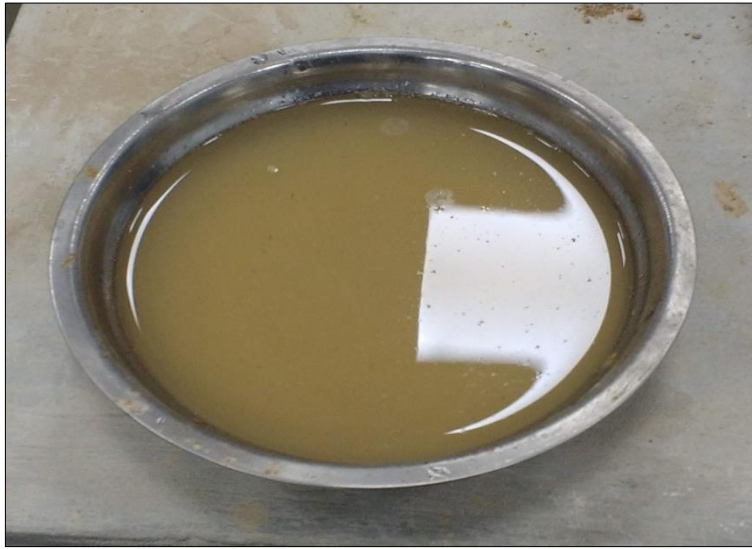
D-854

DESCRIPCIÓN	C - 04	E1
Peso de Muestra Seca (gr.)	250.00	
Fiola (ml.)	500	
Peso de la Fiola (gr.)	157.55	
Peso de Fiola + Agua (gr.)	653.70	
Peso de Fiola + Agua + Muestra (gr.)	797.20	
Peso Especifico (gr./cm <sup>3</sup> )	2.35	
Peso Especifico Promedio (gr./cm <sup>3</sup> )	2.35	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
*Victoria de los Angeles Agustín Díaz*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
JEFE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

### 3.2.3.4. Panel Fotográfico.



**Figura 19:** Saturación de muestra seca por 24 hr.  
**Fuente:** Elaboración propia.

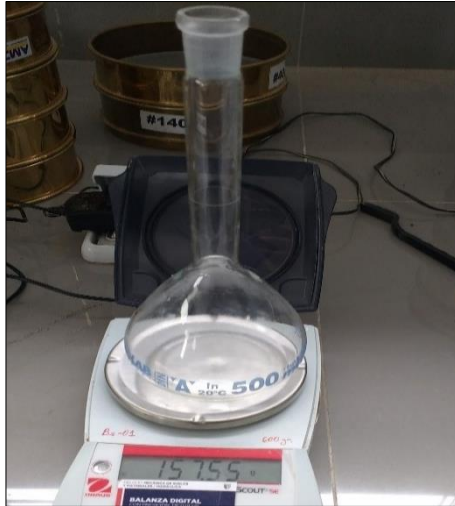


**Figura 20:** Secado de muestra.  
**Fuente:** Elaboración propia.

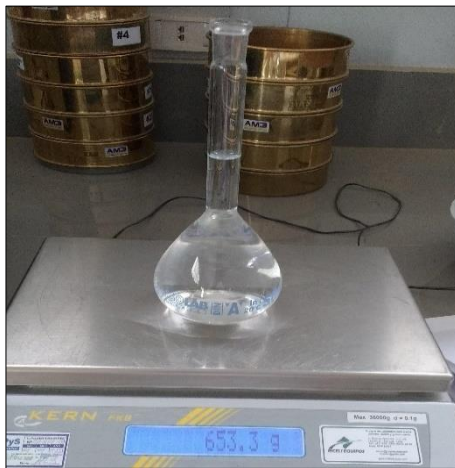


**Figura 21:** Desmoronamiento de la muestra.  
**Fuente:** Elaboración propia.





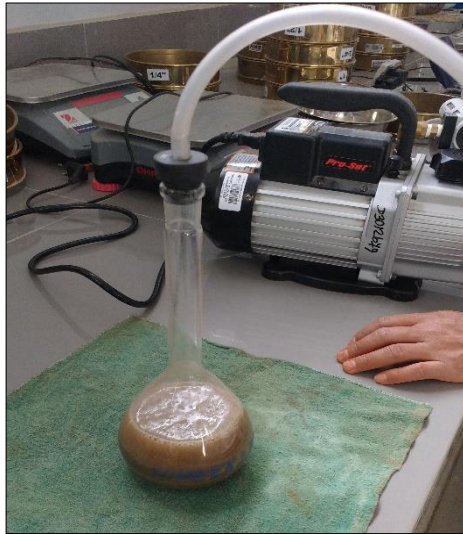
**Figura 22:** Fiola.  
**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 23:** Peso de Fiola + agua.  
**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 24:** Peso de Fiola + agua + muestra.  
**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 25:** Extracción de aire atrapado dentro de la suspensión del suelo en agua.  
**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 26:** Muestra seca.  
**Fuente:** Elaboración propia.



### **3.2.4. GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS. (AASTHO T-84)**

#### **3.2.4.1. Equipos y herramientas.**

- Horno de secado (capaz de resistir una temperatura de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ).
- Recipientes.
- Balanzas de 0.1 gr de precisión.
- Canastilla de acero inoxidable N° 07.
- Depósito para sumergir la muestra.
- Otros (Guantes).

#### **3.2.4.2. Procedimiento.**

- Se eliminan las partículas u otras cosas adheridas que pueda traer consigo la muestra mediante su posterior lavado.
- Se pone a secar la muestra al horno a una temperatura de  $100 - 110^{\circ}\text{C}$  por 24 horas.
- Una vez retirada la muestra del horno, se deja enfriar a temperatura ambiente se toma su peso correspondiente y lo ponemos a saturar por 24 horas en un depósito de tamaño proporcional.
- Luego de la inmersión se retira la muestra, se procede a secar hasta eliminar el agua superficial visible y posteriormente se toma los datos de su peso.
- Se coloca las muestras en la canastilla de acero inoxidable N° 7, sumergiéndolo por completo al recipiente con agua y se determina su peso sumergido.
- Se procede a realizar los cálculos correspondientes, dependiendo a los formatos entregados en el laboratorio.

#### **3.2.4.3. Resultado.**



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

(NORMA MTC E-205, E-206, AASHTO T-84, T-85)

PROYECTO : TESIS: "MODELAMIENTO HIDRAULICO CON HEC-RAS PARA LA PREVENCION DE INUNDACIONES DESDE EL KM 44+100 AL KM 49+100 EN EL RIO REQUE"  
 SOLICITANTE : HUANCAS HUANCAS CESAR EDGARDO  
 RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTIN DIAZ  
 UBICACIÓN : REQUE - LAMBAYEQUE  
 FECHA : NOVIEMBRE DEL 2018

MATERIAL : Cantera Siete Techos - Reque - Ag. Grueso

AGREGADO GRUESO

A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca ( En Aire ) (gr)	5108.00	4202.00		
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca ( En Agua ) (gr)	3021.0	2461.9		
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)	2087	1740.1		
D	Peso material seco en estufa ( 105 °C )(gr)	4858.3	4202		
E	Vol. de masa = C - ( A - D ) (gr)	1837.3	1740.1		PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = D/C	2.328	2.415		2.371
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/C	2.448	2.415		2.431
	Pe Aparente ( Base Seca ) = D/E	2.644	2.415		2.530
	% de absorción = $((A - D) / D * 100)$	5.140	0.000		2.570

Observaciones:

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



### 3.2.4.4. Panel fotográfico.



**Figura 27:** Ubicación satelital de la cantera Siete Techos.

**Fuente:** Google Earth.



**Figura 28:** Muestras de rocas extraídas.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 29:** Peso de muestra seca.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 30:** Saturación de la muestra por 24 horas.  
**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 31:** Saturación de la muestra por 24 horas.  
**Fuente:** Elaboración propia.

## 4. DEFENSAS RIBEREÑAS

### 4.1. DESCRIPCIÓN:

Para el diseño de las defensas ribereñas se optó por la utilización del programa river. El software river fue elaborado con la finalidad de aplicar en el diseño de defensas ribereñas de enrocados laterales y/o espigones. Este software es válido por el Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructuras de Captación (PERPEC) de la dirección de estudios de proyectos hidráulicos multisectoriales de la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

### 4.2. CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DEL RÍO

Se desarrolla los cálculos hidráulicos para mejorar las condiciones del río Reque:

#### a. Talud.

Para su inclinación de las paredes laterales del río Reque se evalúa al río considerando como un canal natural sin revestirse, se presenta los siguientes valores:

**Tabla 34:** Taludes recomendados para diferentes tipos de materiales.

Material	Talud (H:V)	Valor de $\theta$
Roca ligeramente alterada	0.25 : 1	75° 58'
Mampostería	0.4 : 1 y 0.75 : 1	68° 12'
Roca sana y tepetate duro	1 : 1	42°
Concreto	1 : 1 ó 1.25 : 1	45° Y 38° 40'
Tierra arcillosa, arenisca, tepetate blando	1.5 : 1	33°
Material poco estable, arena, tierra arenisca	2 : 1	26°

Fuente: Rodríguez Ruiz (2008, p.6)

De la tabla anterior, se tomó el valor de un material poco estable, arena, tierra arenisca que son las características similares a la que presenta el río Reque.

#### b. Rugosidad.

La rugosidad se define de acuerdo a las características e irregularidades que se presenta en el cauce del tramo en estudio en el río Reque. Existen dos tipos de cálculos para la rugosidad de Manning según: Cowan y Cobey.

- **Según Cowan:**

Formula:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \times m_s$$

$n_0 = 0.020$  (valor optado de la **tabla 35** para un material involucrado, debido a que no se presenta un material de arena).

$n_1 = 0.005$  (valor optado de la **tabla 35** para un grado de irregularidad menor).

$n_2 = 0.005$  (valor optado de la **tabla 35** para una variación de la sección transversal ocasionalmente alternante).

$n_3 = 0.000$  (valor optado de la **tabla 35** para un efecto relativo de las obstrucciones insignificante).

$n_4 = 0.005$  (valor optado de la **tabla 35** para una vegetación con baja presencia).

$m_s = 0.005$  (valor optado de la **tabla 35** para un grado de los efectos por meandros, apreciable en la zona de estudio).

**Tabla 35:** Valores de “n” según las características del río.

Condiciones del canal		Valores	
Material Involucrado	Tierra	n <sub>0</sub>	0.020
	Corte en roca		0.025
	Grava fina		0.024
	Grava Gruesa		0.028
Grado de Irregularidad	Suave	n <sub>1</sub>	0.000
	Menor		0.005
	Moderado		0.010
	Severo		0.020
Variaciones de la sección transversal	Gradual	n <sub>2</sub>	0.000
	Ocasionalmente alternante		0.005
	Frecuentemente alternante		0.010 - 0.015
Efecto relativo de las obstrucciones	Insignificante	n <sub>3</sub>	0.000
	Menor		0.010 - 0.015
	Apreciable		0.020 - 0.030
	Severo		0.040 - 0.060
Vegetación	Baja	n <sub>4</sub>	0.005 - 0.010
	Media		0.010 - 0.025
	Alta		0.025 - 0.050
	Muy alta		0.050 - 0.100
Grado de los efectos por meandros	Menor	m <sub>5</sub>	0.000
	Ocasionalmente alternante		0.005
	Frecuentemente alternante		0.010 - 0.015

**Fuente:** Hidráulica de Canales - Ven Te Chow.

- **Según Cobey se presenta los siguientes valores:**

- Para un cauce de tierra natural limpios con buen alineamiento con o sin algo de vegetación en las márgenes y presencia de gravillas dispersas en los taludes.

**(n = 0.025)**

- Para un cauce de piedra fragmentada y erosionada de sección variable con algo de vegetación en los bordes y considerable pendiente. **(n = 0.030)**

- Para un cauce de grava y gravilla con variación considerable de la sección transversal con algo de vegetación en sus paredes laterales y baja pendiente.

**(n = 0.035)**

- Para un cauce con gran cantidad de canto rodado suelto y limpio, de sección transversal variable con o sin vegetación en las paredes laterales.

**(n= 0.040 – 0.050)**

- Para un cauce con bastante crecimiento de malezas, de sección obstruida por la vegetación externa y acuática de lineamiento y sección irregular.

**(n= 0.060 – 0.075)**

De valores anteriores se opta por tomar un  $n = 0.025$ , valor que representa a la característica del tramo en estudio en el río Reque.

Finalmente se obtiene dos valores para la rugosidad de acuerdo a los cálculos de Cowan y Cobey:  $n = 0.040$  y  $n = 0.025$ , optando como valor final el promedio de ambas.

$$n = (0.040 + 0.025) / 2$$

$$n = 0.033 \text{ (rugosidad elegida)}$$

**c. Pendiente.**

Para determinar el valor de la pendiente se usa el plano, donde aplicamos una formula en función de la diferencia de niveles sobre la longitud del tramo en estudio.

$$S = (\Delta \text{ nivel}) / (\text{Longitud})$$

$$S = (28.498-23.485) / (5000)$$

$$S = 0.001 \text{ m/m}$$



**d. Ancho Estable.**

Existen maneras diferentes maneras para calcular el ancho estable:

- **Método Practico**

El cálculo del ancho estable se determina a partir de la siguiente tabla 36:

**Tabla 36:** *Recomendación Práctica para el ancho estable (m).*

<b>RECOMENDACIÓN PRACTICA</b>	
<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Ancho Estable (B2)</b>
3000	200
2400	190
1500	120
1000	100
500	700

**Fuente:** Manual river.

Para un caudal de diseño **670.69 m<sup>3</sup>/s**, se obtiene un ancho estable de **80.16 m**

- **Método de Petitis.**

Se determina con la siguiente formula:

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

Donde:

B: Ancho estable del río (m)

Q: Caudal de diseño en (m<sup>3</sup>/s)

$$B = 4.44 * 670.69^{0.5}$$

$$\mathbf{B = 114.99 m}$$

- **Método de Simons y Henderson.**

Se calcula a partir caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s) y un coeficiente K<sub>1</sub> relacionado al tipo de material del río.

Se determina con la siguiente formula:

$$B = K_1 * Q^{0.5}$$

Donde:

B: Ancho estable del río (m)

K<sub>1</sub>: Coeficiente de condiciones de fondo y orilla del río. (**Tabla 37**)

Q: Caudal de diseño en (m<sup>3</sup>/s)

$$B = 5.70 * 670.69^{0.5}$$

$$\mathbf{B = 147.62 m}$$



**Tabla 37:** Valores de “K<sub>1</sub>” de acuerdo a las características del río.

Descripción	Coefficiente K <sub>1</sub>
Fondo y orilla de arena	5.7
Fondo arena y orillas de material cohesivo.	4.2
Fondo y orillas de material cohesivo	3.6
Fondo y orillas del cauce de grava	2.9
Fondo arena y orillas de material no cohesivo	2.8

Fuente: Manual river.

• **Método de Blench - Altunin**

Se calcula a partir caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s) y los factores de fondo (F<sub>b</sub>) y orilla (F<sub>s</sub>), con la siguiente formula:

$$B = 1.81 * \left( \frac{Q * F_b}{F_s} \right)^{1/2}$$

**Donde:**

B: Ancho estable del río (m)

F<sub>b</sub>: Coeficiente de factor de fondo del río. (Tabla 38)

F<sub>s</sub>: Coeficiente de factor de orilla del río. (Tabla 38)

Q: Caudal de diseño en (m<sup>3</sup>/s)

$$B = 1.81 * \left( \frac{670.69 * 0.80}{0.10} \right)^{1/2}$$

**B = 132.58 m**

**Tabla 38:** Valores de “F<sub>b</sub>” y “F<sub>s</sub>” de acuerdo a las características del río.

Factor de Fondo (F <sub>b</sub> )	
Descripción	Coefficiente F <sub>b</sub>
Materiales finos	0.80
Materiales gruesos	1.20
Factor de Fondo (F <sub>s</sub> )	
Descripción	Coefficiente F <sub>s</sub>
Materiales sueltos	0.10
Materiales ligeramente cohesivos	0.20
Materiales cohesivos	0.30

Fuente: Manual river.

- **Método Manning y Strickler.**

Se determina con la siguiente formula:

$$B = \left( \frac{Q^{0.5}}{S^{0.2}} \right) * \left( n * K^{\frac{5}{3}} \right)^{3/(3+5m)}$$

**Donde:**

B: Ancho estable del río (m)

Q: Caudal de diseño en (m<sup>3</sup>/s)

S: Pendiente del río. (m/m)

n: Rugosidad (0.033, calculado anteriormente)

k: Coeficiente del tipo de material del río.

m: Coeficiente según el tipo de cauce.

$$B = \left( \frac{670.69^{0.5}}{0.001^{0.2}} \right) * \left( 0.033 * 16^{\frac{5}{3}} \right)^{3/(3+5*0.7)}$$

**B = 180.20 m**

**Tabla 39:** Valores de “k” y “m” de acuerdo a las características del río.

<b>Coefficiente - Tipo material (k)</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Coefficiente k</b>
Valor práctico	10
Material Aluvial	12
Material fácilmente erosionable	16
Material muy resistente	3
<b>Coefficiente - Cauce (m)</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Coefficiente m</b>
Ríos de cauces aluviales	0.50
Ríos de cauces arenosos	0.70
Ríos de cauce de montaña	1.00

**Fuente:** Manual river.

De todos los diferentes métodos para el cálculo del ancho estable, se obtiene un promedio:

$$B = (80.16 + 114.99 + 147.62 + 132.58 + 180.20) / 5$$

$$B = 131.11$$

Se determina el valor de un ancho estable B = 100 m, de acuerdo al plano topográfico el ancho que presenta el río Reque es de 100 m en el tramo de estudio.

**e. Sección teórica del cauce.**

En esta parte de la sección determinamos el tirante, ancho de espejo del agua, área mojada, perímetro mojado, velocidad y número de froude mediante el método de Manning y Strickler, todo ello será calculado mediante el software river mediante las siguientes formulas:

$$V = K_s * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \dots (1)$$

$$Y = \left( \frac{Q}{K_s * b * S^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{5}} \dots (2)$$

$$F = \frac{V}{\sqrt{g * \frac{A}{T}}} \dots (3)$$

$$BL = \emptyset * \frac{V^2}{2g} \dots (4)$$

Donde:

$K_s$  = inversa del coeficiente de rugosidad (adimensional).

$V$  = velocidad (m/s)

$R$  = Radio hidráulico

$S$  = Pendiente (m/m)

$Y$  = Tirante (m)

$Q$  = Caudal de diseño ( $m^3/s$ )

$b$  = Ancho medio de la sección estable (m)

$A$  = Area mojada ( $m^2$ ).

$g$  = Gravedad ( $m/s^2$ ).

$F$  = Número de froude (adimensional).

$Bl$  = Bordo Libre (m).

**Tabla 40:** Valores del coeficiente  $K_s$ .

Descripción	$K_s$
Lechos naturales de río con fondo sólido sin irregularidades	40
Lechos naturales de río con acarreo regular	33 - 35
Lechos naturales de río con vegetación	30 - 35
Lechos naturales de río con derrubio e irregularidades	30
Lechos naturales de río con fuerte transporte de acarreo	28
Torrentes con derrubios gruesos (piedras $\phi = 0.20$ m) con acarreo inmóvil	25 - 28
Torrentes con derrubios grueso con acarreo móvil)	19 - 22

Fuente: Manual river.

**Tabla 41:** Valores del coeficiente  $\phi$ .

Caudal Máximo m <sup>3</sup> /s		$\phi$
3000.00	4000.00	2
2000.00	3000.00	1.7
1000.00	2000.00	1.4
500.00	1000.00	1.2
100.00	500.00	1.1

Fuente: Manual river.

Seccion Teorica del Cauce		
Metodo de Manning		Plantilla (B)
		100.00
Tirante (Y)	Ancho (T)	Talud (Z)
3.19	112.74	2.00
Area (A)	Perimetro	B. Libre (Bl)
339.01	114.25	0.71
Velocidad	Nº Froude	Rugosidad
1.979	0.354	0.0330

**Figura 32:** Parámetros Hidráulicos del cauce del río Reque.

Fuente: Software river.

#### f. Profundidad y tirante de socavación.

Para determinar el cálculo de la profundidad y tirante de socavación el software river incluye el método de LL. List Van Levediev, basados para cauces naturales definidos.

Para cada resultado obtenido en el programa se redondeará a valores múltiples de 0.05 m, que serán plasmados a su vez en las secciones típicas de los muros laterales.

1. Para suelos no cohesivos, utilizamos la ecuación:

$$ts = \left[ \frac{\theta * t^{5/3}}{0.60 * w^{1.18} * \beta} \right]^{\frac{1}{x+1}}$$

2. Para suelos cohesivos, utilizamos la ecuación:

$$ts = \left[ \frac{\theta * t^{5/3}}{0.68 * w^{0.28} * \beta} \right]^{\frac{1}{x+1}}$$

También:

$$\theta = \frac{Q}{t^{5/3} * B * \mu}$$

$$\mu = 1 - 0.387 * \frac{V}{B}$$

$$H_s = ts - t$$

Donde:

Q = caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)

H<sub>s</sub> = profundidad de socavación (m)

w = peso específico del suelo (tn/m<sup>3</sup>)

β = coeficiente por tiempo de retorno, ver tabla ..

ts = tirante de socavación (m).

B = Ancho del cauce (m)

μ = coeficiente de contracción

x = valor de la tabla 42

1/(x+1) = valor de la tabla 42

**Tabla 42:** Selección de "x" en suelos cohesivos o suelos no cohesivos.

Suelos cohesivos (1)			Suelos no cohesivos (2)		
Peso específico Tn/m <sup>3</sup>	X	1/ ( x+1)	D (mm)	X	1/ ( x+1)
0.80	0.52	0.66	0.05	0.43	0.70
0.83	0.51	0.66	0.15	0.42	0.70
0.86	0.50	0.67	0.50	0.41	0.71
0.88	0.49	0.67	1.00	0.40	0.71
0.90	0.48	0.68	1.50	0.39	0.72
0.93	0.47	0.68	2.50	0.38	0.72
0.96	0.46	0.68	4.00	0.37	0.73
0.98	0.45	0.69	6.00	0.36	0.74
1.00	0.44	0.69	8.00	0.35	0.74
1.04	0.43	0.70	10.00	0.34	0.75
1.08	0.42	0.70	15.00	0.33	0.75
1.12	0.41	0.71	20.00	0.32	0.76
1.16	0.40	0.71	25.00	0.31	0.76
1.20	0.39	0.72	40.00	0.30	0.77
1.24	0.38	0.72	60.00	0.29	0.78
1.28	0.37	0.73	90.00	0.28	0.78
1.34	0.36	0.74	140.00	0.27	0.79
1.40	0.35	0.74	190.00	0.26	0.79
1.46	0.34	0.75	250.00	0.25	0.80
1.52	0.33	0.75	310.00	0.24	0.81
1.58	0.32	0.76	370.00	0.23	0.81
1.64	0.31	0.76	450.00	0.22	0.82
1.71	0.30	0.77	570.00	0.21	0.83
1.80	0.29	0.78	750.00	0.20	0.83
1.89	0.28	0.78	1,000.00	0.19	0.84
2.00	0.27	0.79			

Fuente: Manual river.

