

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA  
DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO–CUTERVO-CAJAMARCA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

**AUTOR**

**DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PEREZ**

**ASERSOR**

**WILMER MOISES ZELADA ZAMORA**

<https://orcid.org/0000-0002-6064-7506>

**Chiclayo, 2021**

**ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA  
URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO-  
CUTERVO-CAJAMARCA**

PRESENTADO POR:

**DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PEREZ**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

APROBADA POR

**Wilson Martin García Vera  
PRESIDENTE**

**Joaquín Hernán Rojas Oblitas  
SECRETARIO**

**Wilmer Moises Zelada Zamora  
VOCAL**

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto va dedicado a mis padres Nimia y Manuel y a mis Hermanos Jhames y Luz Clarita, que gracias a su ayuda que me brindaron, pude cumplir con uno de mis más grandes sueños, que es lograr terminar mi carrera profesional, de la manera más satisfactoria.

A Dios quien es el ente fundamental en mi vida, quien me guía y da la fortaleza de poder lograr todas mis metas trazadas.

A todos mis familiares y amigos, quienes estuvieron presentes durante el desarrollo de mi vida profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecer en primer lugar a nuestro creador Dios, Todo Poderoso, quien me brinda la vida y salud; a pesar de los muchos obstáculos presentados siempre fue mi fuerza, mi guía de seguir adelante y así poder cumplir uno de mis objetivos, que es culminar mi carrera profesional. A mis Padres, quienes estuvieron siempre a mi lado para ayudarme y darme fortalezas para llegar a cumplir mis sueños.

También agradecer a mi asesor el Ingeniero Wilmer Zelada, quién con sus conocimientos y experiencias me fue guiando para el perfeccionamiento del presente proyecto.

## ÍNDICE

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	12
<b>II.</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	16
	2.1 Antecedentes del problema .....	16
	2.2 Bases Teórico Científicas .....	18
	2.3 Definiciones y Características .....	20
	2.3.1 Río .....	20
	2.3.2 Cuencas hidrográficas .....	26
	2.3.3 Inundación .....	28
	2.3.4 Defensas ribereñas.....	30
<b>III.</b>	<b>METODOLOGÍA</b> .....	38
	3.1 Diseño de investigación .....	38
	3.2 Población, muestra y muestreo.....	38
	3.3 Metodologías e instrumentos de recolección de datos .....	38
	3.4 Procedimientos .....	39
	3.4.1 Estudio topográfico .....	39
	3.4.2 Estudio de Mecánica de Suelos .....	44
	3.4.3 Estudio Hidrológico .....	53
	3.4.4 Evaluación de la mejor alternativa de solución.....	91
	3.4.5 Estudio hidráulico .....	92
	3.4.6 Estudio de impacto ambiental .....	104
	3.4.7 Diseño Hidráulico estructural.....	122
	3.4.8 Costos, Presupuesto y Programación de Obra .....	143
	3.4.9 Diseño de obras Hidráulicas de pase de ser necesarios.....	187
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	189
	4.1 RESULTADOS .....	189
	4.1.1 Estudio Topográfico .....	189
	4.1.2 Estudio de suelos .....	189
	4.1.3 Estudio Hidrológico.....	191
	4.1.4 Estudio Hidráulico.....	192
	4.1.5 Diseño Hidráulico Estructural .....	194
	Estos se detallan en la sección de anexo de planos. ....	194
	4.1.6 Costos, Presupuesto y Programación de Obra .....	194
	4.2 DISCUSIÓN.....	194
	4.2.1 Estudio hidrológico .....	194
	4.2.2 Estudio topográfico .....	195
	4.2.3 Estudio mecánico de suelos.....	195
	4.2.4 Estudio de impacto ambiental .....	195
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	196
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	197
<b>VII.</b>	<b>LISTA DE REFERENCIAS</b> .....	198
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	200

## LISTA DE FIGURAS

Fig. 1 RÍO RECTO EN LA REGION AMAZONAS – PERÚ.....	21
Fig. 2 RÍO TRENZADO WAIMAKARIRI - NUEVA ZELANDA.....	22
Fig. 3 RÍO MEANDRICO, AMAZONAS - PERU .....	22
Fig. 4. A) CURSO ALTO; B) CURSO MEDIO; C) CURSO BAJO .....	24
Fig. 5 CAPACIDAD DE SEDIMENTACIÓN .....	25
Fig. 6. TIPOS DE CAUCE .....	26
Fig. 7. MURO DE GAVIONES EMPLEADO EN EL ENCAUZAMIENTO DE UN RÍO ..	31
Fig. 8. GAVIÓN TIPO CAJA.....	32
Fig. 9. GAVIONES TIPO CAJA .....	33
Fig. 10. GAVIONES TIPO COLCHÓN .....	33
Fig. 11. MUROS CRIBA, ESQUEMA GENERAL.....	34
Fig. 12. MUROS DE CONCRETO ARMADO.....	35
Fig. 13. MURO DE CONCRETO CICLÓPEO .....	36
Fig. 14. PUNTOS DE CONTROL.....	41
Fig. 15. TRABAJO DE CAMPO .....	41
Fig. 16 CURVAS DE NIVEL .....	43
Fig. 17. UBICACIÓN DEL PROYECTO .....	46
Fig. 18. ESQUEMA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	46
Fig. 19 VISTA PERFIL ESTRATIGRÁFICO EN CAMPO.....	51
Fig. 20. VALORES RECOMENDADOS DE RIESGO ADMISIBLE PARA OBRAS DE DRENAJE.....	55
Fig. 21. PERIODO DE RETORNO EN FUNCIÓN DE LA ZONA A PROTEGER.....	56
Fig. 22 CURVAS DE NIVEL E=50, CUENCA RÍO CATIS .....	64
Fig. 23. VISTA DE LA VENTANA DE INICIO DEL PROGRAMA RIVER.....	67
Fig. 24. ESTACIÓN CUTERVO – MÉTODOS ESTADÍSTICOS _ RIVER.....	68
Fig. 25. ESTACIÓN CUTERVO – MÉTODO ESTADÍSTICO LOG NORMAL_ RIVER ..	68
Fig. 26. ESTACIÓN CUTERVO – MÉTODO ESTADÍSTICO GUMBEL_ RIVER .....	69
Fig. 27. ESTACIÓN CUTERVO – MÉTODO ESTADÍSTICO PEARSON III_ RIVER.....	69
Fig. 28. ESTACIÓN CUTERVO – PRECIPITACIÓN PROMEDIO_ RIVER .....	70
Fig. 29. ESTACIÓN HACIENDA PUCARÁ – MÉTODOS ESTADÍSTICOS _ RIVER ....	70
Fig. 30. ESTACIÓN HACIENDA PUCARÁ – MÉTODO ESTADÍSTICO LOG NORMAL_ RIVER.....	71
Fig. 31. ESTACIÓN HACIENDA PUCARÁ – MÉTODO ESTADÍSTICO GUMBEL_ RIVER.....	71
Fig. 32. ESTACIÓN HACIENDA PUCARÁ – MÉTODO ESTADÍSTICO PEARSON III_ RIVER.....	72
Fig. 33. ESTACIÓN HACIENDA PUCARÁ – PRECIPITACIÓN PROMEDIO_ RIVER...	72
Fig. 34. ESTACIÓN JAÉN – MÉTODOS ESTADÍSTICOS _ RIVER.....	73
Fig. 35. ESTACIÓN JAÉN – MÉTODO ESTADÍSTICO LOG NORMAL_ RIVER.....	73
Fig. 36. ESTACIÓN JAÉN – MÉTODO ESTADÍSTICO GUMBEL_ RIVER .....	74
Fig. 37. ESTACIÓN JAÉN – MÉTODO ESTADÍSTICO PEARSON III_ RIVER.....	74
Fig. 38. ESTACIÓN JAÉN – PRECIPITACIÓN PROMEDIO_ RIVER .....	75
Fig. 39. ESTACIÓN QUEROCOTILLO – MÉTODOS ESTADÍSTICOS _ RIVER.....	75
Fig. 40. ESTACIÓN QUEROCOTILLO – MÉTODO ESTADÍSTICO LOG NORMAL_ RIVER.....	76
Fig. 41. ESTACIÓN QUEROCOTILLO – MÉTODO ESTADÍSTICO GUMBEL_ RIVER	76
Fig. 42. ESTACIÓN QUEROCOTILLO – MÉTODO ESTADÍSTICO LOG PEARSON III_ RIVER.....	77
Fig. 43. ESTACIÓN QUEROCOTILLO – PRECIPITACIÓN PROMEDIO_ RIVER .....	77

Fig. 44 UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES HIDROLÓGICAS EN EL ARGIS .....	79
Fig. 45 ISOYETAS EN LA CUENCA DEL RÍO CATIS .....	79
Fig. 46 PRECIPITACIÓN PROMEDIO EN LA CUENCA DEL RÍO CATIS .....	80
Fig. 47. SECCIONES UTILIZADAS PARA EL CALCULO DEL CAUDAL .....	88
Fig. 48. CÁLCULO DEL ANCHO ESTABLE_ KM 0+000 - 0+065.....	96
Fig. 49. CÁLCULO DEL ANCHO ESTABLE_ KM 0+065 - 0+120.....	96
Fig. 50. CÁLCULO DEL ANCHO ESTABLE_ KM 0+120 - 0+190.....	97
Fig. 51. CÁLCULO DEL ANCHO ESTABLE_ KM 0+190 - 0+250.....	97
Fig. 52. CÁLCULO DEL ANCHO ESTABLE_ KM 0+250 - 0+320.....	98
Fig. 53. CÁLCULO DEL ANCHO ESTABLE_ KM 0+320 - 0+370.....	98
Fig. 54. CÁLCULO DEL ANCHO ESTABLE_ KM 0+370 - 0+450.....	99
Fig. 55. CÁLCULO DEL ANCHO ESTABLE_ KM 0+450 - 0+555.....	99
Fig. 56. CÁLCULO DEL ANCHO ESTABLE_ KM 0+555 - 0+625.....	100
Fig. 57. CÁLCULO DEL ANCHO ESTABLE_ KM 0+625 - 0+660.....	100
Fig. 58. CÁLCULO DEL ANCHO ESTABLE_ KM 0+660 - 0+681.....	101
Fig. 59. RESULTADOS DEL MODELAMIENTO DEL RÍO CATIS EN HEC – RAS (SIN PROYECTO) .....	103
Fig. 60. VISTA DE LOS SECTORES DE INUNDACIÓN QUE GENERARÍA EL RÍO CATIS EN VISTA SATELITAL.....	103
Fig. 61. SECCIÓN TRANSVERSAL INUNDADA 1 .....	104
Fig. 62. SECCIÓN TRANSVERSAL INUNDADA 2 .....	104
Fig. 63 PERFIL DE SOCAVACIÓN EN UNA SECCIÓN TRANSVERSAL.....	124
Fig. 64. DATOS A DETERMINAR EN EL MURO.....	132
Fig. 65. FUERZAS ACTUANTES SOBRE LA PANTALLA.....	133
Fig. 66. FUERZAS RESISTENTES EN EL MURO.....	134
Fig. 67. ESFUERZOS ACTUANTES SOBRE EN LA BASE.....	136
Fig. 68. GAVIÓN TIPO CAJA.....	140
Fig. 69. FUERZAS RESISTENTES EN EL MURO DE GAVIONES .....	141
Fig. 70. FUERZAS ACTUANTES EN EL MURO DE GAVIONES .....	141
Fig. 71. DETALLE DE MALLA. ....	168
Fig. 72. SECCIÓN TÍPICA DEL PUENTE .....	187
Fig. 73. SECCIÓN DEL ESTRIBO .....	188
Fig. 74. ESTADO DEL PUENTE ANTES DE SU RECONSTRUCCIÓN. ....	188
Fig. 75. VISTA SATELITAL DEL MODELAMIENTO CON PROYECTO .....	192
Fig. 76. SECCIÓN TRANSVERSAL CON MURO DE GAVIONES 1.....	193
Fig. 77. SECCIÓN TRANSVERSAL CON MURO DE GAVIONES 2.....	193
Fig. 78. SECCIÓN TRANSVERSAL CON MURO DE CONCRETO ARMADO 1.....	193
Fig. 79. SECCIÓN TRANSVERSAL CON MURO DE CONCRETO ARMADO 2.....	194