**Tabla 43:** Valores del coeficiente  $\beta$

$\beta = 0.6416 + 0.03342 \ln (T)$		
Período de Retorno (años)	Probabilidad de Retorno (%)	Coeficiente $\beta$
<b><math>15 \leq T \leq 1500</math></b>		
	0.00	0.77
2.00	50.00	0.82
5.00	20.00	0.86
10.00	10.00	0.90
20.00	5.00	0.94
50.00	2.00	0.97
100.00	1.00	1.00
300.00	0.33	1.03
500.00	0.20	1.05
1,000.00	0.10	1.07

Fuente: Manual river.

**Figura 33:** Socavación dique curvo ( $R= 300^\circ$ )

Fuente: Software river.

**Figura 34:** Socavación dique curvo ( $R= 250^\circ$ )

Fuente: Software river.

Dimensiones del Dique	
Forma Dique	Tipo de Suelo
<input type="radio"/> Recto	<input checked="" type="radio"/> No Cohesivo
<input checked="" type="radio"/> Curva	<input type="radio"/> Cohesivo
Dim (mm)	Radio Curva
1.34	150.00
Dique en Recta Dique en Curva	
Tirante de Socavacion (m)	10.27
Profundidad de Socavacion (m)	7.09
Altura de Uña	7.10
Altura de Dique	3.90
Altura Total (m)	11.00

**Figura 35:** Socavación dique curvo ( $R=150^\circ$ )

**Fuente:** Software river.

#### 4.3. RESUMEN DE DATOS INTRODUCIDOS AL SOFTWARE RIVER.

**a) Caudal de diseño (Q).**

Calculando el caudal de diseño por los 3 métodos estadísticos: M. Gumbel, M. Nash y M. Lebediev se obtuvo como resultado un ( **$Q_d = 670.69 \text{ m}^3/\text{s}$** )

**b) Período de retorno (T).**

Por ser un proyecto de utilización como son los muros de encauzamiento se optó por un periodo de retorno de 50 años ( **$T = 50 \text{ años}$** )

**c) Pendiente del río (S).**

La pendiente del río fue calculada según la topografía donde se obtuvo: ( **$s = 0.001 \text{ m/m}$** )

**d) Rugosidad (n).**

La rugosidad de Manning fue calculado por los métodos de Cowan y Scobey donde se obtuvo: ( **$n = 0.033$** )

**e) Talud del río (Z).**

Para el talud del río se utiliza en función del tipo del material que presentan los márgenes laterales del río Reque. ( **$Z = 2.00 \text{ m}$** )

**f) Bordo Libre (Bl).**

Es calculado a partir de la ecuación (4) de la sección teórica mediante el software river posteriormente a la introducción de datos, teniendo como resultado: ( **$Bl = 0.71\text{m}$** )



**g) Ancho estable del río (b).**

El ancho estable elegido del río entre los tramos del km 44+100 al km 49+100, se calculó mediante los 05 métodos nombrados anteriormente, teniendo un ancho estable de: (**B = 100 m**)

**h) Talud del dique.**

El talud elegido talud está en función del valor del talud del río optado, teniendo como valor: (**Z<sub>dique</sub> = 2.00 m**).

**i) Diámetro medio del suelo (D<sub>m</sub>).**

Este parámetro “D<sub>m</sub>” es determinado a partir del estudio de mecánica de suelos, teniendo un valor: (**D<sub>m</sub> = 1.34**)

**j) Ángulo de fricción interna (φ).**

El parámetro de φ es determinado a partir del estudio de mecánica de suelos:  
(**φ = 30°**)

**k) Peso específico del suelo (Υ<sub>s</sub>)**

El parámetro Υ<sub>s</sub> es determinado a partir del estudio de mecánica de suelos, teniendo el valor: (**Υ<sub>s</sub> = 2.07 tn/m<sup>3</sup>**).

**l) Peso específico de la roca (Υ<sub>r</sub>)**

El parámetro Υ<sub>r</sub> es determinado a partir del estudio de mecánica de suelos, teniendo el valor: (**Υ<sub>r</sub> = 2.57 tn/m<sup>3</sup>**).

**m) Ancho de corona de dique.**

Por recomendación de expertos se opta para tomar un ancho de corona de:  
(**A = 4.00 m**).

#### 4.4. DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA

##### a) Diseño Preliminar.



**Figura 36:** Diseño preliminar curvo (R= 300°)

**Fuente:** Software river.



**Figura 37:** Diseño preliminar Dique (R=250°)

**Fuente:** Software river.

Diseño Preliminar Sugerido		
	D.Recto	D.Curva
Ancho Corona (m)		4.00
Altura Dique (m)		3.90
Altura Enrocado		3.90
Altura Uña (m)		7.10
Ancho de Uña (m)		10.60
Altura Total (m)		11.00



**Figura 38:** Diseño Preliminar Dique (R=150°)

Fuente: Software river.

**b) Dimensionamiento del enrocado.**

Para el dimensionamiento del enrocado el software river hace uso de las siguientes formulas:

- **Método de Maynard**

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

$$F = C_2 * \left( \frac{V}{\sqrt{gy}} \right)$$

Donde:

$D_{50}$  : Diámetro medio de la roca (m)

t = y: Tirante del río (m).

$C_1$ : Coeficiente en función al talud.

$C_2$ : Coeficiente de la ubicación de la roca.

V: Velocidad de diseño del rio. (m/s)

g: Gravedad específica (m/s<sup>2</sup>)

**Tabla 44:** Valores recomendados para  $C_1$

<b><math>C_1 =</math> Valor seleccionar de tabla</b>	
Fondo Plano	0.25
Talud 1V : 3H	0.28
Talud 1V : 2H	0.32

Fuente: Manual river.

**Tabla 45:** Valores recomendados para  $C_2$

<b><math>C_2 =</math> Coeficiente por ubicación de roca</b>	
Tramos en curva	1.50
Tramos en rectos	1.25
En extremo de espigón	2.00

Fuente: Manual river.

• **Método de Isbash**

$$D_{50} = 0.58823 * \frac{V^3}{wg}$$

Donde:

$D_{50}$ : Diámetro medio de la roca (m)

V: Velocidad de diseño del río. (m/s)

W: Peso específico de la roca ( $tn/m^3$ )

g: Gravedad específica ( $m/s^2$ )

DIQUE EN CURVA - D50 (m)			
Maynard	0.15	Promedio	0.15
Isbash	0.15	Selección	0.20

**Figura 39:** Dimensionamiento del enrocado.

Fuente: Software river.

c) **Análisis de estabilidad**

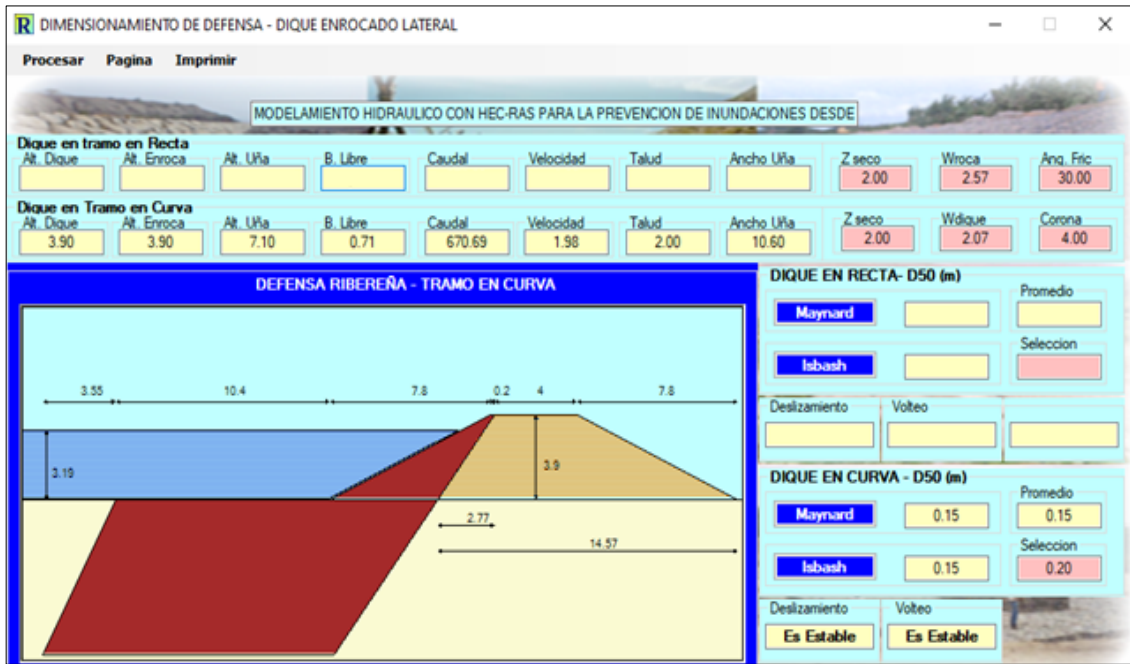
Se realiza el análisis de estabilidad para los dos tipos de diques curvos y obteniendo los siguientes resultados del software river:

Deslizamiento	Volteo
Es Estable	Es Estable

**Figura 40:** Estabilidad Dique curva.

Fuente: Software river.





**Figura 43:** Diseño de dique curva ( $R=150^\circ$ )

Fuente: Software river

PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES  
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO  
SISTEMA MAYOR - TINAJONES

CAUDALES BOCATOMA MONSEFÚ - REQUE INCLUYENDO EXCEDENTES m <sup>3</sup> /seg.												
	ene-06	feb-06	mar-06	abr-06	may-06	jun-06	jul-06	ago-06	sep-06	oct-06	nov-06	dic-06
1	2.02	2.33	5.96	1.80	2.10	2.70	1.80	1.95	2.08	1.65	2.68	2.31
2	2.01	2.18	5.40	1.60	2.54	2.70	1.74	2.01	2.08	1.68	2.56	2.36
3	2.02	2.43	5.10	1.66	2.96	2.50	1.80	2.08	1.89	1.69	2.29	2.32
4	2.05	4.91	4.00	0.53	2.98	2.39	1.90	2.07	1.78	0.38	2.23	2.50
5	2.27	4.19	3.85	2.00	2.76	2.38	2.00	2.12	1.78	0.15	2.21	2.50
6	1.99	3.43	5.33	2.60	2.76	2.35	2.22	2.18	1.78	0.93	2.24	2.18
7	1.89	4.35	6.08	2.60	2.73	2.19	2.16	2.21	2.18	1.59	2.26	2.80
8	2.00	3.66	5.90	2.60	2.92	2.15	2.20	2.19	2.27	2.09	2.43	2.89
9	1.96	3.07	6.40	2.50	2.70	1.67	2.20	2.21	2.28	2.22	2.38	2.50
10	2.05	2.84	5.84	2.50	2.77	1.60	2.30	2.08	2.33	2.04	2.20	2.46
11	2.05	2.61	4.23	2.60	2.70	1.60	2.08	1.98	2.43	1.83	2.20	2.48
12	2.03	2.82	1.98	2.61	2.70	1.77	2.00	1.93	2.18	1.79	2.20	3.19
13	1.97	2.75	1.73	2.60	2.79	2.05	1.90	1.94	2.37	1.90	2.20	3.29
14	1.86	3.11	2.15	2.60	3.18	1.93	1.86	2.18	2.43	1.80	2.28	3.14
15	1.87	2.78	2.27	2.47	2.84	1.80	2.17	2.18	2.34	2.20	2.20	2.67
16	2.18	2.57	2.35	2.24	2.78	1.96	2.06	2.18	2.30	2.23	1.96	2.50
17	2.27	2.60	2.21	2.04	2.86	2.00	2.00	2.11	2.10	2.67	2.00	2.44
18	2.28	2.84	1.90	2.00	2.78	2.20	2.06	2.15	2.03	2.43	1.99	2.47
19	2.11	2.70	2.05	2.00	2.69	2.26	2.10	1.46	1.98	2.44	1.98	2.50
20	2.23	2.82	2.17	1.85	2.60	1.98	2.08	1.58	1.74	2.50	2.00	2.50
21	2.29	3.19	1.98	1.78	2.70	1.75	2.00	1.58	1.38	2.50	2.04	2.41
22	2.28	3.49	1.80	1.60	2.96	1.69	2.00	1.41	1.18	2.51	2.07	2.73
23	2.58	3.80	2.25	1.60	2.88	1.60	2.00	1.38	1.23	2.50	2.00	3.20
24	2.31	3.59	2.63	1.60	3.00	1.60	2.00	1.37	1.73	2.66	2.00	3.05
25	2.13	3.53	2.80	1.65	3.00	1.60	2.00	1.32	1.96	2.55	2.00	3.16
26	2.11	3.84	2.60	1.71	2.65	1.56	1.93	1.36	2.22	2.50	2.00	3.35
27	2.05	5.54	2.40	2.38	2.70	1.64	1.84	1.35	2.36	2.50	2.16	3.64
28	2.05	5.62	2.63	2.38	2.70	1.64	1.94	1.35	2.00	2.50	2.13	3.02
29	2.60		2.59	2.30	2.70	1.65	2.00	1.58	1.74	2.74	2.05	3.15
30	2.51		1.90	2.53	2.70	1.63	2.00	2.08	1.66	3.10	2.00	2.95
31	2.35		1.93		2.70		2.15	2.08		2.70		2.97
SUMA	66.36	93.58	102.36	62.91	85.81	58.53	62.47	57.64	59.80	64.93	64.93	85.65
PRO	2.14	3.34	3.30	2.10	2.77	1.95	2.02	1.86	1.99	2.09	2.16	2.76
MAX	2.60	5.62	6.40	2.61	3.18	2.70	2.30	2.21	2.43	3.10	2.68	3.64
MIN	1.86	2.18	1.73	0.53	2.10	1.56	1.74	1.32	1.18	0.15	1.96	2.18
MASA	5,733,309.60	8,085,139.20	8,843,950.80	5,435,661.80	7,414,394.40	5,057,064.00	5,397,804.00	4,979,880.00	5,167,116.00	5,609,678.40	5,609,880.00	7,399,850.40

Figura 44: Caudales de la Bocatoma Monsefú – Reque Año 2006.

Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT) – Operación y Mantenimiento



PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES  
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO  
SISTEMA MAYOR - TINAJONES

CAUDALES BOCATOMA MONSEFÚ - REQUE INCLUYENDO EXCEDENTES m <sup>3</sup> /seg.												
	ene-07	feb-07	mar-07	abr-07	may-07	jun-07	jul-07	ago-07	sep-07	oct-07	nov-07	dic-07
1	3.01	3.84	1.86	5.75	3.09	2.30	1.70	1.60	1.07	0.97	2.20	2.18
2	3.00	4.14	2.08	5.83	2.64	2.45	1.60	1.57	1.21	0.98	2.09	2.13
3	2.99	4.44	2.01	5.08	2.51	2.35	1.31	1.33	1.41	0.93	2.04	2.15
4	3.17	4.27	2.15	3.99	2.37	2.30	1.55	1.17	1.40	1.06	2.24	2.26
5	3.70	4.39	1.91	3.55	2.30	2.36	1.48	1.16	1.40	1.16	2.41	2.15
6	3.70	4.50	1.86	3.92	2.88	2.30	1.61	1.36	1.40	1.11	2.42	2.45
7	3.65	4.33	2.14	3.51	3.49	2.45	1.53	1.40	1.29	1.10	2.25	2.69
8	3.66	3.90	3.29	4.09	2.63	2.50	1.40	1.49	1.38	1.10	2.20	2.38
9	3.82	3.81	3.82	3.58	2.67	2.37	1.40	1.60	1.40	1.10	2.20	2.15
10	3.55	3.92	3.30	6.73	30.37	2.24	1.40	1.60	1.40	1.31	2.20	2.30
11	3.51	3.98	3.63	7.04	21.28	2.15	1.43	1.60	1.41	1.15	2.20	2.40
12	3.72	3.90	3.45	3.71	2.40	2.30	1.51	1.60	1.19	1.02	2.07	2.40
13	4.05	3.98	3.41	3.71	2.10	2.15	1.56	1.60	1.22	0.96	2.00	2.27
14	4.43	3.82	3.38	4.56	2.10	2.15	1.63	1.38	1.13	0.91	2.38	2.35
15	4.65	3.81	3.57	4.61	2.10	2.00	1.63	1.47	1.15	0.95	2.35	2.51
16	4.64	3.80	3.99	3.51	2.05	1.88	1.73	1.26	1.08	1.01	1.99	2.40
17	4.53	3.80	4.14	2.81	2.42	1.80	1.65	1.49	1.18	1.34	2.18	2.40
18	4.64	3.80	3.86	2.76	2.43	1.80	1.60	1.60	1.28	1.50	2.07	2.60
19	4.71	3.91	4.07	3.16	2.29	1.80	1.60	1.54	1.37	1.50	2.20	2.60
20	4.61	3.88	4.29	3.24	2.38	1.69	2.11	1.19	1.50	1.81	2.33	2.35
21	4.32	3.96	4.07	3.26	2.50	1.60	1.88	1.39	1.40	1.85	2.16	2.40
22	4.05	3.59	4.00	3.17	2.45	1.63	1.83	1.60	1.40	1.85	2.35	2.51
23	3.92	3.45	3.81	2.87	2.30	1.60	1.80	1.60	1.40	2.31	2.40	2.40
24	4.28	3.06	3.75	2.91	2.20	1.60	1.60	1.60	1.40	2.13	2.40	2.35
25	4.26	2.76	3.70	2.75	2.20	1.60	1.60	1.60	1.40	2.08	2.38	2.40
26	4.32	2.44	4.05	2.97	2.12	1.73	1.60	1.61	1.38	1.93	2.30	2.50
27	4.46	2.35	4.19	2.91	2.30	1.80	1.61	1.60	1.13	1.80	2.28	2.60
28	4.22	2.05	3.92	2.96	2.30	1.77	1.60	1.48	1.06	2.06	1.98	2.60
29	4.21	4.21	4.59	3.86	2.50	1.80	1.84	1.40	1.02	1.88	1.73	2.83
30	4.22	4.22	10.55	3.17	2.45	1.80	1.94	1.40	1.09	1.81	2.05	2.95
31	4.14	4.14	5.88	5.88	2.34		1.70	1.18		2.18		2.61
SUMA	124.11	103.89	114.73	115.97	122.18	60.26	50.42	45.48	38.53	44.81	66.04	75.26
PRO	4.00	3.71	3.70	3.87	3.94	2.01	1.63	1.47	1.28	1.45	2.20	2.43
MAX	4.71	4.50	10.55	7.04	30.37	2.50	2.11	1.61	1.50	2.31	2.42	2.95
MIN	2.99	2.05	1.86	2.75	2.05	1.60	1.31	1.16	1.02	0.91	1.73	2.13
MASA	10,723,474.8	8,975,754.00	9,912,794.40	10,020,211.2	10,555,925.4	5,206,428.00	4,356,108.00	3,929,184.00	3,329,352.00	3,871,980.00	5,705,524.80	6,502,320.00

Figura 45: Caudales de la Bocatoma Monsefú – Reque Año 2007.

Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT) – Operación y Mantenimiento



PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES  
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO  
SISTEMA MAYOR - TINAJONES

CAUDALES BOCATOMA MONSEFÚ - REQUE INCLUYENDO EXCEDENTES m <sup>3</sup> /seg.												
	ene-08	feb-08	mar-08	abr-08	may-08	jun-08	jul-08	ago-08	sep-08	oct-08	nov-08	dic-08
1	2.48	4.01	132.52	143.66	24.36	14.62	3.33	1.20	1.20	3.00	30.27	2.24
2	2.99	4.35	36.10	296.91	19.68	13.93	3.05	1.06	1.43	2.93	23.62	1.87
3	3.55	3.89	4.04	502.68	18.65	12.60	3.04	1.00	1.85	3.10	25.99	2.08
4	3.61	3.73	3.91	159.22	26.75	7.99	2.60	1.00	2.08	3.25	38.35	2.29
5	3.40	3.08	23.44	84.71	24.93	5.48	2.60	1.00	1.38	3.00	69.42	2.11
6	3.35	3.00	2.90	145.40	26.22	3.55	2.24	1.00	1.03	2.38	52.55	2.00
7	3.28	2.98	0.25	136.80	12.71	4.16	1.70	1.03	1.20	2.01	53.30	1.88
8	3.39	2.89	0.40	58.00	11.62	5.72	2.06	2.04	1.74	2.20	67.33	1.90
9	3.55	2.97	0.40	50.32	9.43	6.45	1.87	1.80	2.00	2.20	52.39	1.90
10	3.85	2.98	0.40	55.42	7.97	5.66	1.57	2.16	1.70	2.50	43.54	1.69
11	3.53	3.03	3.25	98.32	43.75	4.76	2.21	2.00	1.91	2.23	54.72	1.58
12	2.86	3.13	4.57	45.10	33.56	7.04	1.92	2.14	1.53	2.18	36.87	1.88
13	3.36	3.00	3.76	69.57	26.00	6.79	2.16	2.20	1.68	2.10	36.54	1.67
14	3.27	3.07	3.67	53.59	35.72	3.77	1.99	1.85	1.44	4.04	33.77	1.60
15	3.17	3.23	4.21	57.00	39.94	7.55	1.80	1.87	1.10	19.09	21.90	1.49
16	3.33	3.59	21.49	75.01	37.45	15.37	1.90	1.68	1.17	6.30	11.40	2.09
17	3.42	5.33	9.09	56.49	33.33	4.49	1.78	1.93	1.25	3.97	6.23	2.48
18	3.67	4.64	48.21	39.88	32.12	4.46	1.60	2.49	1.04	3.18	6.12	3.60
19	3.73	19.23	20.09	34.17	32.02	5.37	1.68	2.60	1.08	2.80	4.74	3.15
20	3.40	114.70	90.50	26.01	28.80	3.44	1.70	2.62	1.60	1.52	3.98	2.98
21	3.46	113.81	96.88	19.47	19.98	2.80	1.70	2.11	1.65	1.60	3.50	3.00
22	3.75	159.11	74.58	18.45	19.44	5.27	1.89	1.84	2.25	1.58	3.16	3.55
23	3.45	187.88	52.75	21.80	27.09	4.40	2.25	1.70	2.33	1.57	2.93	3.83
24	3.73	118.00	25.87	20.05	31.72	5.66	2.20	1.80	2.02	3.20	2.78	3.56
25	3.56	94.92	72.31	26.70	26.58	6.52	2.20	1.98	1.76	2.56	2.89	3.60
26	3.40	56.08	43.30	30.42	31.69	6.17	2.20	1.86	1.74	4.02	3.86	3.87
27	3.58	77.63	23.64	42.03	24.95	7.26	2.00	1.80	2.26	4.49	3.46	3.60
28	3.83	197.28	38.00	34.10	23.41	3.12	1.80	1.43	2.65	4.63	3.24	3.95
29	4.56	198.91	73.91	28.85	18.36	3.98	1.80	1.50	2.54	30.59	2.82	4.45
30	4.49		120.95	31.41	14.26	2.25	1.92	1.70	2.52	70.29	1.99	3.89
31	4.00		168.46		12.11		1.55	1.45		51.22		4.30
SUMA	108.99	1400.42	1203.84	2461.51	774.60	190.64	64.31	53.83	51.10	249.70	703.67	84.05
PRO	3.52	48.29	38.83	82.05	24.99	6.35	2.07	1.74	1.70	8.05	23.46	2.71
MAX	4.56	198.91	188.46	502.68	43.75	15.37	3.33	2.62	2.65	70.29	69.42	4.45
MIN	2.48	2.89	0.25	18.45	7.97	2.25	1.55	1.00	1.03	1.52	1.99	1.49
MASA	9,417,135.60	120,996,590	104,011,909.2	212,674,550	66,925,396.8	16,471,339.2	5,556,139.20	4,650,480.00	4,414,680.00	21,574,119.6	60,797,214.0	7,262,280.00

Figura 46: Caudales de la Bocatoma Monsefú – Reque Año 2008.

Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT) – Operación y Mantenimiento

PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES  
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO  
SISTEMA MAYOR - TINAJONES

CAUDALES BOCATOMA MONSEFÚ - REQUE INCLUYENDO EXCEDENTES m <sup>3</sup> /seg.												
	ene-09	feb-09	mar-09	abr-09	may-09	jun-09	jul-09	ago-09	sep-09	oct-09	nov-09	dic-09
1	3.77	64.94	3.69	77.87	26.20	27.20	6.03	2.10	1.70	1.45	1.86	4.75
2	3.26	15.86	3.77	70.36	86.13	19.68	2.78	2.09	1.63	1.43	2.03	2.67
3	3.55	6.74	4.18	45.52	58.11	11.27	3.84	2.23	1.62	1.60	2.04	1.90
4	4.20	6.87	3.63	35.33	48.40	9.37	4.23	1.87	1.55	1.53	2.00	1.95
5	3.52	11.19	13.02	33.04	47.67	9.75	2.59	1.71	1.38	1.24	2.15	2.56
6	3.10	7.71	4.32	50.63	43.63	12.31	2.83	1.49	1.91	1.60	2.20	2.50
7	3.25	6.34	3.97	11.68	30.91	5.59	2.20	1.60	2.16	1.91	2.02	2.16
8	3.79	5.54	3.92	4.58	27.93	4.27	2.29	1.80	2.20	1.81	2.00	1.72
9	3.69	3.87	3.54	28.11	23.37	3.43	2.36	1.95	1.79	1.48	2.32	1.90
10	3.71	3.13	3.90	24.00	19.98	2.27	2.16	1.97	1.19	1.49	2.28	1.85
11	3.75	3.27	3.70	21.20	17.94	2.04	2.01	1.97	1.88	1.75	2.13	1.76
12	4.40	3.43	22.31	19.09	17.05	16.34	1.91	1.75	1.86	1.98	2.20	1.81
13	15.14	3.74	75.26	16.30	24.44	14.00	2.39	1.51	1.55	1.92	2.35	1.79
14	92.79	3.74	84.88	22.00	34.93	10.47	2.28	1.59	1.42	2.00	2.30	1.93
15	41.39	3.88	70.50	34.04	20.07	9.09	2.27	1.83	1.41	1.95	2.40	2.20
16	10.86	3.90	55.18	21.42	33.30	5.96	2.99	1.80	1.43	1.75	2.43	2.27
17	5.48	1.42	56.07	14.32	42.73	4.17	2.77	1.80	1.55	1.51	2.33	2.40
18	8.74	2.25	72.29	27.76	30.44	2.72	1.95	1.98	2.23	1.58	2.32	2.25
19	6.15	3.63	32.76	23.16	22.95	2.06	1.68	1.97	2.40	2.20	1.71	2.50
20	6.17	4.10	60.91	19.92	16.64	1.95	5.52	1.43	2.40	2.43	1.66	7.36
21	5.08	4.36	41.74	19.56	12.42	3.47	3.49	1.47	1.60	1.93	1.38	2.52
22	3.89	19.49	91.02	24.01	6.36	7.97	2.05	1.21	1.22	1.98	1.48	3.07
23	3.63	57.41	166.81	65.45	7.26	3.09	1.73	1.30	1.00	2.33	1.91	3.15
24	3.59	13.42	191.46	35.67	6.97	12.90	1.89	1.50	1.30	2.27	1.66	2.55
25	3.40	9.91	216.08	29.42	7.84	14.97	2.06	1.38	1.61	1.98	1.81	2.40
26	3.79	6.59	264.63	44.68	5.76	13.30	2.13	1.16	1.55	2.57	1.70	2.40
27	4.09	6.39	337.21	31.40	24.34	8.14	1.85	1.00	1.17	1.78	1.35	2.33
28	4.22	4.68	329.38	28.98	18.93	7.16	2.04	1.64	1.65	1.69	1.99	2.20
29	3.05		193.10	38.56	12.47	5.80	2.20	2.10	1.94	1.83	3.35	2.26
30	14.79		120.37	25.88	20.71	3.61	2.00	1.50	1.99	1.80	22.83	2.27
31	83.05		93.86		26.11		1.89	1.62		1.73		1.98
SUMA	383.27	287.79	2627.43	943.94	821.99	254.36	80.38	52.29	50.29	56.45	82.19	77.34
PRO	11.72	10.28	84.78	31.46	26.52	8.48	2.59	1.69	1.68	1.82	2.74	2.49
MAX	92.79	64.94	337.21	77.87	86.13	27.20	6.03	2.23	2.40	2.57	22.83	7.36
MIN	3.05	1.42	3.54	4.58	5.76	1.95	1.68	1.00	1.00	1.24	1.35	1.72
MASA	31,386,607.2	24,864,811.2	227,009,520	81,556,207.2	71,019,910.8	21,976,888.0	6,944,781.60	4,517,460.00	4,344,890.40	4,877,640.00	7,100,820.00	6,682,107.60

Figura 47: Caudales de la Bocatoma Monsefú – Reque Año 2009.

Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT) – Operación y Mantenimiento

PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES  
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO  
SISTEMA MAYOR - TINAJONES

CAUDALES BOCATOMA MONSEFÚ - REQUE INCLUYENDO EXCEDENTES m <sup>3</sup> /seg.												
	ene-10	feb-10	mar-10	abr-10	may-10	jun-10	jul-10	ago-10	sep-10	oct-10	nov-10	dic-10
1	2.13	3.05	3.20	107.84	6.28	1.84	2.40	1.90	1.90	2.10	2.43	2.00
2	2.83	3.15	3.52	40.09	17.39	1.69	2.40	1.89	1.90	2.35	2.10	2.00
3	3.24	3.32	3.35	11.82	27.04	1.80	2.68	1.85	1.93	2.50	2.18	2.08
4	3.63	2.74	4.11	5.45	7.29	1.80	2.53	1.89	1.67	2.74	2.16	1.92
5	3.50	2.96	5.17	12.68	5.07	1.80	2.40	1.86	1.75	2.48	2.17	1.78
6	3.88	3.34	3.72	119.19	5.40	1.80	2.40	1.85	1.58	2.45	1.99	1.78
7	3.33	128.60	3.88	32.77	3.02	1.80	2.25	1.99	1.84	2.11	1.73	1.95
8	3.54	48.88	3.43	52.27	2.47	1.80	1.59	2.00	1.70	2.46	1.61	1.84
9	3.58	9.93	3.55	27.29	2.18	1.72	1.42	2.04	1.53	2.52	1.60	1.90
10	3.73	7.50	4.34	15.75	1.90	1.55	1.35	2.07	1.27	2.58	1.65	1.81
11	3.62	7.22	4.23	5.99	1.80	1.87	1.20	2.06	1.53	2.15	1.60	1.80
12	3.10	6.98	3.80	4.96	1.67	2.15	1.00	2.04	1.70	1.87	1.62	1.65
13	3.22	5.22	3.57	4.02	1.58	2.16	1.00	2.01	1.78	2.33	1.80	1.80
14	3.60	3.63	3.69	3.42	1.72	2.20	0.93	2.05	1.79	2.39	1.75	2.00
15	3.63	3.58	3.99	2.93	1.53	2.13	0.65	2.05	1.98	2.30	1.90	2.03
16	3.68	5.58	10.98	3.26	1.88	1.88	1.00	2.05	2.00	2.30	1.90	2.17
17	3.78	6.18	8.49	3.88	2.32	2.12	0.83	3.88	2.21	2.37	2.05	2.28
18	3.62	4.05	4.24	3.36	2.34	2.00	0.75	2.05	2.30	2.40	2.25	2.27
19	3.60	3.76	2.83	3.45	2.33	2.00	0.75	2.05	2.30	2.35	2.25	2.24
20	3.75	3.40	3.14	2.81	2.26	2.11	0.90	1.79	2.30	2.54	1.93	2.04
21	3.63	3.40	3.03	3.72	2.41	2.41	0.95	1.65	1.71	2.85	1.87	1.87
22	3.54	3.72	2.81	4.07	2.74	2.49	0.98	1.48	2.10	2.90	1.90	1.86
23	3.55	3.43	7.64	3.79	2.61	2.40	1.20	1.85	2.02	2.42	1.84	1.94
24	3.60	2.93	4.06	3.79	2.17	2.38	1.44	2.00	1.63	2.10	1.55	1.86
25	3.60	3.10	3.14	2.98	2.17	2.40	1.20	2.00	2.57	2.10	1.40	1.72
26	3.52	3.55	3.35	2.72	2.06	2.40	1.23	1.85	2.67	1.99	1.40	2.11
27	3.62	3.73	3.50	2.69	1.92	2.37	1.60	1.85	2.55	1.98	1.58	2.15
28	3.55	3.21	3.37	2.57	1.98	2.37	1.58	1.89	2.66	2.10	1.44	2.17
29	2.18		2.82	3.28	2.12	2.40	1.50	1.90	2.70	2.19	1.50	2.20
30	1.70		2.91	5.61	1.80	2.38	1.71	1.90	2.25	2.10	1.92	2.20
31	2.75		3.42		1.76		1.90	1.90		2.23		2.25
SUMA	104.25	290.14	127.25	498.43	121.20	62.19	45.70	59.79	59.81	72.24	55.07	61.65
PRO	3.36	10.36	4.10	16.61	3.91	2.07	1.47	1.93	1.99	2.33	1.84	1.99
MAX	3.88	128.60	10.98	119.19	27.04	2.49	2.68	2.07	2.70	2.90	2.43	2.28
MIN	1.70	2.74	2.81	2.57	1.53	1.55	0.65	1.48	1.27	1.87	1.40	1.65
MASA	9,008,840.00	25,068,078	10,994,605	43,064,039	10,471,816.80	5,373,432.00	3,948,084.00	5,165,568.00	5,167,728.00	6,241,852.80	4,758,120.00	5,326,560.00

Figura 48: Caudales de la Bocatoma Monsefú – Reque Año 2010.

Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT) – Operación y Mantenimiento

PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES  
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO  
SISTEMA MAYOR - TINAJONES

CAUDALES BOCATOMA MONSEFÚ - REQUE INCLUYENDO EXCEDENTES m <sup>3</sup> /seg.												
	ene-11	feb-11	mar-11	abr-11	may-11	jun-11	jul-11	ago-11	sep-11	oct-11	nov-11	dic-11
1	2.20	3.93	2.89	3.27	2.98	2.23	2.40	1.75	1.00	0.55	1.05	0.35
2	2.20	3.83	2.74	4.12	3.54	2.32	2.40	1.70	1.00	0.43	0.86	0.35
3	2.39	3.66	2.80	3.71	3.20	2.40	2.31	1.35	1.00	0.46	0.83	0.38
4	2.10	3.23	2.60	5.16	3.22	2.10	2.23	1.05	0.95	0.47	1.10	0.35
5	2.11	3.30	2.67	6.57	2.63	2.07	2.35	1.00	0.93	0.51	0.99	0.38
6	2.35	3.45	2.53	3.33	2.49	2.23	2.40	1.00	1.00	0.60	0.82	0.38
7	2.15	3.66	2.74	4.77	2.24	2.32	2.78	1.00	1.00	0.70	0.83	0.37
8	1.81	3.65	2.83	6.08	2.88	2.42	3.00	0.83	1.00	0.80	0.77	0.38
9	1.78	3.61	2.92	26.23	2.03	1.42	3.00	1.10	0.97	0.73	0.70	0.35
10	1.70	3.35	1.75	61.03	2.02	0.71	2.97	1.20	0.93	0.77	0.68	0.33
11	1.60	3.23	1.98	41.97	2.30	0.99	2.02	1.20	0.80	0.86	0.59	0.35
12	2.01	3.99	1.88	10.96	2.25	1.00	2.00	1.20	0.80	0.81	0.55	1.04
13	2.42	62.73	1.83	5.97	2.40	1.00	2.00	1.03	0.80	0.77	0.45	1.23
14	2.09	13.20	1.80	3.79	2.47	1.00	2.00	1.15	0.80	0.84	0.44	1.51
15	1.68	4.55	1.68	3.66	2.43	1.00	2.00	1.20	0.80	0.86	0.45	2.33
16	1.54	4.04	1.58	25.79	2.50	1.00	2.00	1.20	0.80	0.83	0.40	2.45
17	1.95	3.90	1.69	6.95	2.98	0.91	2.00	1.20	0.80	0.76	0.41	2.65
18	2.35	5.03	1.54	17.86	2.87	0.80	2.00	1.10	0.80	0.79	0.45	3.16
19	2.90	3.35	1.48	7.99	2.53	0.80	2.00	1.00	0.80	0.66	0.45	2.82
20	2.80	3.30	1.40	3.95	2.60	0.80	2.00	1.00	0.80	0.68	0.48	2.88
21	3.07	2.67	1.45	3.35	2.75	0.80	1.80	1.00	0.72	0.74	0.48	2.90
22	3.29	3.22	1.57	3.34	2.65	0.90	1.90	0.97	0.60	0.63	0.43	2.82
23	3.06	3.09	1.40	3.98	2.31	1.00	1.87	0.98	0.60	0.66	0.40	2.57
24	3.21	2.82	1.61	3.36	2.40	1.00	1.72	1.00	0.60	0.86	0.41	2.00
25	3.52	3.63	1.70	3.33	2.13	1.00	1.80	1.00	0.60	0.80	0.41	1.93
26	3.04	3.95	9.06	13.37	2.21	1.48	1.80	1.00	0.60	0.66	0.40	12.33
27	3.02	3.88	11.51	40.17	2.00	2.33	1.80	1.00	0.60	0.68	0.40	3.27
28	3.29	2.98	3.59	3.67	2.05	2.20	1.73	1.00	0.60	0.86	0.38	2.63
29	3.44		1.65	3.43	2.20	2.08	1.53	1.00	0.60	0.92	0.38	2.35
30	3.67		1.54	3.21	2.08	2.40	1.58	1.00	0.60	0.90	0.38	2.33
31	3.78		2.43		2.13		1.60	1.00		1.05		2.13
SUMA	78.50	169.23	80.81	334.38	77.44	44.70	64.97	34.21	23.89	22.62	17.36	61.25
PRO	2.53	6.04	2.61	11.15	2.50	1.49	2.10	1.10	0.80	0.73	0.58	1.98
MAX	3.78	62.73	11.51	61.03	3.54	2.42	3.00	1.75	1.00	1.05	1.10	12.33
MIN	1.54	2.67	1.40	3.21	2.00	0.71	1.53	0.83	0.60	0.43	0.38	0.33
MASA	6,782,680.80	14,621,428.8	6,981,850.80	28,890,482.4	6,690,960.00	3,862,080.00	5,613,120.00	2,955,600.00	2,064,240.00	1,954,022.40	1,499,544.00	5,291,992.80

Figura 49: Caudales de la Bocatoma Monsefú – Reque Año 2011.

Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT) – Operación y Mantenimiento



PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES  
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO  
SISTEMA MAYOR - TINAJONES

CAUDALES BOCATOMA MONSEFÚ - REQUE INCLUYENDO EXCEDENTES m <sup>3</sup> /seg.												
	ene-12	feb-12	mar-12	abr-12	may-12	jun-12	jul-12	ago-12	sep-12	oct-12	nov-12	dic-12
1	2.13	9.34	28.90	8.33	18.98	3.33	2.60	1.80	2.02	0.75	2.40	1.86
2	2.51	13.24	28.16	17.44	56.08	3.20	2.60	1.70	2.18	1.15	2.40	2.00
3	2.30	6.51	18.98	21.32	63.03	3.13	2.65	2.06	2.13	1.20	2.40	2.15
4	1.53	9.91	6.17	19.10	21.08	3.03	2.50	2.20	1.59	0.85	2.40	1.98
5	2.12	13.49	43.45	41.12	11.18	3.01	2.20	2.20	1.35	0.68	2.24	2.20
6	1.98	13.23	37.42	29.61	11.33	2.59	2.08	2.15	0.74	0.60	2.20	2.20
7	2.50	77.19	22.11	49.29	11.70	2.50	2.00	2.00	0.50	0.86	2.20	2.35
8	2.62	214.24	10.60	84.08	7.42	2.43	1.93	1.71	0.50	1.25	2.20	2.27
9	4.50	195.91	7.65	217.37	5.12	1.70	1.85	1.50	0.50	1.40	2.20	2.20
10	8.54	196.99	3.04	106.62	1.97	1.38	1.75	1.50	0.50	1.70	2.20	2.52
11	3.11	177.03	3.80	53.40	2.32	1.07	1.98	1.50	0.50	2.40	2.20	2.60
12	2.12	211.56	4.69	31.61	2.37	2.10	1.80	1.78	0.50	2.50	2.20	2.60
13	2.70	106.89	4.74	14.55	2.10	1.00	1.78	2.04	0.65	2.40	2.10	2.46
14	2.70	50.32	5.18	8.30	1.80	1.08	1.80	1.90	0.70	2.40	1.88	2.10
15	10.85	31.11	3.62	6.35	1.83	1.41	1.69	1.57	0.70	2.40	2.15	2.15
16	15.39	15.42	3.79	6.48	1.90	2.00	2.10	1.79	0.70	2.40	2.20	2.20
17	6.14	6.88	3.76	5.24	2.03	2.00	2.53	1.68	0.70	2.55	1.89	2.52
18	19.06	7.63	60.02	3.86	2.10	1.81	2.55	1.55	0.70	2.60	2.17	2.74
19	33.47	5.38	176.11	2.60	3.70	0.64	2.52	1.45	0.70	2.53	2.40	2.23
20	7.43	5.17	215.54	12.61	20.80	0.88	2.63	1.60	0.70	2.29	2.55	2.10
21	6.46	34.99	169.89	30.65	9.19	1.25	2.25	1.50	0.70	2.43	2.04	2.25
22	8.96	98.31	140.06	35.80	29.38	2.03	1.80	1.60	0.70	2.40	1.40	2.35
23	3.21	122.10	101.54	40.29	57.15	2.20	2.03	1.65	0.70	2.27	1.33	2.43
24	3.10	53.57	175.75	35.48	27.76	2.33	1.92	1.87	0.70	2.02	1.17	2.50
25	2.88	34.22	116.58	43.40	14.16	2.29	1.63	1.98	0.70	1.93	1.41	2.50
26	2.50	50.32	87.62	29.10	7.97	2.51	1.50	2.06	0.78	2.28	1.75	2.54
27	2.50	44.44	120.68	25.12	10.44	2.79	1.70	1.61	1.30	2.40	2.08	2.70
28	7.65	63.63	127.10	21.76	4.68	2.74	1.90	1.99	0.73	2.29	1.98	2.70
29	2.90	39.93	112.72	24.24	3.21	2.60	1.84	1.88	0.70	2.20	1.97	2.95
30	2.85		49.39	20.70	3.49	2.60	1.60	1.26	0.65	2.20	1.77	2.73
31	2.91		31.06		3.44		1.46	1.35		2.35		2.73
SUMA	179.80	1889.04	1920.12	1045.80	419.70	63.60	63.15	54.42	26.20	59.67	61.47	73.79
PRO	5.79	66.75	61.94	34.86	13.54	2.12	2.04	1.76	0.87	1.92	2.05	2.38
MAX	33.47	214.24	215.54	217.37	63.03	3.33	2.65	2.20	2.18	2.60	2.55	2.95
MIN	1.53	5.17	3.04	2.60	1.80	0.64	1.46	1.26	0.50	0.60	1.17	1.86
MASA	15,517,814.40	161,484,854	165,898,138	90,357,397	36,262,325	5,495,400.00	5,456,160.00	4,701,800.00	2,264,068.80	5,155,596.00	5,310,986.09	6,375,240.00

Figura 50: Caudales de la Bocatoma Monsefú – Reque Año 2012.

Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT) – Operación y Mantenimiento

PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES  
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO  
SISTEMA MAYOR - TINAJONES

CAUDALES BOCATOMA MONSEFÚ - REQUE INCLUYENDO EXCEDENTES m <sup>3</sup> /seg.												
	ene-13	feb-13	mar-13	abr-13	may-13	jun-13	jul-13	ago-13	sep-13	oct-13	nov-13	dic-13
1	2.50	3.20	2.87	1.60	2.65	82.69	2.47	2.25	1.90	2.45	1.60	1.30
2	3.29	3.20	64.04	1.63	2.60	69.41	2.53	2.21	1.98	2.38	1.91	1.33
3	3.43	2.95	4.52	20.96	2.60	45.43	3.45	1.83	2.25	2.35	2.00	2.35
4	3.54	2.26	3.19	5.31	2.60	37.65	5.54	1.58	2.15	2.50	1.93	2.16
5	3.71	2.03	2.40	2.27	2.60	28.32	7.63	1.55	2.10	2.18	1.95	2.16
6	3.75	1.87	65.08	3.16	2.45	26.06	11.70	1.66	1.88	1.50	2.23	2.68
7	3.80	3.19	14.90	2.40	2.68	23.14	11.11	2.03	2.05	1.30	2.45	2.88
8	3.77	3.54	4.09	2.58	3.05	19.18	3.37	2.15	1.70	1.25	1.99	2.98
9	3.60	3.52	0.00	9.25	2.80	15.63	3.06	2.15	1.50	1.30	1.95	3.12
10	3.80	3.40	0.00	3.59	2.83	11.58	2.88	1.95	1.98	1.30	1.67	5.32
11	3.95	2.15	1.50	2.68	2.28	10.59	2.59	2.05	2.10	1.30	1.52	7.02
12	3.80	2.20	2.27	2.66	2.30	9.24	2.43	2.15	2.10	1.20	1.53	3.95
13	3.80	2.04	2.11	2.60	2.30	6.45	2.23	1.87	1.93	1.55	1.60	3.78
14	3.80	1.76	37.43	2.40	2.38	5.13	2.05	1.75	1.75	4.75	1.60	3.31
15	3.80	1.95	18.31	2.14	14.57	5.53	1.98	1.78	1.90	2.06	1.59	3.09
16	3.88	2.17	22.41	1.72	31.60	8.16	2.02	1.95	2.05	1.90	1.75	1.85
17	3.95	2.44	53.95	1.80	14.22	5.14	2.10	1.95	1.93	1.85	2.48	1.58
18	4.15	2.60	45.18	1.40	3.55	4.38	1.93	1.88	1.70	1.90	3.12	1.46
19	4.20	2.57	144.32	1.54	8.25	6.10	1.73	1.95	1.57	1.66	3.20	1.58
20	4.05	2.52	83.24	1.93	25.64	6.63	1.92	2.15	1.57	1.43	3.43	1.44
21	4.15	2.38	24.08	1.77	53.04	6.31	1.84	2.15	1.70	1.43	2.95	1.57
22	4.20	2.02	8.93	3.51	36.24	1.82	1.55	1.95	1.90	1.60	2.72	1.23
23	4.15	2.38	4.11	2.85	28.71	1.53	1.70	2.05	1.90	1.50	3.05	1.10
24	13.45	2.31	1.60	2.58	27.02	1.20	1.90	2.15	2.00	1.60	2.53	1.73
25	4.18	2.46	1.60	2.87	22.31	1.50	1.92	2.11	2.53	1.45	1.68	1.90
26	3.87	2.60	1.72	3.06	38.73	1.73	2.08	2.10	2.70	1.30	1.07	2.08
27	4.00	2.60	2.68	3.20	24.28	2.11	1.85	2.10	2.26	1.47	0.97	2.14
28	3.00	2.60	12.31	3.20	19.63	2.05	1.90	2.10	2.45	1.58	1.00	2.10
29	3.00		3.68	3.20	33.10	2.00	2.16	2.10	2.50	1.99	1.00	2.10
30	3.00		2.44	2.95	30.25	2.17	2.25	1.45	2.50	1.85	1.20	2.10
31	3.12		1.67		68.30		2.25	1.60		1.66		2.10
SUMA	124.67	70.89	636.63	102.80	515.54	448.84	96.10	60.70	60.49	55.52	59.65	75.47
PRO	4.02	2.53	20.54	3.43	16.63	14.96	3.10	1.96	2.02	1.79	1.99	2.43
MAX	13.45	3.54	144.32	20.96	68.30	82.69	11.70	2.25	2.70	4.75	3.43	7.02
MIN	2.50	1.76	0.00	1.40	2.28	1.20	1.55	1.45	1.50	1.20	0.97	1.10
MASA	10,771,099.2	6,124,518.00	55,004,587.2	8,881,495.20	44,542,580.4	38,779,776.0	8,303,385.60	5,244,048.00	5,226,508.80	4,797,100.80	5,153,500.80	6,520,262.40

Figura 51: Caudales de la Bocatoma Monsefú – Reque Año 2013.

Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT) – Operación y Mantenimiento

PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES  
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO  
SISTEMA MAYOR - TINAJONES

CAUDALES BOCATOMA MONSEFÚ - REQUE INCLUYENDO EXCEDENTES m <sup>3</sup> /seg.												
	ene-14	feb-14	mar-14	abr-14	may-14	jun-14	jul-14	ago-14	sep-14	oct-14	nov-14	dic-14
1	2.00	3.20	3.63	3.20	2.60	1.40	1.80	1.80	1.88	0.20	1.43	1.23
2	2.48	3.20	4.17	2.88	2.68	1.40	1.80	1.80	1.97	0.84	1.30	1.53
3	3.30	3.80	4.31	2.81	2.65	1.39	1.83	1.68	1.95	1.52	1.38	1.87
4	3.35	3.97	4.45	2.61	2.77	1.40	1.74	1.76	1.95	1.60	1.40	2.12
5	3.06	2.65	3.43	2.68	2.73	1.30	1.58	1.80	2.00	1.60	1.35	2.35
6	3.18	2.38	4.70	2.80	2.59	1.38	1.65	1.85	2.00	1.70	1.37	2.55
7	3.24	2.14	3.01	3.02	2.45	1.40	1.78	1.80	2.00	1.81	1.40	4.25
8	3.39	1.70	3.27	3.22	2.00	1.26	1.80	1.94	1.85	1.60	1.53	3.09
9	3.62	1.13	3.67	3.22	2.00	1.40	1.78	1.87	1.77	1.60	1.42	2.30
10	3.58	0.79	3.75	3.50	2.00	1.20	1.58	1.80	1.25	1.75	1.37	2.30
11	3.47	0.98	3.59	3.50	2.00	1.04	1.65	1.80	1.44	1.92	1.73	2.25
12	3.42	1.75	4.28	3.50	1.93	1.08	1.58	1.94	1.78	1.80	1.90	1.83
13	3.62	2.12	3.33	3.22	1.60	1.24	1.77	2.00	1.90	1.60	2.00	1.68
14	3.65	1.43	3.20	3.08	1.43	1.53	1.80	2.29	1.93	1.41	1.93	1.77
15	3.32	1.04	2.71	3.00	4.06	1.40	1.80	1.84	1.87	1.88	1.46	2.03
16	3.75	1.00	2.85	2.65	1.60	1.54	1.80	1.80	1.96	1.95	1.40	2.34
17	4.10	0.99	3.47	2.08	1.60	1.60	1.78	1.80	2.00	1.64	1.40	1.74
18	4.30	0.99	3.08	2.00	1.31	1.60	2.01	1.52	1.88	1.53	1.37	1.79
19	3.98	0.97	3.02	2.20	1.60	1.60	2.08	0.96	1.65	1.40	1.29	2.11
20	3.69	0.91	3.51	2.35	1.60	1.60	2.00	1.16	1.60	1.40	1.26	2.13
21	3.33	1.00	3.33	2.43	1.45	1.58	2.00	1.48	1.66	1.20	1.49	1.86
22	3.65	1.87	6.73	2.40	1.60	1.87	1.77	2.40	1.75	0.95	1.60	1.70
23	3.45	3.32	5.08	2.53	1.60	1.37	1.78	1.66	0.80	1.13	1.46	1.55
24	3.46	3.02	3.83	2.53	1.58	1.53	1.95	1.60	0.80	1.43	1.55	1.34
25	3.58	3.67	20.47	2.75	1.35	1.60	2.00	1.60	0.75	1.38	1.60	1.63
26	3.46	4.66	14.70	2.80	1.20	1.60	1.88	1.73	0.60	1.40	1.90	1.77
27	3.68	4.01	12.71	2.65	1.20	1.55	1.80	1.70	0.70	1.25	2.00	1.73
28	3.86	5.08	4.21	2.60	1.35	1.37	1.80	1.57	0.60	1.32	1.74	2.06
29	3.91		3.69	2.60	1.40	1.38	1.80	2.13	0.55	1.60	1.53	2.14
30	3.64		3.50	2.60	1.40	1.57	1.80	2.20	0.43	1.65	1.15	2.59
31	3.68		3.53		1.40		1.80	2.05		1.60		2.45
SUMA	108.21	63.76	153.23	83.39	58.72	42.73	55.98	54.68	44.44	45.64	45.70	64.06
PRO	3.49	2.28	4.94	2.78	1.89	1.42	1.81	1.76	1.48	1.47	1.52	2.07
MAX	4.30	5.08	20.47	3.50	4.06	1.60	2.08	2.29	2.00	1.95	2.00	4.25
MIN	2.00	0.79	2.71	2.00	1.20	1.04	1.58	0.96	0.43	0.20	1.15	1.23
MASA	9,349,516.80	5,509,209.60	13,239,331.2	7,205,068.80	5,073,148.80	3,691,526.40	4,836,758.40	4,724,092.80	3,839,788.80	3,943,209.60	3,948,652.80	5,534,611.20

Figura 52: Caudales de la Bocatoma Monsefú – Reque Año 2014.

Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT) – Operación y Mantenimiento

PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES  
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO  
SISTEMA MAYOR - TINAJONES

CAUDALES BOCATOMA MONSEFÚ - REQUE INCLUYENDO EXCEDENTES m <sup>3</sup> /seg.												
	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15	dic-15
1	2.67	16.22	3.53	20.55	2.34	23.24	1.84	2.35	2.25	2.45	1.90	1.95
2	2.91	11.35	3.40	18.09	2.79	18.23	2.16	2.23	2.25	2.49	1.99	2.10
3	2.93	4.92	4.96	28.92	2.78	6.86	2.04	2.18	2.23	2.46	2.07	1.60
4	3.00	3.93	8.61	8.56	4.92	4.37	1.97	2.16	1.92	2.47	2.05	1.20
5	2.58	3.67	4.39	14.49	7.46	1.80	1.98	1.93	1.93	2.48	2.06	1.23
6	2.58	3.49	3.72	15.05	2.62	1.72	2.47	1.85	1.85	2.47	1.93	1.33
7	2.82	3.91	3.90	5.49	2.60	1.77	2.46	1.85	1.86	2.45	2.08	1.43
8	3.39	4.01	3.62	5.23	2.67	2.01	2.42	2.02	2.12	2.35	2.05	1.80
9	3.42	4.16	3.50	5.51	2.63	2.20	2.35	2.06	2.12	2.29	2.05	2.43
10	3.50	3.80	3.75	5.32	2.57	1.27	2.71	2.05	2.05	2.41	1.88	2.51
11	3.65	3.11	3.68	5.13	2.30	1.21	2.89	2.07	2.05	2.35	1.13	2.45
12	3.95	3.70	3.67	4.83	2.30	2.37	2.92	2.14	2.05	1.18	0.85	2.57
13	4.26	3.47	3.39	14.54	2.38	2.23	2.47	1.96	1.87	0.63	0.74	2.51
14	4.25	3.22	3.41	5.49	2.51	2.01	2.10	1.85	1.85	1.07	0.68	2.26
15	3.78	2.93	3.54	5.93	2.25	1.70	1.98	2.02	1.77	1.10	0.66	2.43
16	3.65	3.28	3.68	13.77	2.28	1.56	1.81	2.07	1.69	1.09	0.65	2.45
17	3.84	3.25	12.42	8.83	2.42	2.01	2.16	2.07	1.70	1.20	0.70	3.62
18	4.14	3.20	19.71	4.88	14.03	2.16	2.15	2.06	1.73	1.27	0.73	3.23
19	4.57	3.14	28.80	7.25	3.62	2.07	2.08	2.19	1.80	1.47	1.23	3.04
20	4.25	2.97	63.23	4.78	3.14	2.36	2.18	2.23	1.97	1.48	0.90	2.61
21	4.25	2.91	126.93	3.65	2.78	2.83	2.12	2.25	1.95	1.52	1.38	2.49
22	4.10	2.86	100.72	3.30	2.62	2.69	2.17	2.25	1.96	1.47	1.20	2.38
23	4.25	3.49	179.35	2.68	2.75	2.64	2.25	2.25	2.19	1.45	0.94	2.58
24	10.35	3.70	159.38	2.68	2.40	1.90	2.15	2.25	1.98	1.46	1.05	2.52
25	11.19	3.80	144.25	2.43	2.38	1.95	2.05	2.26	1.85	1.50	1.27	2.46
26	18.04	3.90	160.94	2.35	2.52	1.92	2.12	2.26	1.97	2.13	4.53	3.00
27	16.24	3.85	79.70	2.22	3.03	1.73	2.29	2.27	2.41	1.86	4.48	2.96
28	12.44	3.46	21.28	1.91	2.96	1.86	2.28	2.27	2.45	2.69	3.17	2.22
29	4.62		17.42	2.20	19.15	1.90	2.24	2.25	2.45	2.31	3.25	2.17
30	5.74		10.70	2.20	13.78	1.80	2.23	2.25	2.45	1.90	2.05	2.30
31	9.48		7.00		7.36		2.30	2.20		1.85		2.45
SUMA	170.85	119.69	1196.57	228.22	132.31	104.35	69.33	66.07	60.69	57.28	51.67	72.27
PRO	5.51	4.27	38.60	7.61	4.27	3.48	2.24	2.13	2.02	1.85	1.72	2.33
MAX	18.04	16.22	179.35	28.92	19.15	23.24	2.92	2.35	2.45	2.69	4.53	3.62
MIN	2.58	2.86	3.39	1.91	2.25	1.21	1.81	1.85	1.69	0.63	0.65	1.20
MASA	14,761,094.4	10,340,784.0	103,383,389	19,718,294.4	11,431,670.40	9,015,580.80	5,989,766.40	5,708,793.60	5,243,356.80	4,948,905.60	4,463,942.40	6,243,868.80

Figura 53: Caudales de la Bocatoma Monsefú – Reque Año 2015.

Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT) – Operación y Mantenimiento



PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES  
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO  
SISTEMA MAYOR - TINAJONES

CAUDALES BOCATOMA MONSEFÚ - REQUE INCLUYENDO EXCEDENTES m <sup>3</sup> /seg.												
	ene-16	feb-16	mar-16	abr-16	may-16	jun-16	jul-16	ago-16	sep-16	oct-16	nov-16	dic-16
1	2.57	3.33	4.32	7.41	2.04	1.25	0.05	1.79	1.24	0.85	0.58	0.45
2	2.68	3.55	4.80	6.12	1.98	1.25	0.05	2.03	0.93	0.74	0.65	0.45
3	2.53	3.42	6.42	152.51	2.05	1.25	0.05	1.87	0.85	0.55	0.78	0.43
4	2.30	3.57	16.68	92.52	1.75	1.18	0.05	1.80	0.89	0.59	1.00	0.25
5	2.35	6.78	19.77	11.83	1.82	1.20	0.05	1.18	1.00	0.58	0.93	0.28
6	2.67	5.23	26.88	3.64	1.85	1.25	0.05	0.99	0.99	0.67	0.85	0.25
7	3.25	4.27	112.28	3.01	1.90	1.38	0.05	1.35	0.96	0.75	0.77	0.30
8	3.32	3.88	87.20	3.12	1.61	1.45	0.05	1.59	0.88	0.75	0.60	0.20
9	3.36	3.83	16.89	2.52	1.48	1.42	0.05	1.58	0.85	0.75	0.65	0.15
10	3.15	4.03	6.99	1.79	1.50	1.25	0.05	1.48	0.85	0.75	0.65	0.25
11	3.49	3.60	6.06	3.13	1.69	1.26	0.05	1.60	0.97	0.75	0.65	0.40
12	4.19	2.99	5.30	9.19	1.65	1.25	0.05	1.57	1.05	0.88	0.52	0.60
13	4.25	2.80	3.55	3.59	1.70	1.40	0.05	1.38	1.01	1.10	0.47	0.50
14	4.39	2.59	3.36	2.19	1.65	1.45	0.05	1.09	1.03	1.26	0.48	0.34
15	4.48	2.71	3.00	2.25	1.28	1.65	0.05	1.20	1.05	0.88	0.45	0.40
16	4.29	2.54	2.68	1.44	1.05	1.65	0.05	1.15	1.05	0.85	0.45	0.45
17	4.35	2.66	2.69	3.15	0.93	1.43	0.05	1.10	1.05	0.98	0.57	0.45
18	4.31	2.57	2.60	3.73	1.12	1.19	0.05	0.98	1.05	0.92	0.56	0.30
19	4.49	2.65	2.96	2.62	1.39	1.47	0.05	1.15	1.05	0.85	0.45	0.25
20	4.38	2.20	3.15	2.82	1.44	1.30	0.05	1.39	0.96	0.85	0.37	0.40
21	4.42	2.05	3.39	1.95	1.44	1.28	0.05	1.45	0.85	1.00	0.40	0.33
22	4.20	2.05	3.27	1.18	1.44	1.40	0.05	1.37	0.85	0.92	0.45	0.23
23	4.44	2.11	3.05	1.47	1.16	1.45	0.05	1.30	0.85	0.85	0.45	0.25
24	4.32	2.48	3.01	1.73	1.34	1.52	0.05	1.33	0.75	0.85	0.45	0.40
25	3.68	18.76	3.04	2.23	1.56	1.45	0.05	1.12	0.62	0.85	0.45	0.25
26	4.18	5.46	3.03	2.28	1.66	1.63	0.05	1.15	0.60	0.85	0.45	0.25
27	3.83	4.46	3.03	2.47	1.59	1.80	0.05	1.23	0.81	0.99	0.45	0.25
28	3.70	7.89	2.77	2.13	1.33	1.82	0.05	1.18	0.99	1.05	0.45	0.27
29	3.86	7.94	3.08	1.67	1.25	1.48	0.05	1.07	0.98	0.88	0.45	0.26
30	3.78		3.65	2.00	1.25	1.25	0.05	1.16	0.85	0.85	0.45	0.11
31	3.40		7.59		1.25		0.05	1.38		0.83		0.20
SUMA	114.59	122.36	376.46	337.67	47.14	41.97	1.55	41.98	27.86	26.23	16.87	9.89
PRO	3.70	4.22	12.14	11.26	1.52	1.40	0.05	1.35	0.93	0.85	0.56	0.32
MAX	4.49	18.76	112.28	152.51	2.05	1.82	0.05	2.03	1.24	1.26	1.00	0.60
MIN	2.30	2.05	2.60	1.18	0.93	1.18	0.05	0.98	0.60	0.55	0.37	0.11
MASA	9,900,489.60	10,572,249.6	32,526,316.8	29,174,860.8	4,072,723.20	3,626,467.20	133,920.00	3,626,985.60	2,406,844.80	2,265,840.00	1,457,308.80	854,236.80

Figura 54: Caudales de la Bocatoma Monsefú – Reque Año 2016.

Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT) – Operación y Mantenimiento

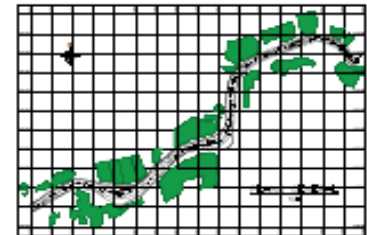
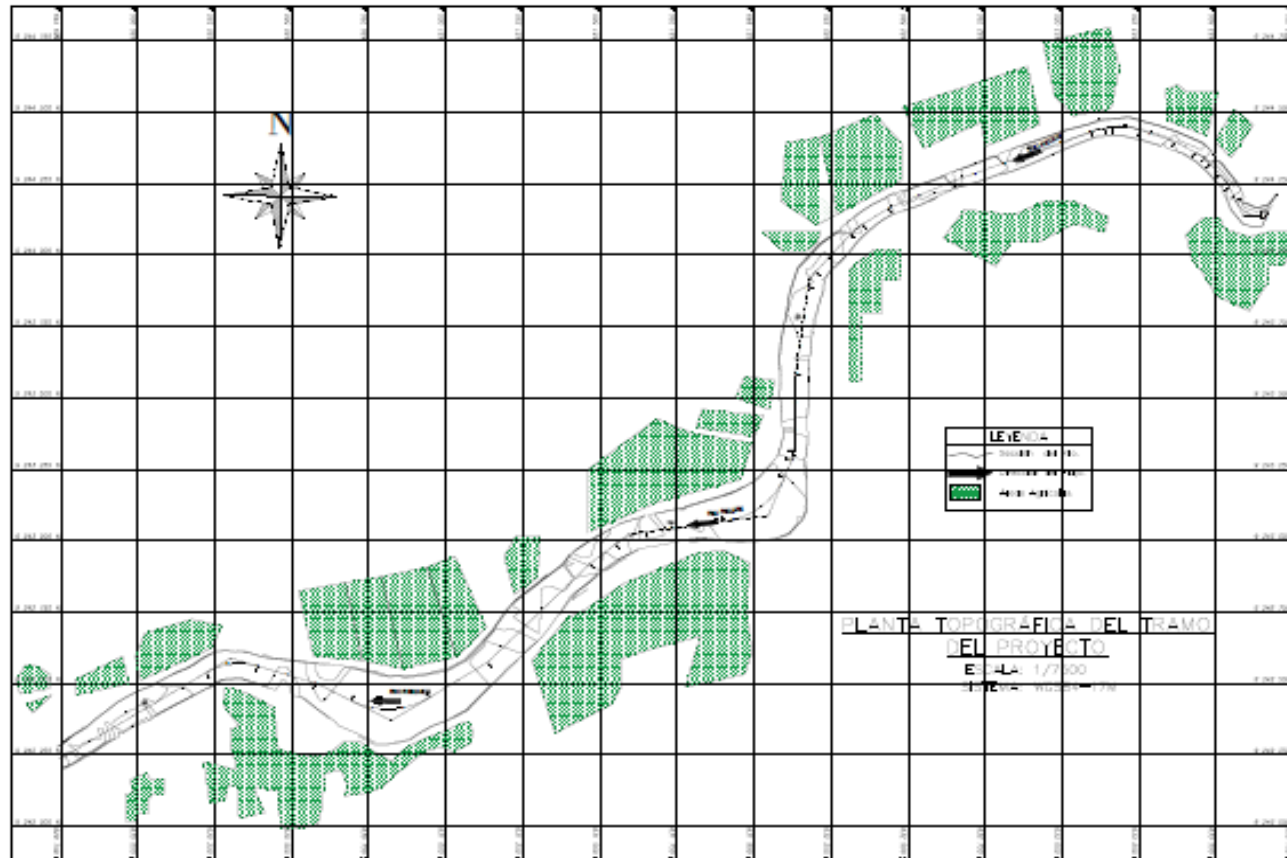
PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES  
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO  
SISTEMA MAYOR - TINAJONES

CAUDALES BOCATOMA MONSEFÚ - REQUE INCLUYENDO EXCEDENTES m <sup>3</sup> /seg.												
	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17
1	0.48	4.24	39.42	284.63	16.09	8.24	6.51	1.81	1.58	1.20	1.38	1.17
2	0.35	22.02	7.24	159.86	16.93	8.58	3.90	2.01	1.53	1.20	1.45	1.22
3	0.31	19.07	7.29	127.89	13.49	6.60	4.07	2.06	1.30	1.20	1.80	1.07
4	0.30	34.51	11.70	107.72	10.83	7.88	5.04	2.06	1.58	1.20	2.26	1.00
5	0.45	12.86	15.68	82.34	8.68	10.68	2.97	2.19	1.70	1.20	2.00	1.23
6	0.36	3.78	13.66	41.54	5.60	10.28	3.50	2.23	1.63	1.20	1.90	1.27
7	0.20	1.78	12.85	12.60	54.46	9.57	3.04	2.19	1.89	1.20	1.90	2.03
8	0.88	1.68	99.33	11.37	58.97	7.28	2.88	2.18	2.08	1.13	1.77	2.15
9	1.66	2.06	86.19	63.10	37.78	4.53	2.82	4.08	2.10	1.00	2.00	2.36
10	1.53	6.91	96.35	88.88	24.66	4.26	3.07	2.06	2.10	1.09	1.93	2.22
11	1.30	27.75	127.17	63.80	28.42	6.68	2.03	2.24	2.10	0.94	1.70	2.32
12	1.23	12.00	131.37	46.15	27.45	18.37	2.14	2.27	1.97	0.85	1.70	2.45
13	1.05	2.80	242.22	47.48	23.14	23.00	1.97	2.11	1.90	0.96	1.70	2.37
14	1.93	2.95	295.26	39.00	19.49	19.50	1.93	2.10	1.97	0.90	1.65	2.10
15	2.66	3.48	208.04	32.00	42.35	19.50	1.96	2.10	2.00	1.02	1.56	2.05
16	2.42	3.19	215.75	18.73	30.34	18.47	1.76	2.08	1.85	1.07	1.55	1.92
17	2.40	4.58	205.40	9.13	26.13	10.05	1.92	2.10	1.83	1.07	1.65	2.15
18	2.40	3.07	134.83	6.71	26.57	5.25	2.50	2.13	1.84	0.99	1.50	2.60
19	2.40	2.81	275.16	19.19	23.22	4.63	2.66	2.00	1.80	1.30	1.50	2.38
20	2.55	3.07	123.50	33.20	17.36	4.46	2.37	1.90	1.79	1.44	1.50	1.98
21	2.31	3.07	97.74	34.50	23.97	7.38	2.41	1.83	1.70	1.58	1.71	1.90
22	2.46	3.07	138.05	28.55	47.71	13.97	1.95	1.58	1.76	1.52	1.72	1.98
23	2.60	8.87	370.51	12.75	67.84	19.27	2.16	1.60	1.95	12.95	1.31	1.85
24	2.38	8.17	273.57	7.66	46.64	13.26	1.86	1.62	2.09	4.97	1.15	2.02
25	2.32	7.65	328.36	7.10	32.24	8.27	1.86	1.50	2.10	2.48	1.19	2.12
26	2.95	3.21	293.75	5.23	23.92	5.14	1.86	1.30	2.32	1.84	-	2.06
27	3.13	45.26	224.61	10.42	18.12	5.05	1.86	1.30	2.55	1.98	-	2.25
28	3.16	13.99	185.53	13.43	12.84	4.46	1.78	1.33	2.12	2.15	-	2.13
29	3.03		188.93	5.79	13.51	3.29	1.61	1.50	1.31	1.86	-	1.93
30	2.80		226.14	9.77	11.39	5.09	1.46	1.50	1.20	1.83	-	1.80
31	3.07		325.33		10.07		1.46	1.50		1.90	-	2.83
SUMA	57.08	287.87	5000.91	1430.50	820.18	292.99	79.29	60.44	55.80	57.19	41.47	60.86
PRO	1.84	9.57	161.32	47.68	26.46	9.77	2.56	1.95	1.85	1.84	1.66	1.96
MAX	3.16	45.26	370.51	284.63	67.84	23.00	6.51	4.08	2.55	12.95	2.26	2.83
MIN	0.20	1.68	7.24	5.23	5.60	3.29	1.46	1.30	1.20	0.85	1.15	1.00
MASA	4,929,811.20	23,143,968.0	432,078,451	123,595,286	70,863,206.4	25,314,595.2	6,850,828.80	5,221,756.80	4,804,099.20	4,941,216.00	3,583,267.20	5,258,304.00

Figura 55: Caudales de la Bocatoma Monsefú – Reque Año 2017.