## LISTA DE TABLAS

TABLA I. TIPOS DE CURSO FLUVIALES.....	23
TABLA II PROCESO DE EROSIÓN HÍDRICA Y SU CONTRIBUCIÓN A LA INESTABILIDAD .....	25
TABLA III TIEMPO DE VIAJE DESDE LA CIUDAD DE CHICLAYO - SAN ANDRES DE CUTERVO.....	47
TABLA IV LISTADO DE CALICATAS REALIZADAS .....	50
TABLA V ESTACIONES HIDROMETEREOLÓGICAS .....	54
TABLA VI. DATOS DE PRECIPITACIÓN DE LA ESTACIÓN DE CUTERVO .....	58
TABLA VII. DATOS DE PRECIPITACIÓN DE LA ESTACION HACIENDA PUCARÁ. 59	
TABLA VIII. DATOS DE PRECIPITACIÓN DE LA ESTACIÓN DE JAÉN .....	60
TABLA IX. DATOS DE PRECIPITACIÓN DE LA ESTACIÓN DE QUEROCOTILLO ...	61
TABLA X DATOS MORFOLOGICOS DE LA CUENCA.....	63
TABLA XI RESULTADOS POR LOS DIFERENTES MÉTODOS ESTADÍSTICOS.....	78
TABLA XII PRECIPITACIÓN PROMEDIO DE LAS DIFERENTES ESTACIONES HIDROLÓGICAS .....	78
TABLA XIII FÓRMULAS PARA APLICAR EL MÉTODO RACIONAL MODIFICADO DE TEMEZ .....	81
TABLA XIV NÚMEROS DE CURVA DE ESCORRENTÍA PARA USOS SELECTOS DE TIERRA AGRÍCOLA, SUBURBANA Y URBANA .....	82
TABLA XV RUGOSIDAD PARA EL MÉTODO DE SECCIÓN-PENDIENTE.....	86
TABLA XVI CÁLCULO DE LA PENDIENTE - MÉTODO SECCIÓN PENDIENTE .....	89
TABLA XVII CÁLCULO DE LA RUGOSIDAD, VELOSIDADES DE CADA SECCIÓN-MÉTODO SECCIÓN PENDIENTE.....	90
TABLA XVIII CÁLCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO - MÉTODO SECCIÓN PENDIENTE .....	90
TABLA XIX. EVALUACIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA DE PROTECCIÓN.....	91
TABLA XX. SECCIÓN ESTABLE – RECOMENDACIÓN PRÁCTICA .....	93
TABLA XXI. SECCIÓN ESTABLE – MÉTODO DE SIMONS Y HENDERSON .....	94
TABLA XXII SECCIÓN ESTABLE – MÉTODO DE BLENCH .....	94
TABLA XXIII SECCIÓN ESTABLE – MÉTODO DE ALTUNIN.....	95
TABLA XXIV. RESUMEN DEL CÁLCULO DEL ANCHO ESTABLE B (m) POR LOS DIFERENTES MÉTODOS.....	101
TABLA XXV. DATOS DEL ECOSISTEMA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS .....	106
TABLA XXVI. MATRIZ DE LEOPOLD.....	116
TABLA XXVII. VALORES KS PARA CAUCES NATURALES .....	123
TABLA XXVIII. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL TIRANTE .....	123
TABLA XXIX. CLASIFICACIÓN DE LAS PARTÍCULAS SEGÚN SU TAMAÑO.....	125
TABLA XXX. RESULTADOS DE LAS VELOCIDADES CON RESPECTO AL TIRANTE .....	126
TABLA XXXI. RESULTADOS OBTENIDOS EN EL CÁLCULO DEL NÚMERO DE FROUDE.....	127
TABLA XXXII. COEFICIENTE DE CONTRACCIÓN $\mu$ CON RELACIÓN A LA VELOCIDAD MEDIA .....	127
TABLA XXXIII. RESULTADOS DEL COEFICIENTE DE CONTRACCIÓN $\mu$ CON RESPECTO A LA VELOCIDAD MEDIA DE CADA KILOMETRAJE.....	127
TABLA XXXIV. VALORES DEL COEFICIENTE $\beta$ , DE ACUERDO AL PERIODO DE RETORNO .....	128

TABLA XXXV. RESULTADO DEL COEFICIENTE CON RESPECTO A SU KILOMETRAJE .....	128
TABLA XXXVI. COEFICIENTES X PARA SUELOS GRANULARES O COHESIVOS	129
TABLA XXXVII. RESULTADOS DEL TIRANTE DE SOCAVACIÓN .....	130
TABLA XXXVIII. RESULTADO DE LA PROFUNDIDAD DE SOCAVACIÓN DEL RIO CATIS .....	130
TABLA XXXIX. COEFICIENTE $\phi$ PARA LA DETERMINACIÓN DEL BORDE LIBRE .....	131
TABLA XL. RESULTADOS DEL BORDE LIBRE EN LA ALTURA DEL MURO.....	131
TABLA XLI. RESULTADOS DE LA ALTURA DE MURO HM .....	131
TABLA XLII. VALORES DE LAS FUERZAS RESISTENTES DEL MURO.....	135
TABLA XLIII. VALORES DE LAS FUERZAS ACTUANTES EN EL MURO .....	135
TABLA XLIV. TOLERANCIAS PARA TRABAJOS DE LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS.....	145
TABLA XLV. PROPIEDADES DE GEOTEXTIL.....	166
TABLA XLVI. COSTO DIRECTO.....	176
TABLA XLVII. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS. ....	177
TABLA XLVIII. CONFORMACIÓN DE MONOMIOS .....	185
TABLA XLIX. PROGRAMACIÓN DE EJECUCIÓN DE OBRA .....	186
TABLA L RESULTADOS POR CALICATA DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.....	190
TABLA LI. RESULTADOS DE CAPACIDAD PORTANTE .....	191
TABLA LII. RESULTADO DE PRECIPITACIONES.....	191

## RESUMEN

El presente proyecto se plantea el diseño de un muro de gaviones y un muro de contención con finalidad del Encauzamiento del Río Catis a su paso por la Zona Urbana del distrito de San Andrés de Cutervo-Cutervo-Cajamarca, 2018; ya que en la actualidad este río se encuentra sin ningún encauzamiento y protección adecuada para evitar el desborde y afectación de las diferentes infraestructuras, como viviendas, Colegio y obras de pase, generando así daños a la población.

En este proyecto se desarrolló el levantamiento topográfico y estudio hidrológico para la identificación del relieve y caudal de diseño; se procedió al estudio de mecánica de suelos, mediante excavaciones a tajo abierto (calicatas), para determinar las características del suelo; se elaboró un modelamiento hidráulico en el programa HEC-RAS, para poder identificar las zonas de inundación y posibles zonas de inundación, y de esta manera de eligió la mejor alternativa de defensa ribereña que se encuentre acorde con la estética de la ciudad y ambientalmente amigable, obteniendo así el beneficio a la misma población quienes tendrán la protección adecuada de sus viviendas aledañas y todo tipo de infraestructura que este expuesta al cauce del río, donde permitirá una evacuación normal de sus aguas ante las eventuales lluvias que se dan en las diferentes estaciones del año. También impulsa el desarrollo económico y comercial, generando oportunidades laborales durante su ejecución del proyecto.

**PALABRAS CLAVES:** Encauzamiento, Obras Hidráulicas, Impacto Ambiental.

## **ABSTRACT**

This project proposes the design of a gabion wall and a retaining wall in order to channel the Catis River as it passes through the Urban Zone of the district of San Andrés de Cutervo, Cutervo, Cajamarca, 2018; Since at present this river is without any channeling and adequate protection to avoid overflowing and affecting the different infrastructures, such as housing, school and crossing works, thus generating damage to the population.

In this project, the topographic survey and hydrological study were developed to identify the relief and design flow; Soil mechanics study was carried out through open pit excavations (pits) to determine the characteristics of the soil; A hydraulic modeling was developed in the HEC-RAS program, to be able to identify the flood zones and possible flood zones, and in this way the best alternative of riverine defense was chosen that is in accordance with the aesthetics of the city and environmentally friendly, thus obtaining the benefit to the same population, they will have adequate protection of their neighboring homes and all kinds of infrastructure that is exposed to the riverbed, where a normal evacuation of its waters in the event of the eventual rains that occur in the different seasons of the year. It also promotes economic and commercial development, generating job opportunities during the execution of the project.

**KEYWORDS:** Channeling, Hydraulic Works, Environmental Impact.

## I. INTRODUCCIÓN

Durante el accionar del tiempo se ha dado solución a los diferentes problemas que sufren las poblaciones, uno de estos es que a nivel mundial siempre se encuentran amenazadas por las fuertes lluvias, dando consigo los grandes aumentos de volúmenes de agua en los ríos, generando desborde de estos. Los más afectados ante estos eventos son las personas que se encuentra aledañas al lecho del río, donde sufren diferentes pérdidas tanto materiales como humanas, como nos indican las noticias [1] que la frecuencia de los desastres relacionados con el clima está aumentando sin ninguna duda, pues en los últimos veinte años se han cobrado un promedio anual de 30.000 vidas y causado más de 4.000 millones de heridos o damnificados, según un informe publicado por un organismo especializado de la ONU.

En el caso del Perú por motivos de su geografía y sus diferentes climas, tiene muchas zonas expuestas a inundaciones, entre las principales son las poblaciones que se encuentran la costa y a la sierra. Según reportes del Instituto Nacional de Defensa Civil, informó que, en 19 regiones del país, entre ellos está Cajamarca, Lambayeque, Amazonas, etc. [2], son las regiones más afectadas antes este tipo de eventos.