Fuente: Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT) – Operación y Mantenimiento





PLANTA TOPOGRÁFICA DEL TRAMO  
DEL PROYECTO  
Escala 1/7500

ELEMENTOS DE CURVA-ALINEAMIENTO										
APR	R	RADIO	L. CURVA	TANG.	PC	PT	CEQA	NOBIS	NOBIS	NOBIS
PL1	44°17'1.23"	18.000	107.363	38.475	44°11'1.67"	44°19'1.75"	54°19'44"	44°11'1.67"	44°19'1.75"	44°11'1.67"
PL2	44°39'5.70"	300.000	45.943	38.138	44°30'4.24"	44°32'1.27"	54°19'44"	44°30'4.24"	44°32'1.27"	44°30'4.24"
PL3	44°40'3.75"	300.000	45.824	33.088	44°35'5.37"	44°43'5.64"	54°19'44"	44°35'5.37"	44°43'5.64"	44°35'5.37"
PL4	44°29'1.25"	300.000	55.822	27.796	44°31'1.27"	44°15'1.89"	54°19'44"	44°31'1.27"	44°15'1.89"	44°31'1.27"
PL5	44°17'1.24"	300.000	47.744	33.766	44°18'1.24"	44°15'1.89"	54°19'44"	44°18'1.24"	44°15'1.89"	44°18'1.24"
PL6	44°40'1.74"	300.000	45.848	38.489	44°30'4.24"	44°18'1.24"	54°19'44"	44°30'4.24"	44°18'1.24"	44°30'4.24"
PL7	44°40'1.74"	300.000	47.744	38.732	44°30'4.24"	44°18'1.24"	54°19'44"	44°30'4.24"	44°18'1.24"	44°30'4.24"
PL8	44°40'1.74"	300.000	38.732	38.732	44°30'4.24"	44°18'1.24"	54°19'44"	44°30'4.24"	44°18'1.24"	44°30'4.24"
PL9	44°17'1.24"	300.000	34.123	34.591	44°18'1.24"	44°15'1.89"	54°19'44"	44°18'1.24"	44°15'1.89"	44°18'1.24"
PL10	47°18'11.5"	300.000	108.612	34.285	47°18'11.5"	47°18'11.5"	54°19'44"	47°18'11.5"	47°18'11.5"	47°18'11.5"
PL11	44°18'11.5"	300.000	108.612	34.285	44°18'11.5"	44°18'11.5"	54°19'44"	44°18'11.5"	44°18'11.5"	44°18'11.5"
PL12	44°49'1.27"	300.000	174.627	33.221	44°49'1.27"	44°17'1.27"	54°19'44"	44°49'1.27"	44°17'1.27"	44°49'1.27"

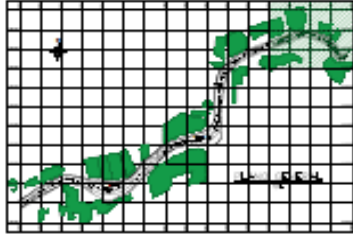
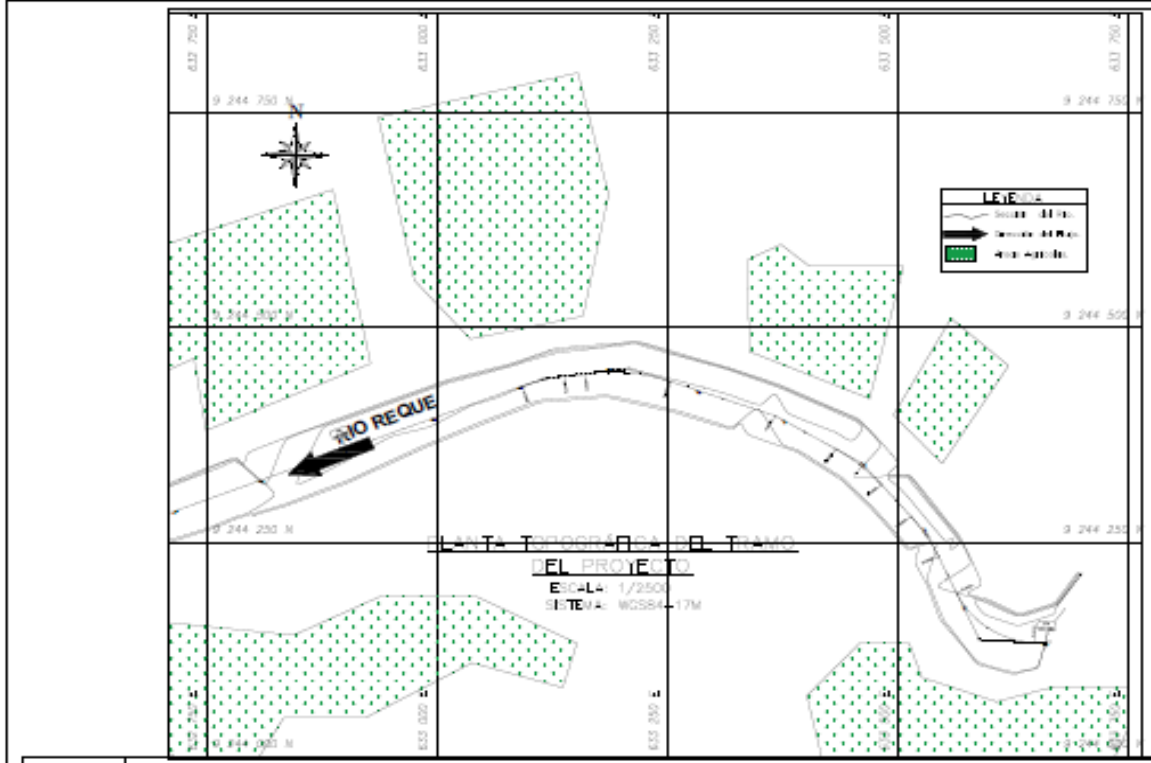
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

INTEGRANTES:  
NOMBRE Y APELLIDOS  
NOMBRE Y APELLIDOS  
NOMBRE Y APELLIDOS

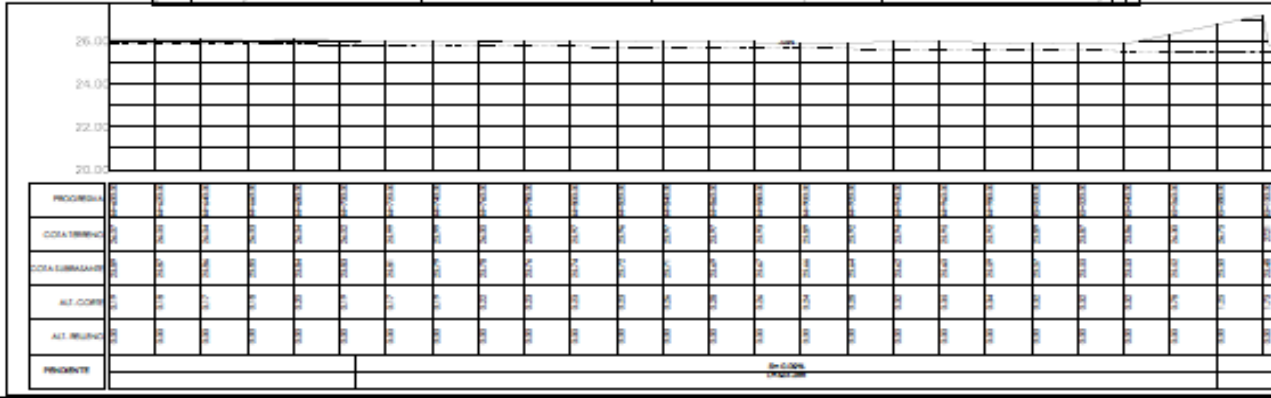
PROFESOR: [Nombre]

FECHA: [Fecha]

PT-01



ELEMENTOS DE CURVA-ALINEAMIENTO									
STATION	K	RADIO	L CURVA	TAQUS	PC	PT	DBLA	HORTS	STN
St-1	44+171.227	150.000	107.303	36.470	44+111.867	44+219.770	34°12'48"	7244134.53	433388.21
St-2	44+293.782	200.000	50.745	26.134	44+243.024	44+321.371	31°47'38"	7244336.43	433332.37
St-3	44+403.373	200.000	45.824	33.038	44+370.217	44+438.841	21°44'17"	7244347.88	433440.77
St-4	44+479.373	200.000	93.822	47.794	44+431.477	44+725.309	02°47'22"	7244453.89	433258.92
St-5	44+772.248	200.000	47.744	23.984	44+748.240	44+794.354	21°42'29"	7244462.53	433114.99



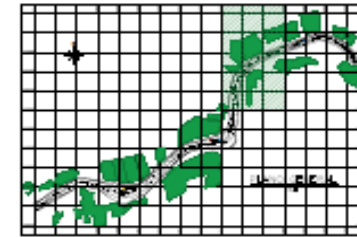
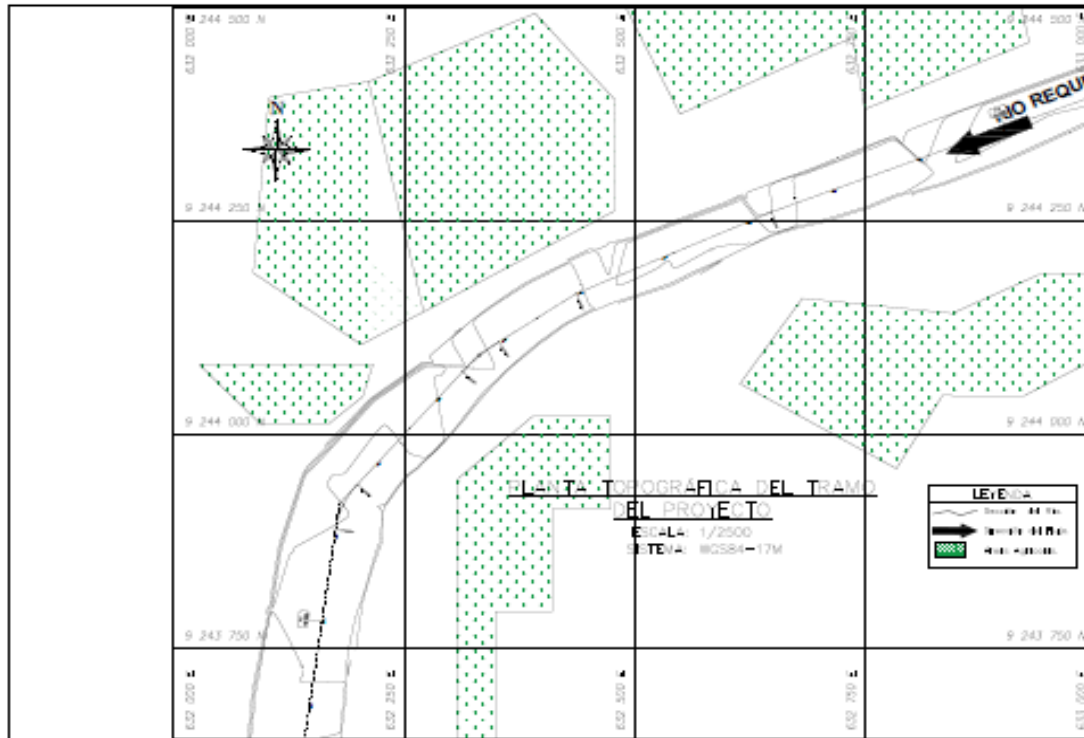
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería de Topografía

Topografía, Planos y Fieles  
DE 40110 AL 40115

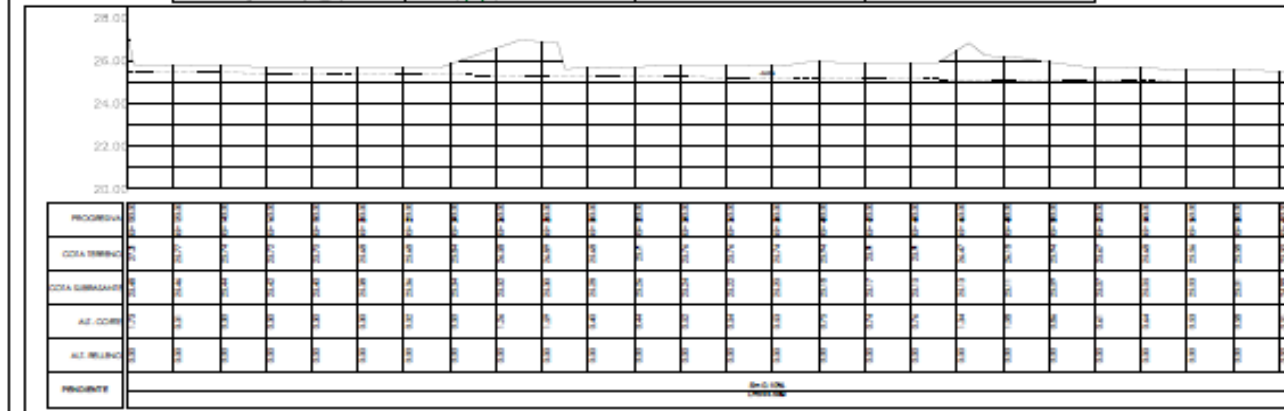
Walter Torres  
2011

T-01





ELEMENTOS DE CURVA-ALINEAMIENTO								
NºPI	P	RADIO	L.CURVA	TANG.	PC	PT	DATA	NOE
PI-1	42+432.714	200.000	32.848	26.387	42+432.620	42+436.475	01/09/17	104095.25
PI-2	42+442.419	130.000	37.744	29.722	42+432.717	42+449.441	02/02/17	104079.03



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

INTEGRANTES:  
 NOMBRE: [ ]  
 N°: [ ]

TÍTULO: TOPOGRAFÍA, PLANTA Y PERFIL  
 DE UN TRAMO DE CARRETERA

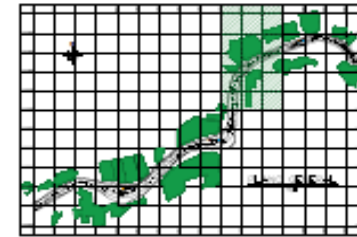
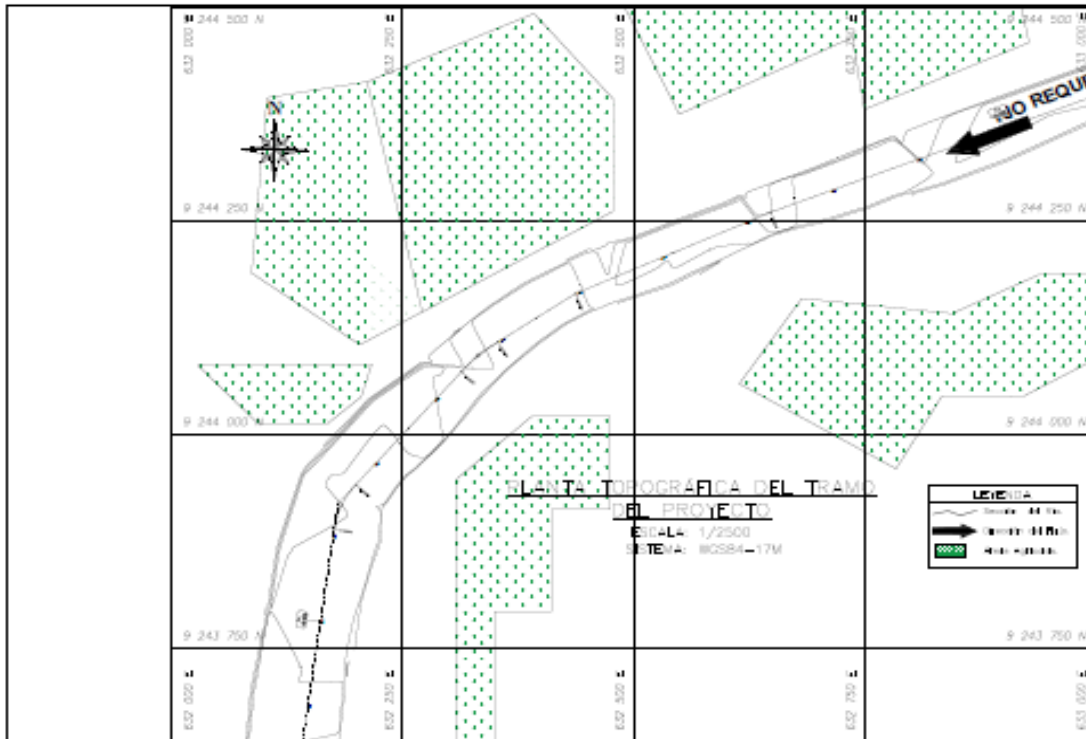
FECHA: [ ]

PROFESOR: [ ]

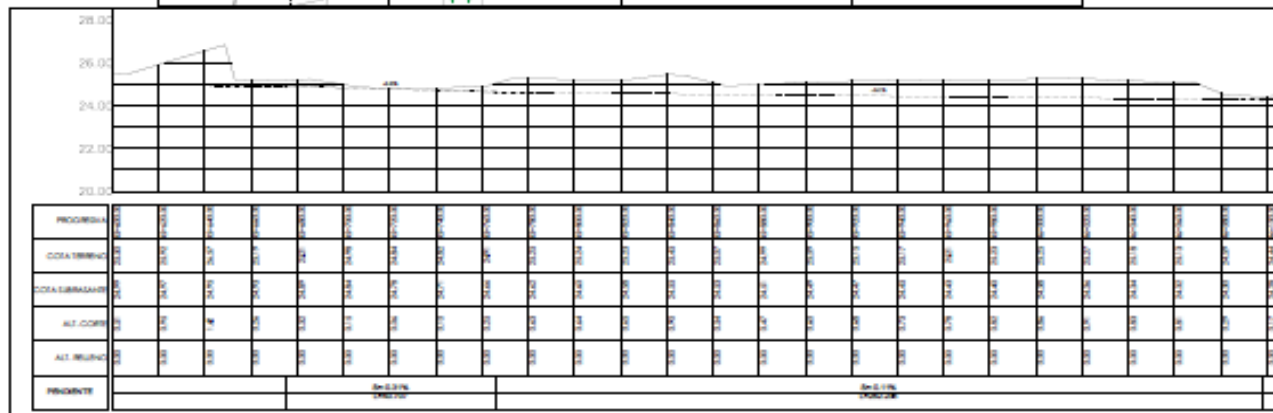
INSTITUCIÓN: [ ]

PROYECTO: [ ]

FECHA: [ ]



ELEMENTOS DE CURVA-ALINEAMIENTO									
SP+PI	PI	RADIO	L. CURVA	TANG.	PC	PT	OSHA	NOTA	
P1a	42+402.74	200.000	32.668	26.249	42+402.600	42+408.470	01370947	12+4093.25	AS2200.80
P1b	42+442.419	130.000	27.744	29.702	42+432.717	42+449.441	02070207	12+4093.25	AS2179.83



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA

INSTITUTO VIRTUAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: TOPOGRAFÍA, PLANTA Y PERFILES  
DE ALIBRE AL CEB 02/02