Según la entidad World Economic Forum [3] que es la que evalúa los factores que impulsan la productividad y crecimiento en 137 países;, nos indica que el Perú se encuentra en el puesto 72 de todos los países participantes ( Anexo 1 ), en la que ha tenido mejoras en lo que concierne a 4 pilares de los 12 evaluados, que es Infraestructura (89 a 86), Salud y educación básica (98 a 93), Preparación tecnológica (88 a 86) e Innovación (119 a 113) (Anexo 2), en la que nos indica que los gobiernos de turno han visto que es de gran prioridad que se debe tomar en cuenta la mejora en el sector infraestructura, donde se planteen dar la adecuada protección y encauzamiento de los ríos.

San Andrés de Cutervo es el lugar donde se desarrollará dicho proyecto de tesis, que, en el año de 1994, un 29 de marzo sufrió uno de los peores desastres, en la que el río (Catis) que pasa por zona central del distrito, se desbordó, inundando con lodo y bolonería de gran tamaño a la mitad del distrito, generando grandes daños como pérdidas de viviendas, sector agricultura y ganadería.

Está ubicado en la parte central de la provincia de Cutervo, donde limita por el Norte y Noroeste con los distritos de Santa Cruz, Pimpingos y Santo Tomás, por el Este con Santo Tomás y San Juan por el Sureste con Súcota, por el Oeste y Noreste con Santo Domingo De La Capilla Y Callayuc (Anexo 3), siendo uno de los 15 distritos de la provincia de Cutervo, que

fue creado Ley N° 13702 el 6 de octubre de 1961, con una extensión territorial es de 133.4 km<sup>2</sup> que constituye el 4.4% del total provincial, cuyas coordenadas geográficas 78°42'46" W y 06°14'20" S. La temperatura promedio es de 17°C que oscilan entre los 14°C y 22°C, siendo los meses de mayor lluvia diciembre, enero, febrero y marzo, donde se presencia las mayores precipitaciones de todo el año.

Tiene una población de 5259 habitantes (Anexo 4) según el censo del 2015 [4], de los cuales un total de 4003 personas son alfabetos con un grado de educación secundaria como mínimo como se observa según la tabla obtenida del INEI (Anexo 5). El distrito tiene índice de pobreza de 62.8 % de incidencia posicionándolo en el penúltimo lugar de toda la provincia de Cutervo (Anexo 6).

La localidad es mayormente reconocido por ser un sector ganadero, donde se puede corroborar por la información brindada por el INEI [5], en la que nos da a conocer que las actividades más representativas son la ganadería y agricultura con un 79.50%, seguido de 4.48% de realización de otras actividades, los cuales estos datos se detallan en el Anexo 7.

Pero también San Andrés tiene el privilegio de ser parte del Primer Parque Nacional del Perú que fue creado el 08 de setiembre de 1961 es considerado la primera área protegida del Perú, ocupando una extensión de cerca de 2,500 hectáreas, en las que resguarda flora y fauna, las cuales en la actualidad se hallan en peligro de extinción, como también diferentes comunidades ecológicas por el motivo de que las personas aledañas, se van estableciendo cada vez más y más hacia las zonas en reservas. Entre las zonas naturales que se encuentran en peligro de desaparecer es el caso del bosque de neblinas, los bosques de lluvias, además pueden verse en el área bosque de palmeras blancas junto a cabeceras de cuencas, que son espacios en los cuales se hallan las primeras captaciones de agua, con respecto a la fauna se puede encontrar la presencia del oso de anteojos u oso andino, el puma, el jaguar, el tigrillo, el venado, entre aves destaca el Guácharo.

Sus principales redes hídricas de la misma localidad de San Andrés de Cutervo son tres, tenemos el río Muyoc que se encuentra al margen oeste del distrito, este río colecta todas las aguas provenientes del caserío Pajonal, la Viña y Shawin, la cual limita la ciudad, su característica principal de este río es que sus aguas son de muy bajas temperaturas que aproximadamente llegan a los 10°C. En la parte central se encuentra el río Catis (fuente en

estudio) que proviene su nacimiento del caserío Shitabamba en las alturas de la Cordillera de Tarros, las características es que en las épocas de lluvias, este río lleva consigo desde las alturas grandes cantidades de material de bolonería y lodo, siendo depositados cerca del establecimiento de la población Sanandresina; y la otra corriente de agua se encuentra al margen oeste que es el río Molino cuyas aguas son de poco volumen, no afectando a la urbe, en la sección de Anexo 8, se muestra una imagen satelital de los ríos.

En el sector de bienestar social, se observa que uno de los casos que genera muchos problemas es que existe el peligro del desborde del río Catis, en donde peligran la vida de la población que tiene sus viviendas aledañas a los márgenes del río, también están en riesgo las infraestructuras del Colegio Secundario en donde alberga más de 500 estudiantes, el puente que es de principal comunicación que diariamente hacen uso para poder trasladarse dentro de la localidad y también fuera ya que este puente es el punto de unión a los distritos de Sócata, Cutervo; Santo Tomás, Pimpingos y Cuyca la cual se une con la carretera Fernando Belaunde Terry con los kilometrajes mostrados en Anexo 9..

Al ser responsable de este estudio y también pertenecer a la localidad de San Andrés, he observado la problemática existente del río Catis, los perjuicios que sufre la población aledaña a esta ribera, ya que con las grandes avenidas en épocas de lluvias, están generando una gran erosión en sus taludes y en algunos tramos ya perdiendo la estabilidad y asentamientos de estos; directamente también está afectando a la principal infraestructura de comunicación (puente Rojo), y también del colegio; se ve la preocupación de los moradores de que en algún momento puede pasar algún desastre, obteniendo como saldo pérdidas.