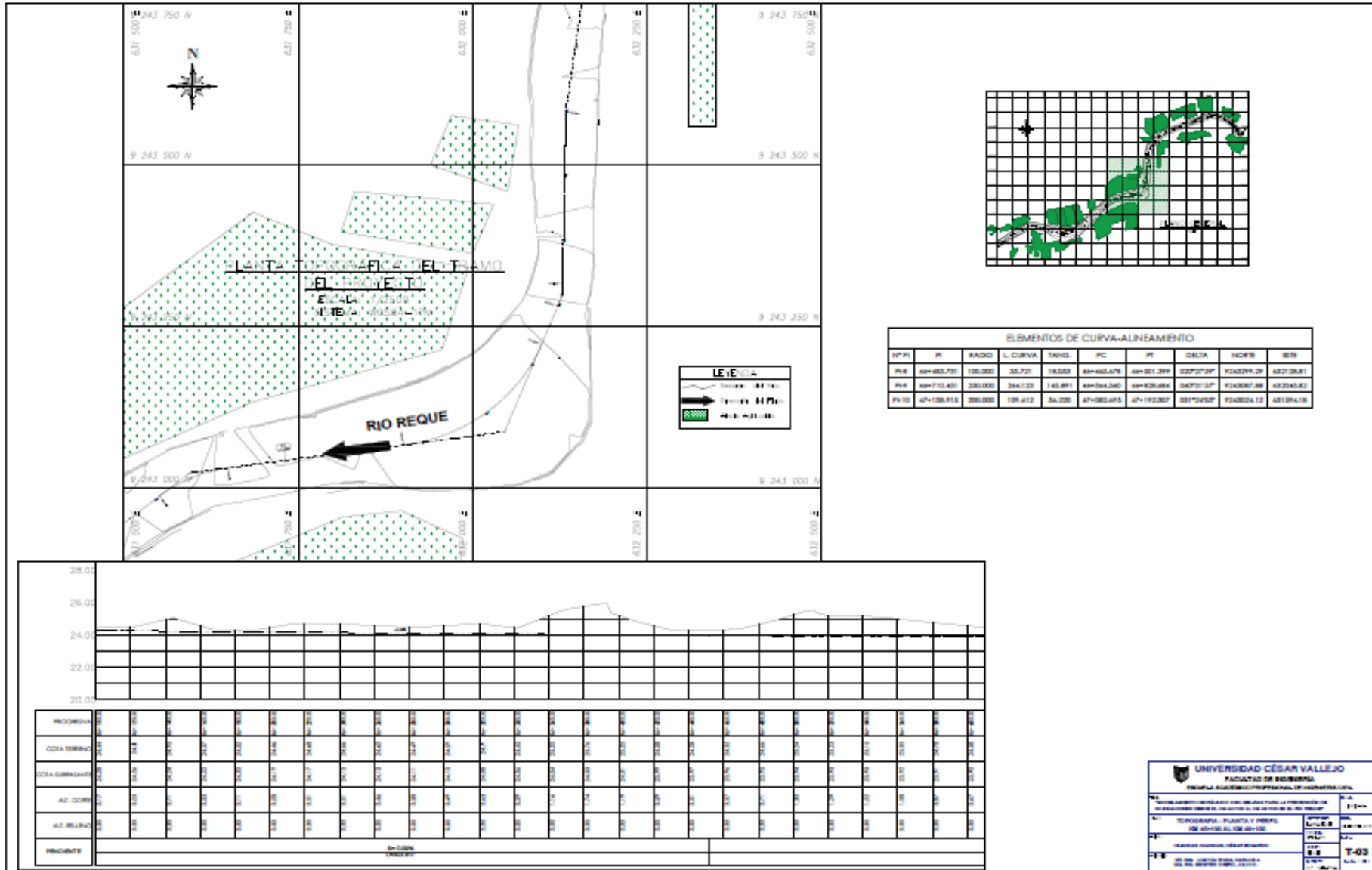
FECHA: 02/02/2022

ALUMNO: JHONATAN GARCÍA GARCÍA

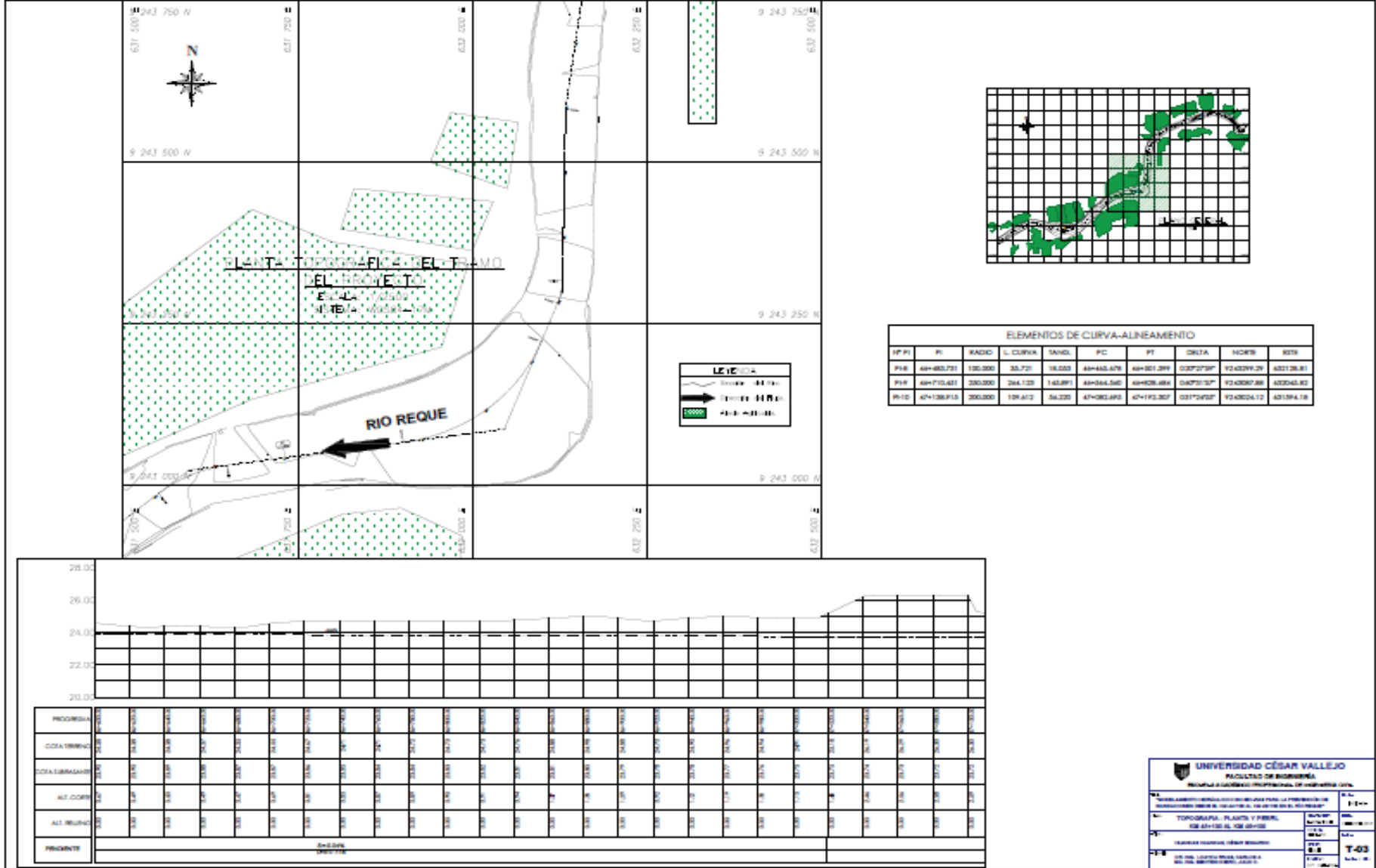
PROFESOR: DR. JOSÉ LUIS GARCÍA GARCÍA

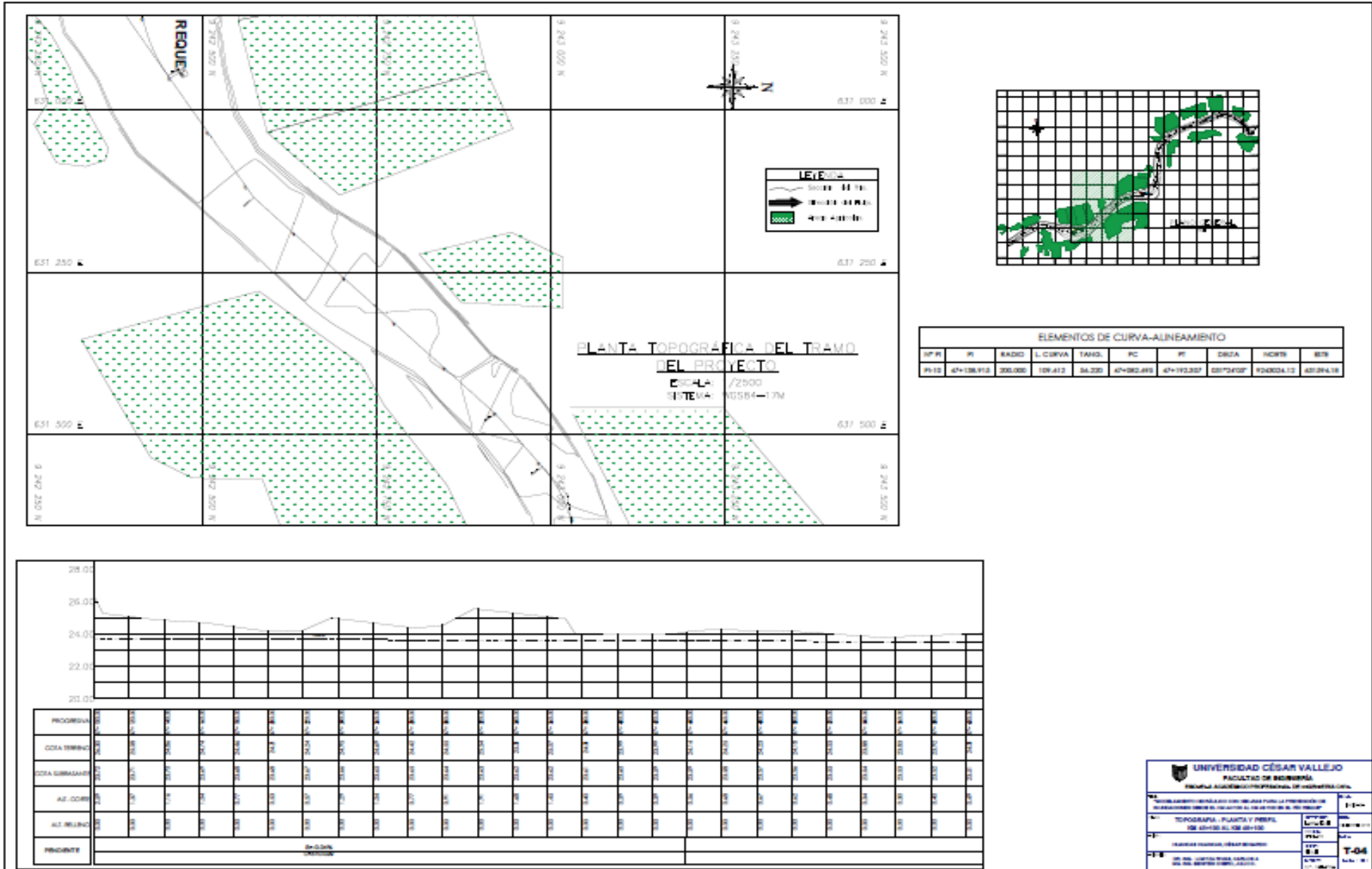
FECHA: 02/02/2022

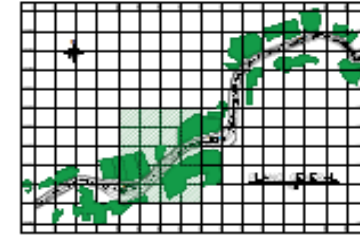
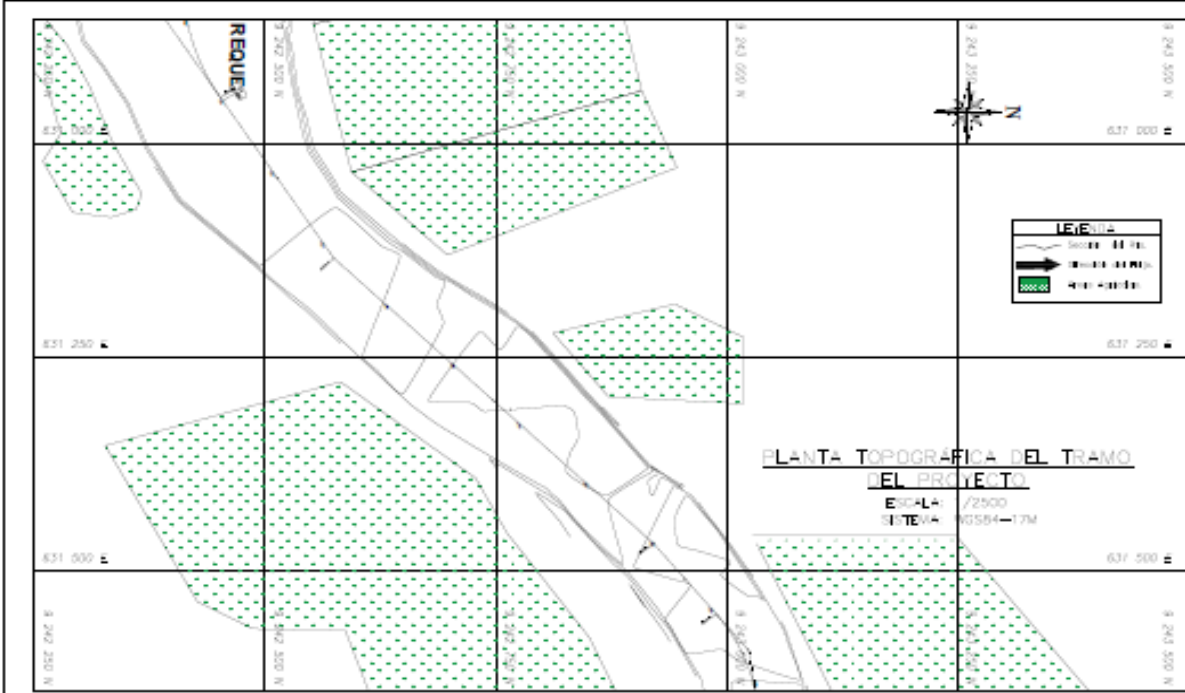
HOJA: 02 DE 02



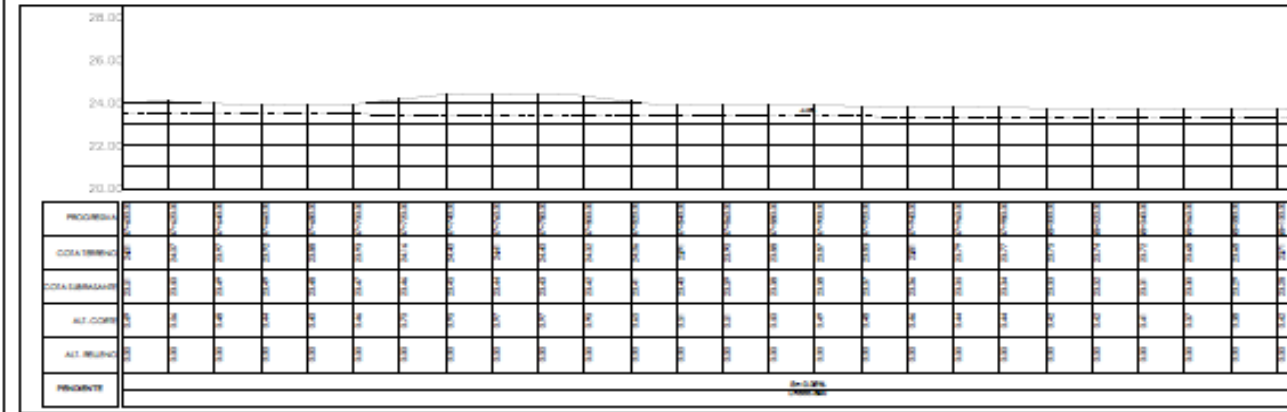








ELEMENTOS DE CURVA-ALINEAMIENTO									
STATION	PI	RADIO	L. CURVA	TANG.	PC	PT	DELTA	NO. EST.	ESTR.
PI-10	47+184.13	200.000	104.412	34.220	47+982.493	47+912.307	33°17'45.27"	23.4824.12	401.894.18



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA

INSTITUTO VIRTUAL DE INGENIERÍA PARA LA PROMOCIÓN DE INICIANTES EN EL SECTOR AL SECTOR DEL "SECTOR"

TOPOGRAFIA: PLANTA Y PERFILES DE ALINEAMIENTO

PROYECTO: [ ]

FECHA: [ ]

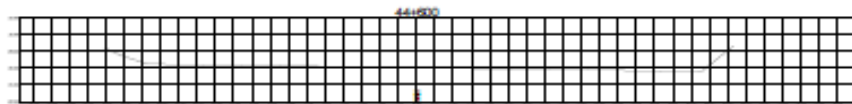
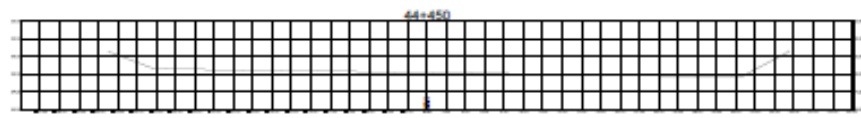
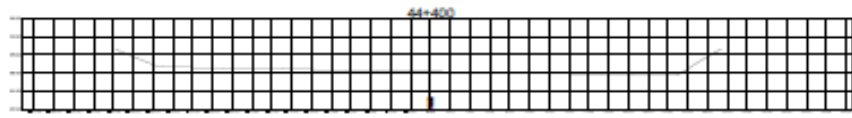
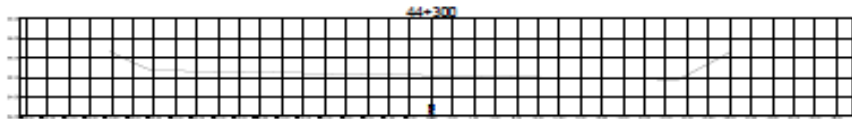
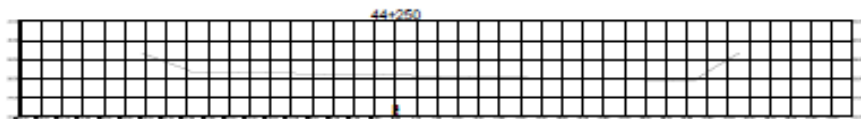
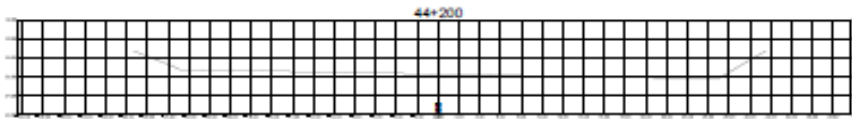
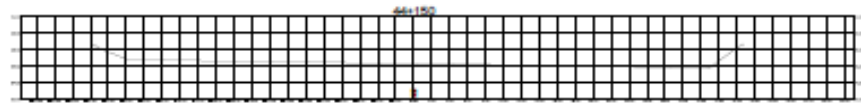
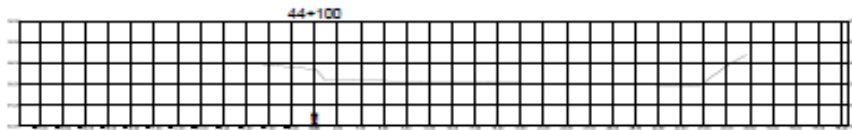
ALUMNO: [ ]

PROFESOR: [ ]

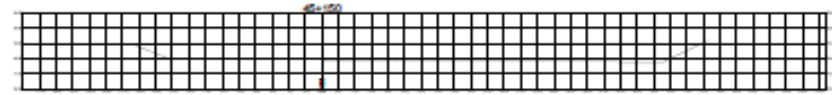
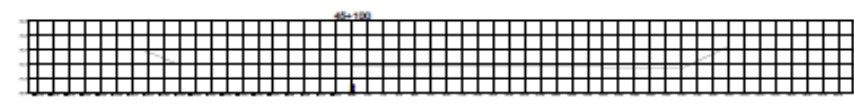
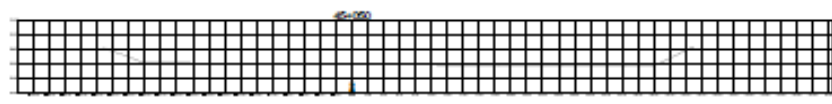
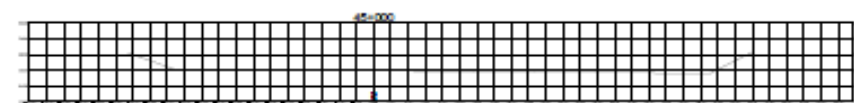
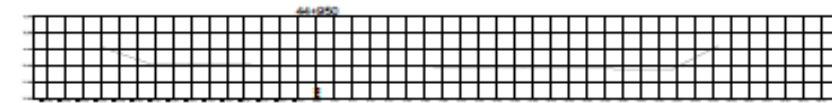
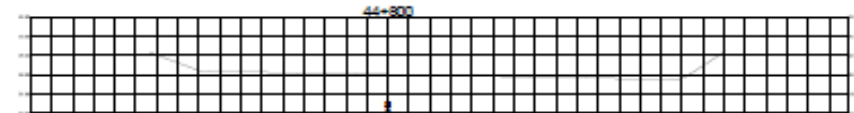
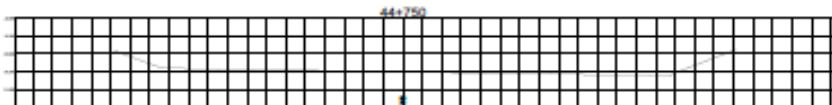
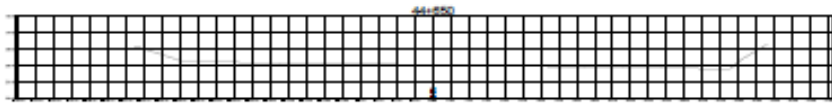
T-04



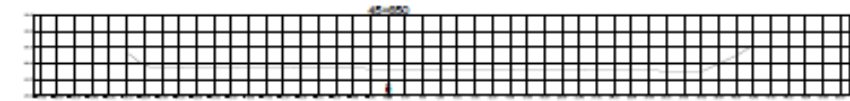
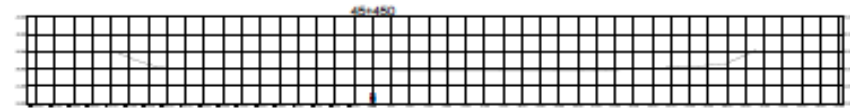
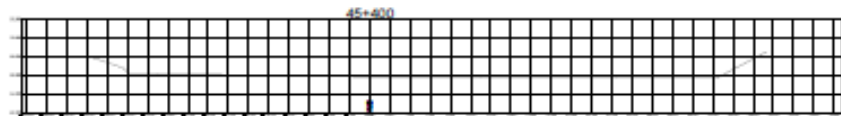
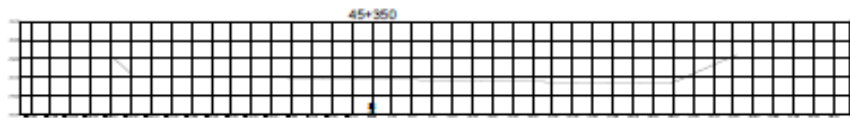
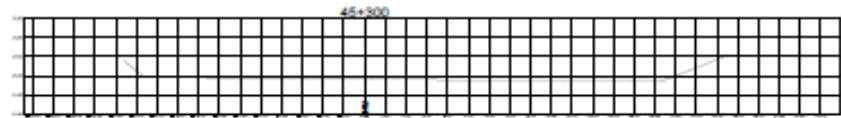
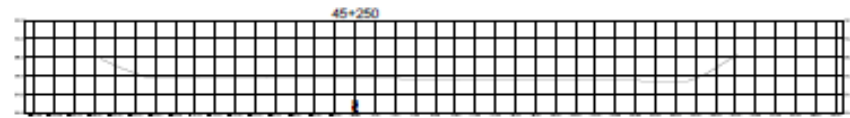
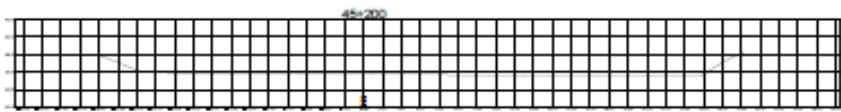




 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		TÍTULO: "MODALAMIENTO HIDRÁULICO CON RECALZAR PARA LA PERFORACIÓN DE BUNDAONES EN EL RÍO SANTA ALBA EN EL KM 80+000"	SEMESTRE: 2023
ASIGNATURA: <b>SECCIONES TRANSVERSALES</b> "TRANSICIÓN ENTRE SECCIONES"	LABORATORIO: 01	AUTOR: KIMICAR HUANCAR, ORTIZ EDUARDO	FECHA: 05/05/2023
ASISTENTE: DR. ING. LIDYVA RIVERA CAROLINA ING. ING. WALTER CHIRRO, JULIO C.	TÍTULO: <b>ST-01</b>		