Por lo tanto, es de vital importancia reconocer que los beneficiarios por el desarrollo de una adecuada defensa ribereña, ya que con la protección y el encauzamiento con la estructura adecuada se protegerá las viviendas que se encuentran en los márgenes del cauce, la infraestructura del Colegio y del puente principal que une al mismo pueblo tanto en nivel local como comunal, también se verán beneficiarios los distritos que se encuentran más alejados de la provincia de Cutervo, la cual un eficiente diseño de la protección permitirá el desarrollo y bienestar de estas.

En el proyecto se evaluarán las alternativas de diseño adecuadas, como es la realización de muros de contención, para tener una mejor resistencia ante los diferentes eventos, y también

una mejor estabilidad de los taludes ya que la sección del río es muy corta, se tendrá en cuenta los impactos ambientales en la cual sea la alteración mínima posible en lo que respecta al suelo, aire, agua, fauna, y a muchos de los factores ambientales; ya que se observa que el río en tiempo de lluvias, esto causa mucho daño, siendo así la erosión en las riberas del río Catis, por ello se debe proteger la parte estructural del puente. También se considerará la realización del Impacto Ambiental.

La tesis tiene como objetivos: realizar los estudios del levantamiento Topográfico, el estudio Hidrológico e hidráulico, Mecánica de suelos, además elaborar el Estudio de Impacto Ambiental en la zona del proyecto con el propósito de monitorear y prevenir los posibles daños que se puedan ocasionar, velando así por el equilibrio del ecosistema, también se realizará un modelamiento hidráulico mediante la utilización del software Hec-ras, lo cual nos permitirá ver qué sector son de vital importancia proteger, posteriormente se realizará la elaboración de la memoria descriptiva, especificaciones técnicas, con sus respectivos costos y presupuestos de la obra.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Antecedentes del problema**

Uno de los antecedentes principal es que el río a encauzar, aproximadamente en los años de 1998 y 1997, como efecto de las fuertes lluvias se proveen entre los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, lograron que los niveles del agua sean elevados, ocasionando el desborde de este y llegando a desplazar todo tipo de material que encontré a su paso, cuentan los pobladores que este río paso por la mitad de la ciudad, dejando desperfectos en las viviendas que se encontraban en esa área, animales y áreas de cultivos fueron afectadas en gran cantidad, teniendo como consecuencia perdidas socioeconómicas importantes.

#### **Municipalidad Distrital de San Andrés de Cutervo. Proyecto: “Mejoramiento del servicio de protección contra inundaciones en la quebrada San Andrés, distrito de San Andrés de Cutervo – Cutervo – Cajamarca”**

El proyecto se llevó a cabo debido a que la localidad de San Andrés de Cutervo, se encontraba en peligro, debido a las ultimas avenidas por presencia de las fuertes precipitaciones, generando así la colmatación en el cauce del río Catis, poniendo en peligro a las viviendas adyacentes, quienes se han ubicado no respetando las delimitaciones del cauce del rio, centros educativos en la que alberga un aproximado de 400 alumnos y hasta a áreas de cultivos.

Así mismo el Puente que es de conexión importante tanto para los mismos moradores de San Andrés, como de los otros distritos aledaños, quienes hacen uso frecuente para trasladarse hacia la provincia de Cutervo, se encuentra vulnerable ya que es una estructura que tiene más de 15 de construcción, y ya presenta desperfectos en su estructura. Por ello con lo proyectado se reforzará los márgenes permitiendo el reducir los efectos.

#### **Aguilar, Daniel. 2016 “Comparación Técnica entre el uso de Gaviones y Geoceldas como Estructuras de Defensa Ribereña”, Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Pontificia Universidad Católica del Perú.**

En esta tesis trata del proyecto de edificación de defensas ribereñas, el cual se desarrolló en el cuadro de reciprocidad entre el Perú y Ecuador para disminuir los efectos de las aluviones producto de la atribución del cabeceo climático del sur, también distinguida como el fenómeno de “El Niño”, en la que confronta dos tipos de cubiertas contra la erosión ribereña mediante tres variables definidas para la comparación son la resistencia a la erosión y durabilidad, la rugosidad de la área y la persistencia del sistema de protección. Los revestimientos desarrollados son los colchones de gaviones y las geoceldas con relleno de concreto.

Como resultado de su investigación nos indica que los colchones de gaviones y las geoceldas con relleno de concreto conservan la capacidad de resistencia a las mínimas sollicitaciones del proyecto. No obstante, en base al análisis ejecutado, se ha concluido que las geoceldas con relleno de concreto poseen el mejor desempeño a manera de recubrimiento frente a la erosión ribereña. Finalmente, si bien se determina que las geoceldas son el recubrimiento más adecuado, se recomienda el uso de estas estructuras como conjunto de una solución integral.

**Alvaro, Marcelo y Henriquez, Luis. 2014. “Diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña del río Chicama tramo puente Punta Moreno – Pampas de Jagüey aplicando el programa river”, Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Privada Antenor Orrego.**

Esta tesis propone el objetivo de dar seguridad y protección a los espacios de cultivo instaladas a lo largo de la borde izquierda del río Chicama, asimismo propone proteger la calzada que va por la margen izquierda, frente a las constantes avenidas del río. En la cual procura dar una propuesta de diseño de defensa ribereña del río Chicama en el ramal punta moreno, pampas de jagüey conforme a los estudios básicos de ingeniería que se corresponden realizar y las metodologías existentes para estos diseños empleando el programa RIVER en base a los conocimientos adquiridos en la universidad.

Referirse a investigaciones más importantes (por su actualidad y valor empírico - teórico) sobre el problema de estudio. Realizar una exhaustiva revisión de la bibliografía de investigación en revistas científicas y tesis extranjeras y nacionales; presentar una síntesis conceptual de las investigaciones, bajo la forma de citas. Aplicar estilos internacionales de la especialidad.

**Olivo, Marina. 2002. “Estudio de defensas ribereñas del tramo urbano del Río Tumbes.” Tesis para optar por el Título de Ingeniero Civil, Universidad de Piura.**

En el estudio se da a conocer la metodología para la elección y cálculo del método de protección ribereña, aplicado en la zona urbana de la ciudad de Tumbes, entre la estación de bombeo La Tuna y el cuartel Pontoneros.

Refiere a la conducta, características y problemática del Río Tumbes, exponiendo la investigación básica necesaria para el desarrollo de los estudios de hidrología, hidráulica, topografía, geología y geotecnia; la cual contempla todos los parámetros hidrológicos,

sedimentológicos e hidráulicos que poseen influencia en la marcha de la estructura de protección.

## **2.2 Bases Teórico Científicas**

Las bases teóricas – científica mostradas, son las que fueron de utilidad para el desarrollo del presente proyecto son los siguientes:

### **Ley de Recursos Hídricos (ley N° 29338)**

Esta ley patentada tiene por propósito regular el uso y gestión integrada de los recursos hídricos, la acción del Estado y los particulares en dicha gestión, igualmente como los bienes asociados como es el agua superficial, subterránea, continental.

En esta ley, en el artículo 74, menciona acerca de que hay un área determinada de terreno aledaño a los cauces ya sea naturales o artificiales, en la que es necesaria para la protección el uso principal del agua, la libre circulación, la pesca, caminos de vigilancia u otros servicios.

### **Ley General del Ambiente (Ley N° 28611) Decreto supremo N° 008-2005 PCM**

Funda que toda persona tiene el derecho inevitable a vivir en un ambiente saludable y ecuánime para el pleno desarrollo de la vida, igualmente la presente Ley es la norma ordenadora del marco legal para la gestión ambiental en el Perú. Esta Ley indica en el artículo 25 °, que los Estudios de Impacto Ambiental EIA son materiales de gestión que contienen una descripción de la actividad presentada y de los efectos directos e indirectos predecibles de dicha actividad en el medio ambiente físico y social, a corto y largo plazo, además como la evaluación técnica de los mismos. Corresponden indicar las medidas necesarias para evadir o reducir el daño a niveles tolerables además contendrá una breve sinopsis del estudio para efectos de su publicidad.

### **Manual de procedimientos para la ejecución física y financiera del programa de encauzamiento de ríos y protección de estructuras de captación - PERPEC. 2008.**

Mediante el este manual, el ministerio de agricultura da a conocer los lineamientos y criterios necesarios para llevar a cabo una adecuada ejecución técnica, financiera y administrativa de las obras del Programa de encauzamiento de Ríos y Protección de Estructuras de Captación - PERPEC, en el contexto del Programa de Inversión Multianual (PMI) y del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP).

**Norma técnica E 060: “Concreto Armado” del Reglamento Nacional de Edificaciones, actualización por decreto supremo N° 003-2016-vivienda. Lima 2016.**

Esta norma cuenta con especificaciones especiales para lo que es muros en el capítulo 14, en la que menciona las siguientes disposiciones que son sometidos a los cambios de carga siguientes:

- ✓ Muro de contención.
- ✓ Muros sometidos a carga axial con o sin flexión transversal a su plano, nombrados muros de carga.
- ✓ Muros sometidos a cargas normales a su plano.
- ✓ Se revisará esta sección de la norma, por el motivo que se puede utilizar defensas ribereñas de concreto en las partes más urbanas, donde están presentes cargas de transporte vehicular.

**Norma técnica E 050: “Suelos y Cimentaciones” del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Lima 2016.**

Comprende los requerimientos para la realización de Estudios de Mecánica de Suelos (EMS), con fines de cimiento de inmuebles y otras obras ajustadas en esta Norma. Esta norma establece los EMS que se elaborarán con el propósito de aseverar la estabilidad y persistencia de las obras y para suscitar la utilización racional de los recursos. La norma menciona los estudios que deberán realizarse de acuerdo al tipo de proyecto y su importancia, el análisis de las condiciones de cimentación, parámetros para el diseño de cimentaciones superficiales y profundas y problemas especiales de cimentación.

**Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje – Ministerio de Transportes y Comunicaciones.**

Muestra recomendaciones de diseño generales para la preparación de los diferentes estudios como hidrología, hidráulica y drenaje, tales sistemas previos a su desarrollo serán validadas a los escenarios particulares de cada estudio.

Al proyectista le brinda un instrumento práctico para la elaboración de estudios con criterios ingenieriles, metodologías y recomendaciones para obtener con seguridad el valor de la magnitud del caudal de diseño para diferentes periodos de retorno y diseñar obras de drenaje.

## **Manual River de Diseño de Defensas Ribereñas. 2013. Perú: Autoridad Nacional del Agua.**

El presente manual fue desarrollado para dar las indicaciones de cómo es la utilización del programa “RIVER”, en la que va encaminado a los profesionales e instituciones que se involucran con este tipo labores de protección de cauces o defensas ribereñas.

Se elaboró por el Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructuras de Captación - PERPEC de la Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales - ANA y para el cual será considerado como una referencia para el excelente diseño de obras de protección.