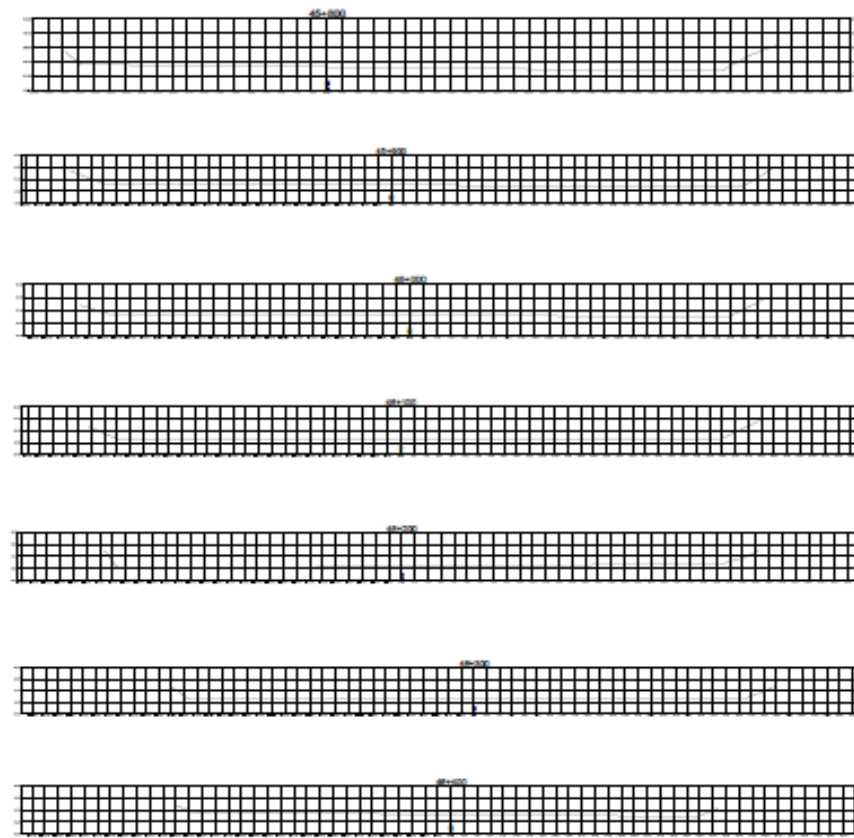
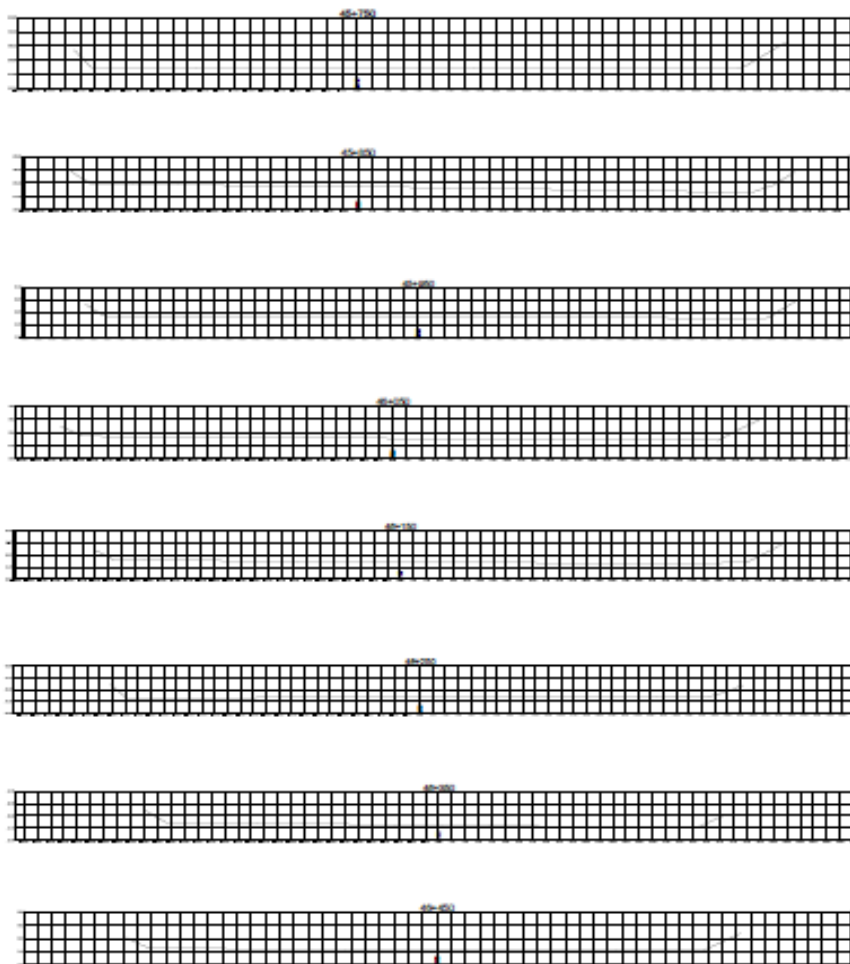


 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TÍTULO "DISEÑO HIDRÁULICO DE OBRAS PARA LA REPARACIÓN DE SECCIONES TRANSVERSALES DE UN CANAL EN EL RÍO SICHU"	SEMESTRE V
AUTOR HERNÁNDEZ HUACCA, CESAR EDUARDO	ASIGNATURA HIDRÁULICA
ASesor DR. ING. LOAYZA RIVERA, CARLOS A. ING. ING. BARRANTE ORTIZ, JULIO C.	CATEDRA HIDRÁULICA
<b>ST-02</b>	

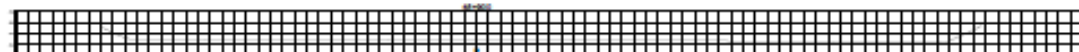
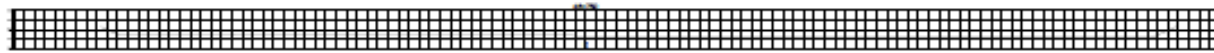
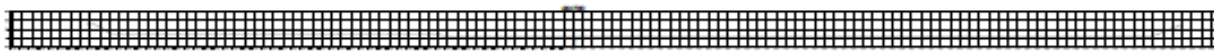


 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		TÍTULO TUBERÍA
TEMA TUBERÍA HIDRÁULICA CON REJILLAS PARA LA REPLICACIÓN DE INUNDACIONES DESDE EL KM 44+100 AL KM 44+100 EN EL RÍO SINGUP		SEMESTRE OCTUBRE 2015
SECCIONES TRANSVERSALES TUBERÍA HIDRÁULICA CON REJILLAS		AUTOR INGENIERO CIVIL EDUARDO
AUTOR INGENIERO CIVIL EDUARDO		TÍTULO <b>ST-03</b>
PROFESOR DR. ING. LIDIA RIVERA CALDERA ING. ING. WALTER ORRICO, JULIO C.		INSTITUCIÓN U.C.V. CALAMBA

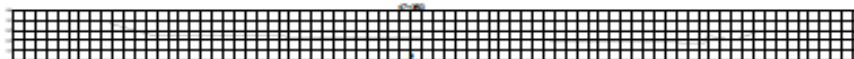
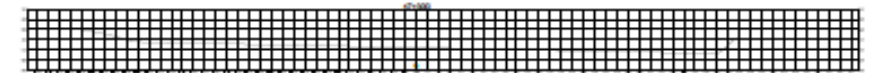
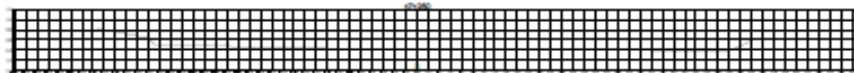
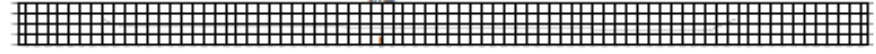




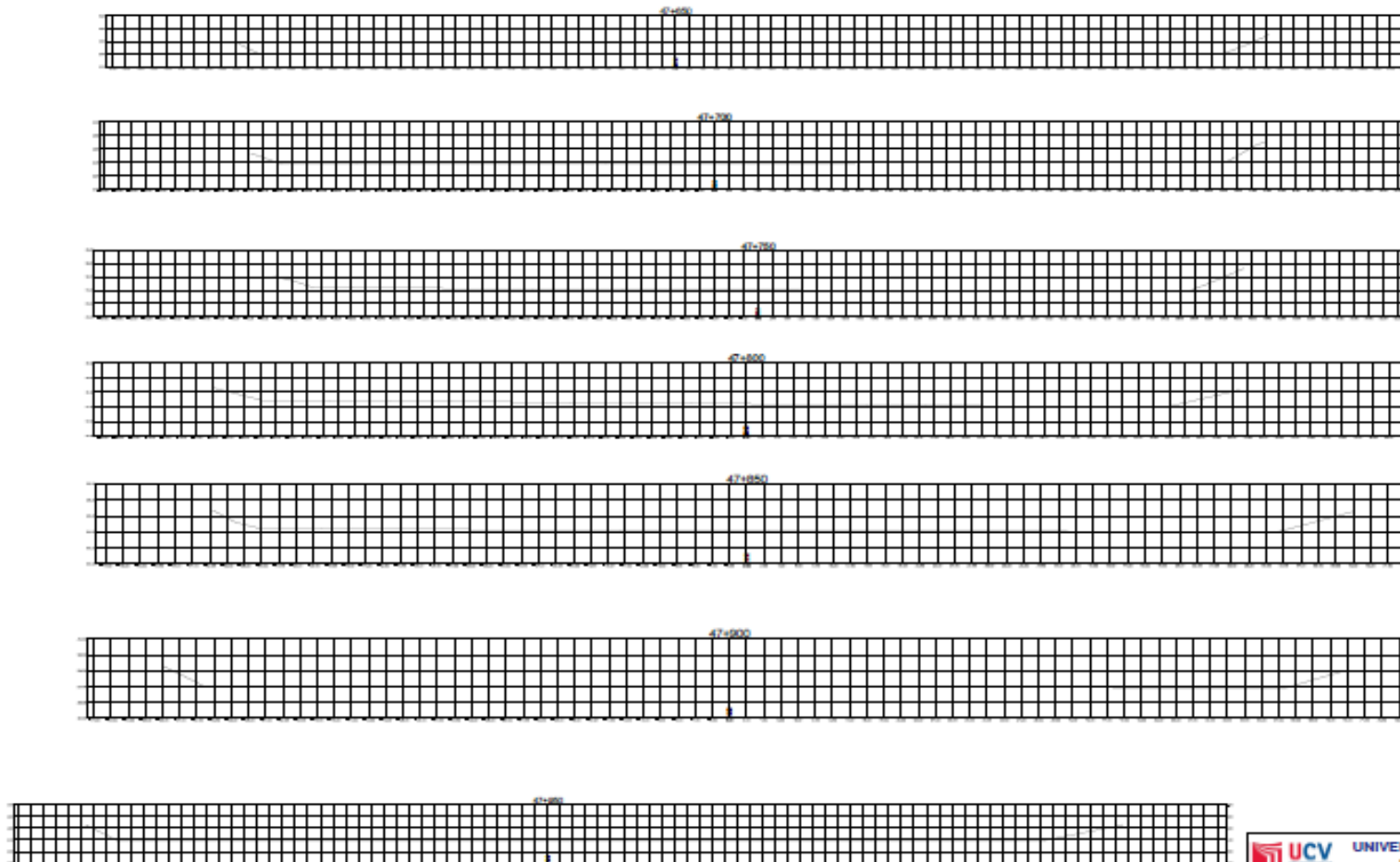
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TÍTULO "DISEÑO HIDRÁULICO CON HEC-RAS PARA LA PERIFONEACIÓN DE SECCIONES TRANSVERSALES DE UN CANAL AL SER ABASTECIDO EN EL RÍO RUCUP"	AUTOR ROJAS HUANCAS, ORTIZ EDUARDO
ASIGNATURA SECCIONES TRANSVERSALES "SECCIONES TRANSVERSALES"	FECHA 01/06/2024
PROFESOR DR. ING. LUISA ANA CARLOS A ING. ING. BRITTO ORDO, JULIO C.	IDENTIFICACION <b>ST-04</b>



 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TÍTULO "MODELAMIENTO HIDRÁULICO CON HEC-RAS PARA LA PREVENCIÓN DE INUNDACIONES DIBOPEL EL SE 44130 AL SE 44130 EN EL RÍO RÍOQUIP"	FECHA 10/04/2024
ASIGNATURA SECCIONES TRANSVERSALES "SECCIONES TRANSVERSALES"	LABORATORIO 01
AUTOR ROANCAR HUANCAN, ORIAN EDUARDO	GRUPO 01
ASESOR DR. ING. LUAYZA ANNA CAROLINA ING. ING. BRITTA CRISTÓBAL	CATEDRA <b>ST-05</b>



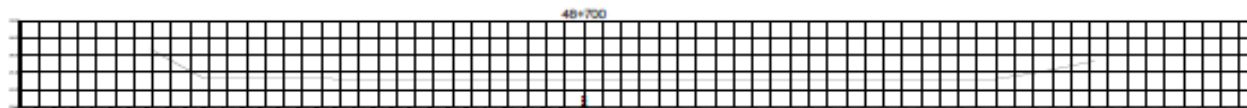
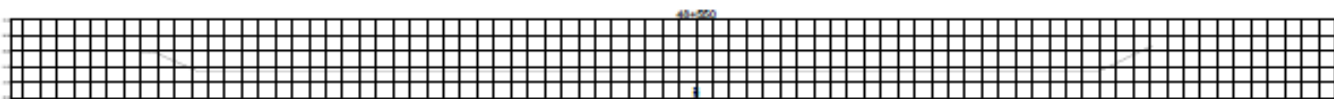
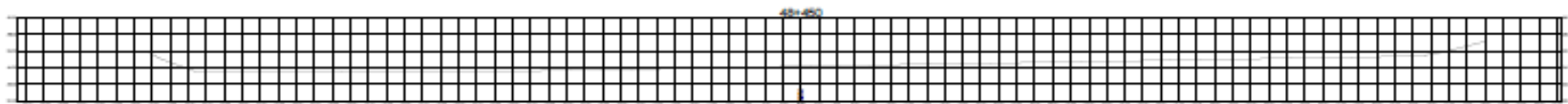
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
TÍTULO: "MODELAMIENTO HIDRÁULICO CON RIGIDIDAD PARA LA PERFORACIÓN DE FUNDACIONES DEBIDO AL SEQUEO AL SEQUEO EN EL RIO RIQUEZ"		FECHA: _____
AUTOR: SECCIONES TRANSVERSALES "MARCO ENRIQUE DE JESÚS"		FECHA: _____
ASesor: HUANCA HUANCA ORTIZ EDUARDO		FECHA: _____
ASesor: DR. ING. LIDYVA RIVERA CAROLINA ING. ING. BRITTA CHIRO JULIO C.		FECHA: _____
		<b>ST-06</b>



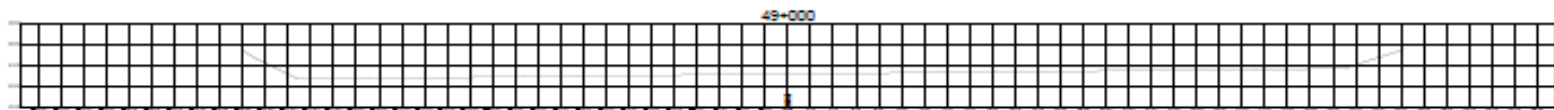
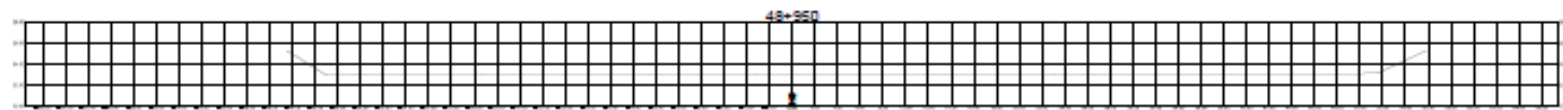
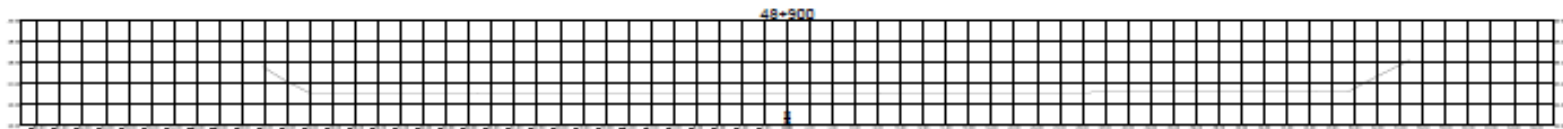
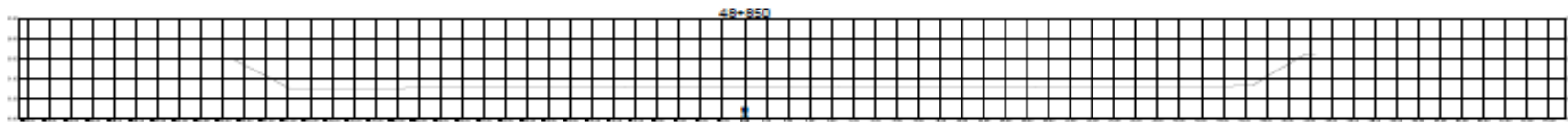
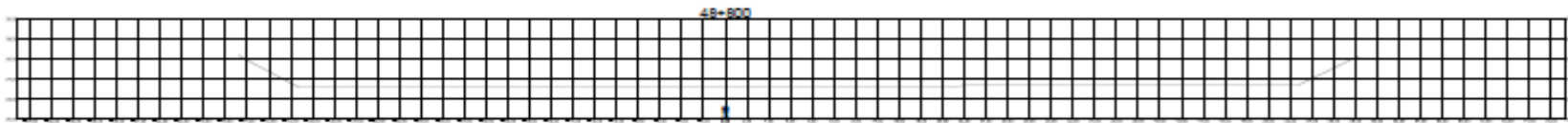
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
<b>TÍTULO</b> "DISEÑO HIDRÁULICO DE OBRAS PARA LA PREVENCIÓN DE INUNDACIONES EN EL RÍO APURÍK AL KM 49.50 EN EL D.O. SUCRE"	<b>FECHA</b> 2023
<b>ASIGNATURA</b> SECCIONES TRANSVERSALES TALLERES 07-08 Y 09	<b>LABORANTE</b> INGENIERO CIVIL
<b>ALUMNO</b> HUANCAR HUANCAR CÉSAR EDUARDO	<b>FECHA</b> 2023
<b>PROFESOR</b> DR. ING. LINDA RIVERA CAROLINA ING. ING. MARCELO CHIRRE, JULIO C.	<b>FECHA</b> 2023
<b>ST-07</b>	



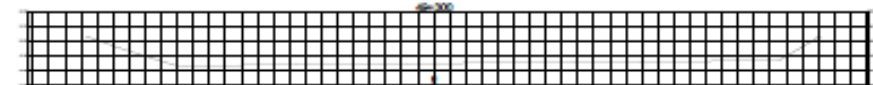
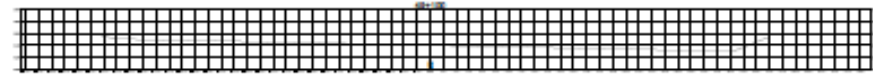
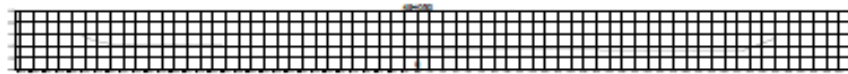
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		Fecha: _____ Hora: _____
TÍTULO: "MODELAMIENTO HIDRÁULICO CON HEC-RAS PARA LA PREVENCIÓN DE INUNDACIONES EN EL RÍO MARI AL SE AMBIO EN EL RÍO SUCQUI"		Semestre: _____ Año: 2018
AUTOR: SECCIONES TRANSVERSALES TERCEROS SEMESTRE DE INGENIERÍA		Materia: _____ Profesor: _____
ASISTENTE: HANCAI HANCAI, ORIAN EDUARDO		Lugar: _____ Fecha: _____
ASISTENTE: DR. ING. LIDYVA ROSAS CARLOSA ING. ING. WALTER ORRICO JULIO C.		Código: <b>ST-08</b> U.C.V.



 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
TÍTULO "DISEÑO HIDRÁULICO CON REJILLAS PARA LA PREVENCIÓN DE INUNDACIONES EN EL RÍO APURÍC AL KM 45+00 EN EL D.D. AREQUIPA"	SEMESTRE LABORATORIO	FECHA 14/05/2024
ASIGNATURA SECCIONES TRANSVERSALES TUBOS ENRIE. EN APURÍC	PROFESOR INGENIERO	GRUPO 01
AUTOR HUANCA HUANCA, CESAR EDUARDO	INSTITUCIÓN UCV	<b>ST-09</b>
REVISOR DR. ING. LIDYER RIVERA CARLOS A. ING. ING. WALTER CHIRRE, JAIRO C.	INSTITUCIÓN UCV	



 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
TÍTULO	TRATAMIENTO HIDRÁULICO CON INCLINAR PARA LA PREVENCIÓN DE INUNDACIONES DENTRO DEL KM 48+000 AL KM 49+000 EN EL RÍO RUCUP	FECHA
ASIGNATURA	SECCIONES TRANSVERSALES TRANSICIÓN ENTRE SECCIONES	FECHA
ALUMNO	HUANCA HUANCA, CÉSAR EDGARDO	FECHA
PROFESOR	DR. ING. LOAYZA SUAREZ, CARLOS A. ING. ING. BUSTOS CHIRRO, JULIO C.	FECHA
		<b>ST-10</b>

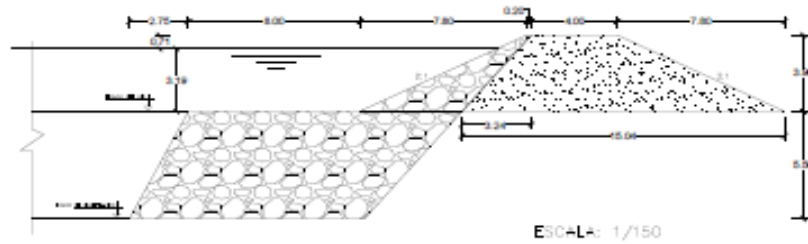


 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
<b>TÍTULO:</b> "MODELAMIENTO HIDRÁULICO CON MEC. FLU. PARA LA PREVENCIÓN DE INUNDACIONES DENTRO DEL SECTOR AL SECTOR AL SECTOR EN EL RÍO SQUIP"	<b>PROFESOR:</b> LUIS ALBERTO...	<b>FECHA:</b> 20-08-2018
<b>ASIGNATURA:</b> SECCIONES TRANSVERSALES TERCER SEMESTRE DE INGENIERIA	<b>ALUMNO:</b> HANCAI HANCAI, CESAR EDUARDO	<b>GRUPO:</b> ST-11
<b>PROFESOR:</b> DR. ING. LUIS ALBERTO... DR. ING. WALTER...	<b>ALUMNO:</b> HANCAI HANCAI, CESAR EDUARDO	<b>FECHA:</b> 20-08-2018

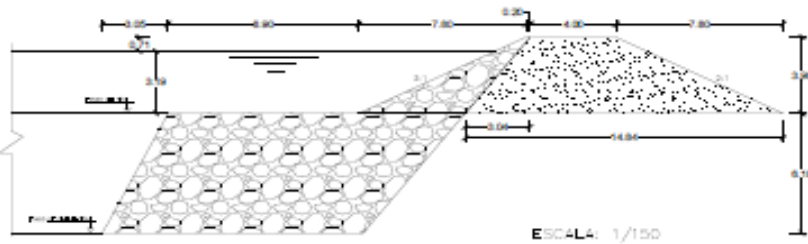




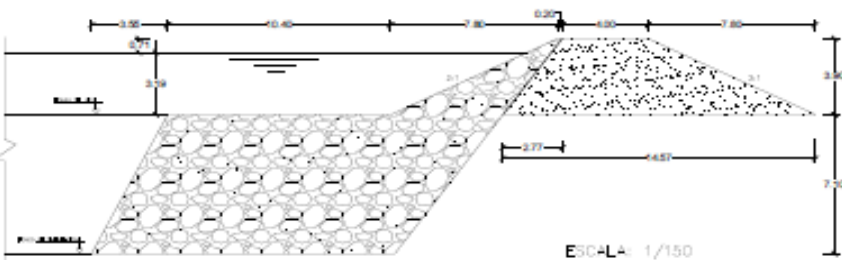
### SECCIÓN TÍPICA - DIQUE TRAMO EN CURVA R= 300.00 m



### SECCIÓN TÍPICA - DIQUE TRAMO EN CURVA R= 250.00 m



### SECCIÓN TÍPICA - DIQUE TRAMO EN CURVA R= 150.00 m



### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

#### RÍO REQUE

- Caudal de diseño	= 670.90 m³/s
- Ancho estable	= 100.00 m
- Cauce del río	= arenoso
- Talud (H:V)	= 2:1
- Tirante Hidráulico	= 3.19 m
- Bordo Libre	= 0.71 m
- Espejo de agua	= 112.74 m
- Velocidad	= 1.97 m/s