### **2.3 Definiciones y Características**

#### **2.3.1 Río**

Son corrientes de agua que escurren sobre la superficie terrestre, que luego tiene su curso final en otro río, un lago, el mar, o bien, perdiéndose en el terreno, por infiltración. Un río puede tener su origen en una fuente, en un lago o en el deshielo de un glaciar, en la que posee un determinado caudal.

Su caudal es variable, va aumentando de acuerdo a los eventos hidrológicos, por el cual las variaciones se proporcionan durante o después de ya pasado las tempestades, donde en asuntos muy extremos, se puede originar crecidas que sobrepase los niveles de su cauce, generándose un desborde, cubriendo todas las zonas más próximas, donde muchas veces se encuentren zonas de cultivos, espacios de criaderos y asentamientos humanos, hasta infraestructura vial, quienes pueden salir afectados, dando así consecuencias socioeconómicas muy graves.

Para controlar los niveles máximos de avenidas en un cauce, se deben colocar protecciones en los márgenes, y proponer la limpieza, encauzamiento, canalización, entre otras opciones, las cuales ayudarían que los fenómenos naturales futuros no generen muchas pérdidas.

##### **2.3.1.1 Morfología de los ríos**

También llamado morfología fluvial, en la que se encarga del estudio de las diferentes formas que tiene un río, es decir de cómo está conformado su apariencia, de cómo se ven desde el aire (dirección del cauce, sus secciones transversales, características del perfil). Sin embargo, se tendrá en cuenta que la forma de los ríos, varía a lo largo del tiempo, pues también se debe tener en cuenta que la forma de los ríos no es igual a lo largo de todo su recorrido. Los caudales

que se ostentan, esencialmente en épocas de estiaje o de crecidas, son esenciales para definir la forma de un río [6].

### **2.3.1.1.1 Clasificación Morfológica de los ríos**

Es necesario comprender que la variedad formas de los ríos, ya que dato preciso para el diseño de las obras que estarán como función de encauzamiento y protección, por el motivo de que estas estarán en contacto con las corrientes de agua o cerca de él. Esta clasificación nos da a entender que tan erosionables son sus márgenes y a la vez cambiantes en el tiempo.

De acuerdo con lo mencionado, se pueden encontrar tres formas fundamentales, en las que estas formas consiguen mostrarse en tramos continuos de un mismo río, los cuales están en relación a la gradiente, al caudal (líquido como de sedimentos), granulometría, entre otros factores más:

#### **a. Ríos rectos**

En el medio habitualmente no existe ríos rectos, pero lo que sí es que se puede considerar recto, es al cauce de un río (márgenes) en donde se observa que cuya sinuosidad es tan mínima (índice menor a 1.05) que se puede despreciar. Puede ser como una referencia de un río recto si este se encuentra entre la relación de 10 veces el ancho del río, ver en Fig 1.



**Fig. 1 RÍO RECTO EN LA REGION AMAZONAS – PERÚ.**

FUENTE: página web en Google.

#### **b. Ríos trenzados (entrelazados)**

Estos ríos, corresponden generalmente a ríos anchos, donde Lane planteo que, por motivos de la alta sedimentación y pendientes grandes, se hacen que se originen múltiples canales de

flujo en todo el ancho del cauce. Donde en la mayoría de estos ríos se presentan problemas para protección o ubicación de alguna obra de pase, ya que son poco profundos, sus estratos aluviales son de gran espesor y tienen una alta inestabilidad, ver en Fig 2.



**Fig. 2 RÍO TRENZADO WAIMAKARIRI - NUEVA ZELANDA.**

**FUENTE:** Pagina web Google.

### **c. Ríos meándricos**

Estos ríos presentan muchas curvas en todo su recorrido, en las que se les dice que son serpenteantes; su forma se debe a la falta de pendiente para su recorrido fluvial, en la que tienen un índice de sinuosidad mayor a 1.5. Estos ríos que crean meandros poseen las características de presentar taludes erosionados, sección transversal inestable, transporte de sólidos muy baja, granulometría fina y circulan sobre amplias superficies de inundación las cuales ayudan a sus desarrollos laterales, ver Fig. 3.



**Fig. 3 RÍO MEANDRICO, AMAZONAS - PERU**

**FUENTE:** Pagina web Google.

### 2.3.1.1.2 Erosión fluvial

El agua es uno de los primordiales agentes de la erosión y el principal vehículo de carga del material, siendo así el problema esencial que causa que un cauce sea divagante y ponga en riesgo las estructuras que se encuentren aledañas a este, ya sea viviendas, puentes, represas, puertos, entre otras estructuras que pueden estar en contacto o cerca de un curso de agua.

La fuerza con la que se moviliza a los cuerpos de agua, domina la firmeza de los materiales de las que conforman la sección del cauce, generando así la socavación vertical y en el fondo. Dependiendo del curso del agua estas transportaran los diferentes materiales existentes (arcilla, limos, arena, grava, cantos, bloques), generando cambios morfológicos.

La erosión debida a la corriente de agua, es debida a su perfil longitudinal, pendientes de relieve, por la cual se suele dividir en tres partes:

**TABLA I. TIPOS DE CURSO FLUVIALES**

<b>Cursos fluviales.</b>		
<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conformada por la Cabecera y primeros kilómetros de recorrido del río.</li> <li>▪ Grandes pendientes.</li> <li>▪ Discurre rápidamente el agua.</li> <li>▪ Cauce estrecho y poco profundo.</li> <li>▪ Valle en forma de “V”.</li> <li>▪ Mayor fuerza del agua, dando forma profundos desfiladeros o gargantas.</li> <li>▪ En algunas zonas, se forman Cascadas o Cataras, desfiladeros, cañones, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conformada por valles