#### DIQUE - TRAMO EN CURVA R = 300.00 m

- Ancho de Corona	= 4.00 m
- Talud del Dique	= 2 : 1
- Altura del Dique	= 3.90 m
- Profundidad de cimentación	= 5.50 m
- Diámetro medio de roca	= 0.40 m
- Peso Específico de roca	= 2.51 tn/m³
- Diámetro medio de material fino	= 1.33 m
- Peso Específico de material fino	= 2.07 tn/m³

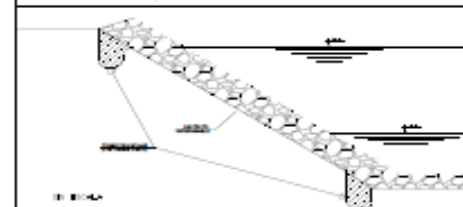
#### DIQUE - TRAMO EN CURVA R = 250.00 m

- Ancho de Corona	= 4.00 m
- Talud del Dique	= 2 : 1
- Altura del Dique	= 3.90 m
- Profundidad de cimentación	= 6.10 m
- Diámetro medio de roca	= 0.40 m
- Peso Específico de roca	= 2.51 tn/m³
- Diámetro medio de material fino	= 1.33 m
- Peso Específico de material fino	= 2.07 tn/m³

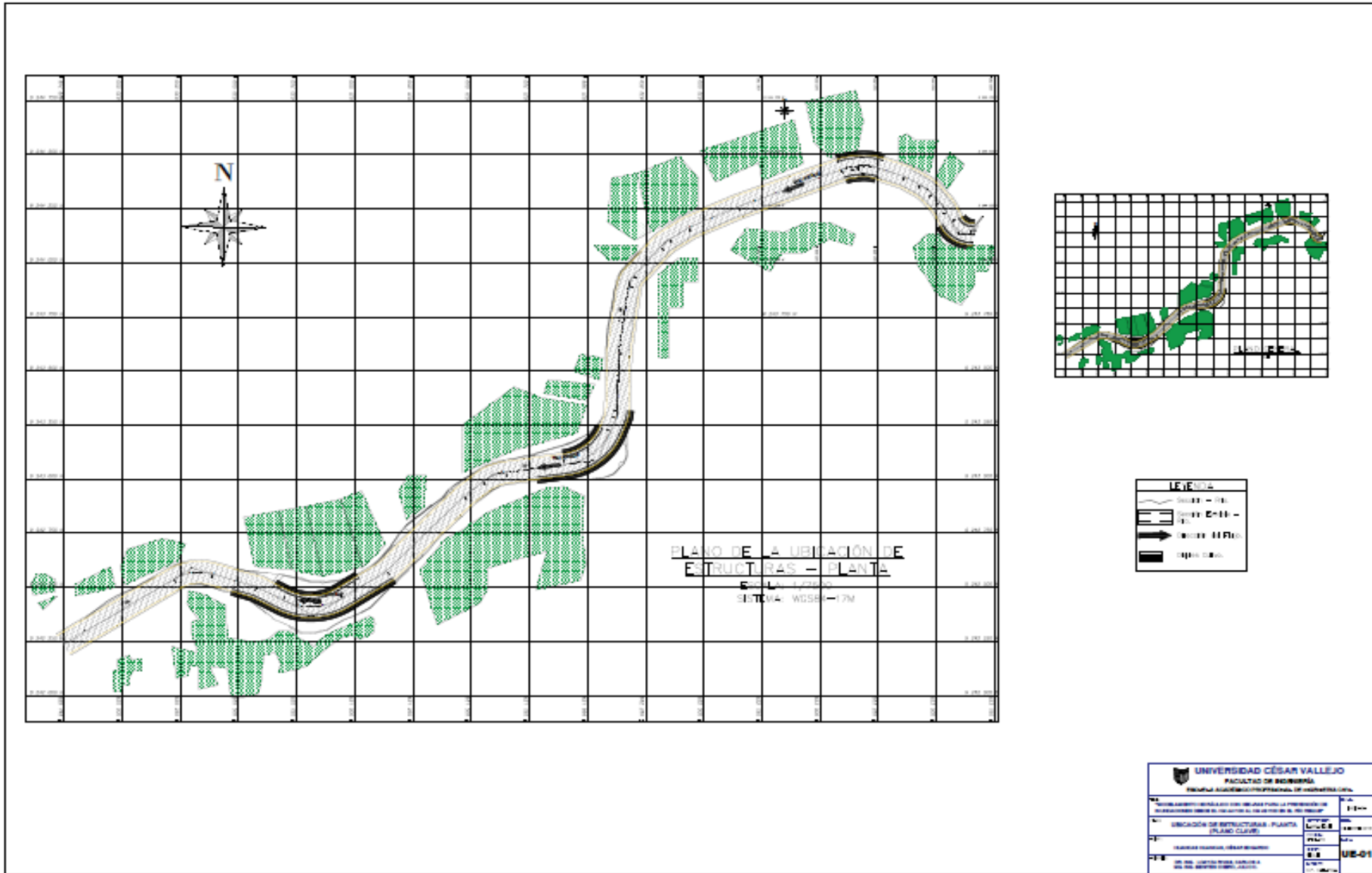
#### DIQUE - TRAMO EN CURVA R = 150.00 m

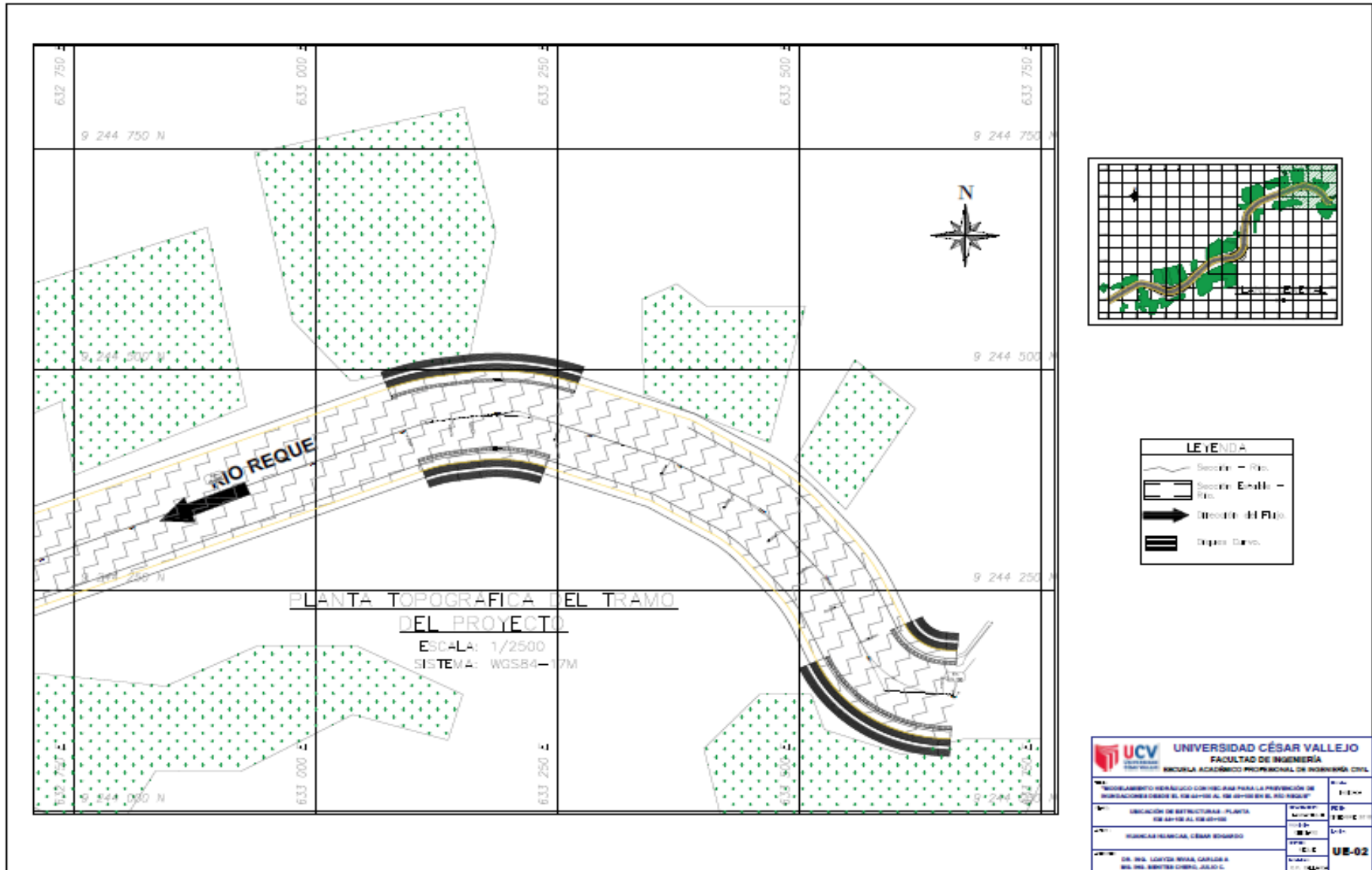
- Ancho de Corona	= 4.00 m
- Talud del Dique	= 2 : 1
- Altura del Dique	= 3.90 m
- Profundidad de cimentación	= 7.10 m
- Diámetro medio de roca	= 0.40 m
- Peso Específico de roca	= 2.51 tn/m³
- Diámetro medio de material fino	= 1.33 m
- Peso Específico de material fino	= 2.07 tn/m³

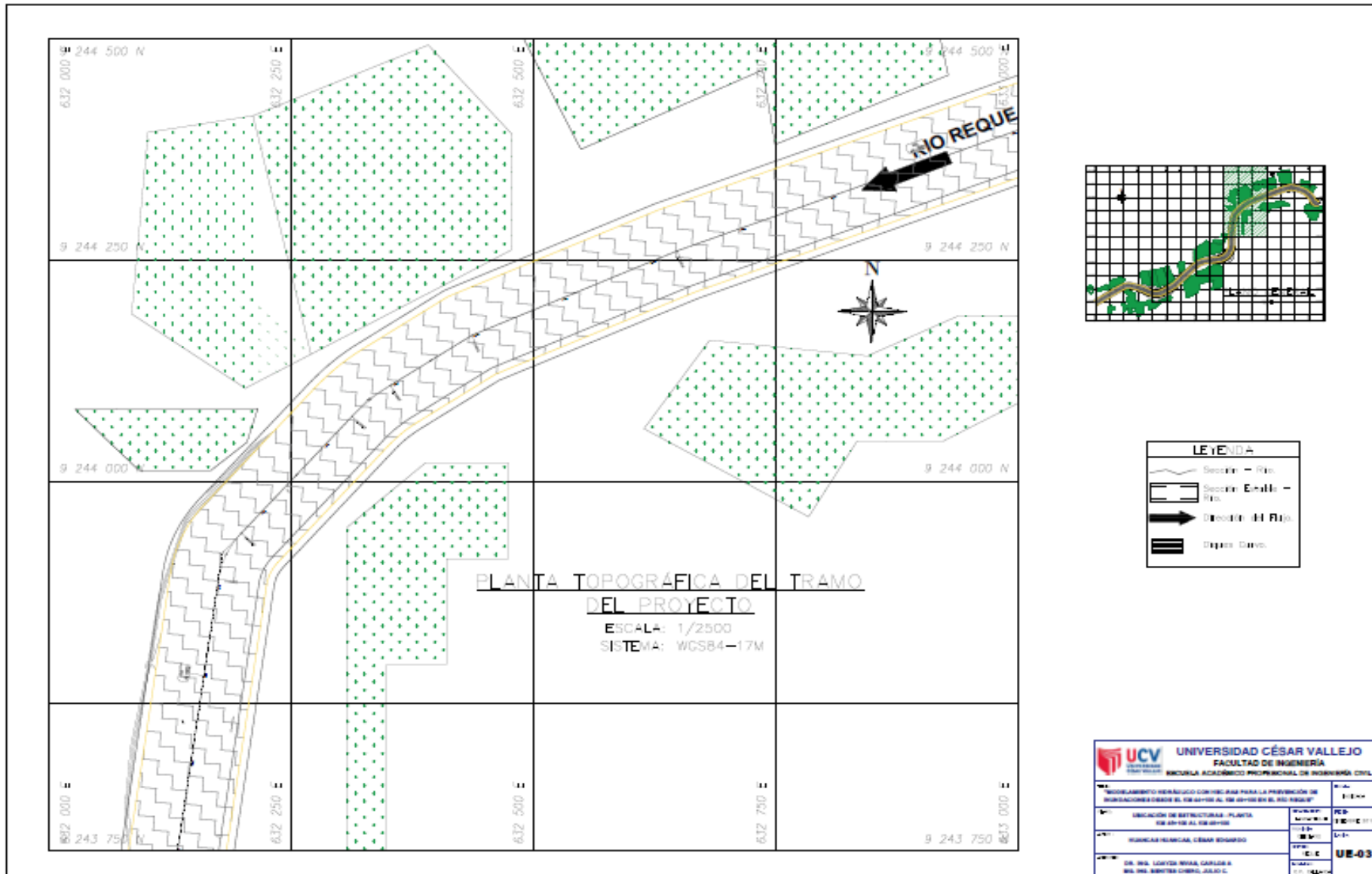
#### DETALLE DE GEOTEXTIL DEBAJE DEL ENROCADO

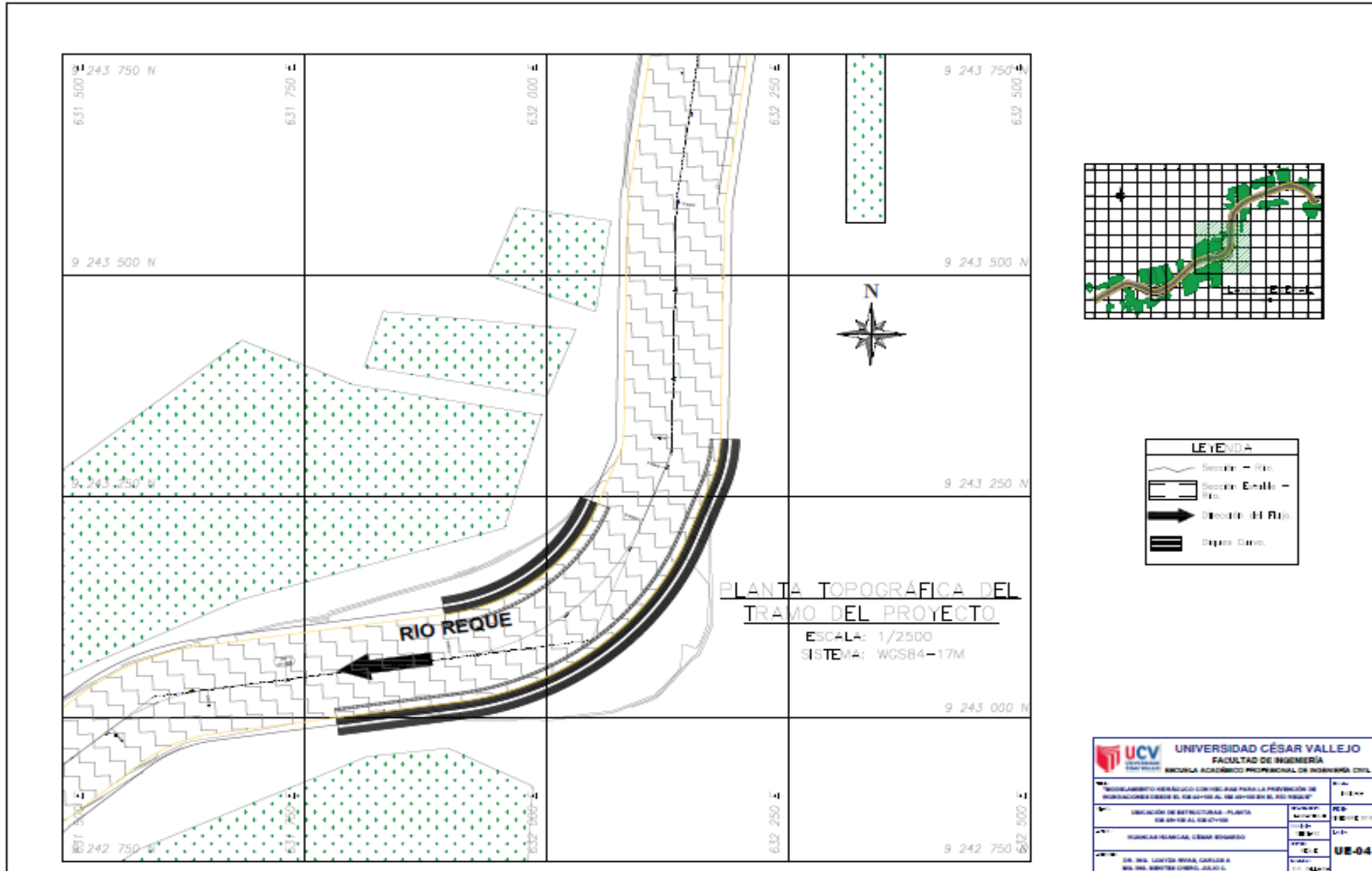


<b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
"REGULAMIENTO HIDRÁULICO CON SECCIONES PARA LA PREVENCIÓN DE INUNDACIONES DESDE EL KM 40+100 AL KM 40+150 EN EL RÍO REQUE"	
FECHA:	PROYECTO:
ELABORADO POR:	REVISADO POR:
APROBADO POR:	OTRO:
PROFESOR:	OTRO:
ESTUDIANTE:	OTRO:
<b>STP-01</b>	



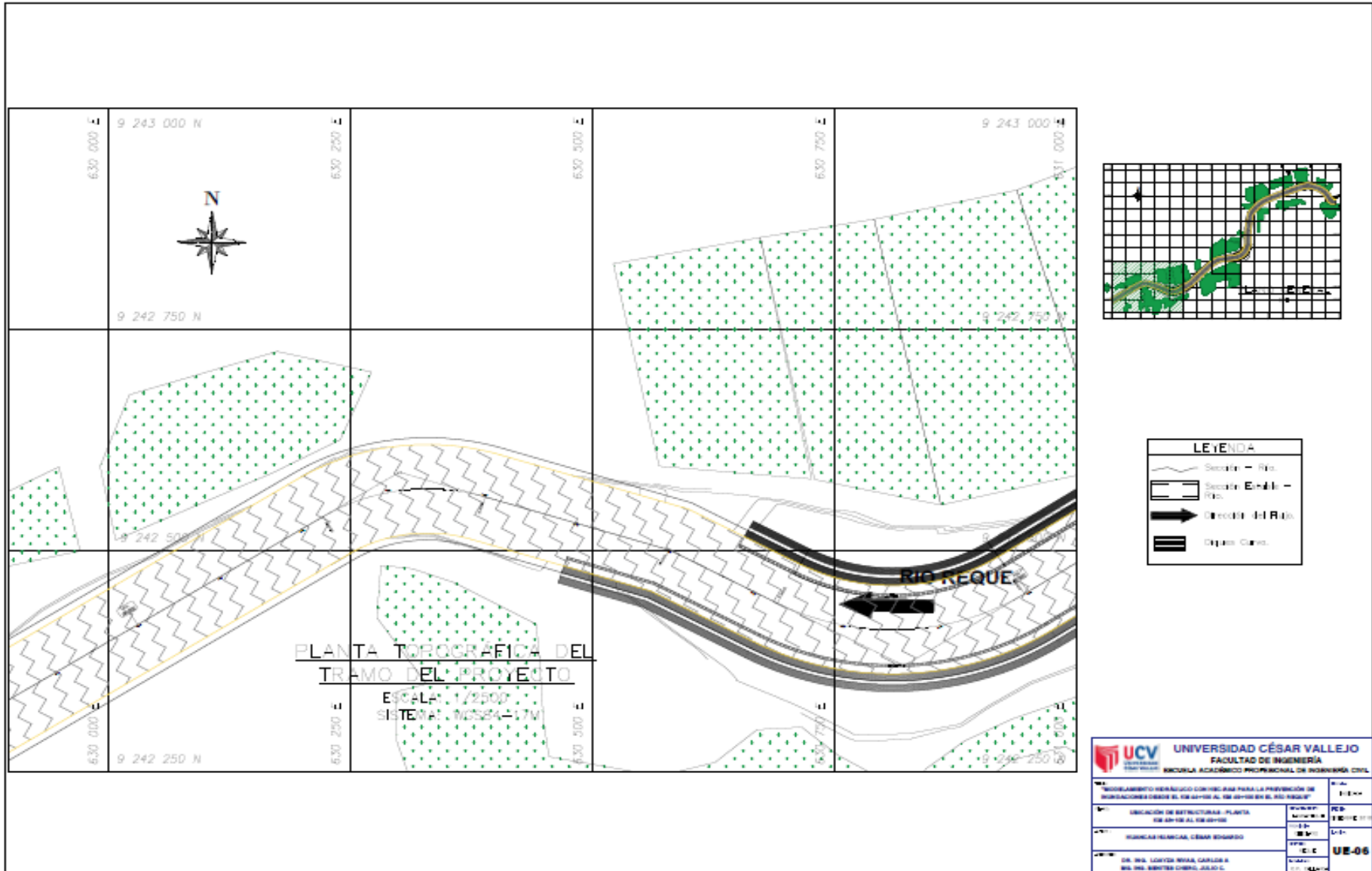














# JUICIO DE EXPERTOS

## CONSTANCIA

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Por la presente se deja constancia de haber revisado los instrumentos utilizados para el desarrollo de la investigación, cuyo título es: **“MODELAMIENTO HIDRÁULICO CON HEC-RAS PARA LA PREVENCIÓN DE INUNDACIONES DESDE EL KM 44+100 AL KM 49+100 EN EL RÍO REQUE”**. Su autor es César Edgardo Huancas Huancas, DNI: 70608681, estudiante de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo – Campus Chiclayo.

Evaluado los instrumentos de la investigación, mi persona valida los instrumentos presentado ya que reúnen las condiciones necesarias para que la información que se obtenga sea clara y se ajuste a la realidad.

Se extiende la presente constancia a solicitud del interesado, para fines académicos.

Pimentel, 10 de diciembre del 2018.



---

**DR. CARLOS ADOLFO LOAYZA RIVAS**  
DNI: 17537069  
CIP: 21057

## ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo, **MG. ING. JULIO CESAR BENITES CHERO**, docente de la Facultad de Ingenierías y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, Filial Chiclayo, revisor (a) de la tesis titulada:

**“MODELAMIENTO HIDRÁULICO CON HEC-RAS PARA LA PREVENCIÓN DE INUNDACIONES DESDE EL KM 44+100 AL KM 49+100 EN EL RÍO REQUE”**, del estudiante: **HUANCAS HUANCAS CESAR EDGARDO**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

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

CHICLAYO 23 DE SEPTIEMBRE DEL 2019




FIRMA

Julio Benites Chero

DNI: 16735658

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante del SGG	Aprobó	Vicerrectorado de investigación
---------	----------------------------	--------	-----------------------	--------	---------------------------------

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo Juanes Juanes Cesar Edgardo, identificado con DNI N° 70608681, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (x) , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Modelamiento Hidráulico con he-ras para la prevención de Inundaciones desde el km 44+100 al km 49+100 en el Rio Pague"....."; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

  
 \_\_\_\_\_  
 FIRMA

DNI: 70608681.....

FECHA: 10... de octubre... del 2019.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

# AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

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

E.P. Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Huanca Huanca, Cesar Edgardo

INFORME TITULADO:

"Modelamiento Hidráulico con Hec-ras para la prevención de

Inundaciones desde el km 44+100 al km 49+100 en el Río Regue"

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA: 30 de Mayo del 2019

NOTA O MENCIÓN: Aprobado por Unanimidad



[Firma]  
FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN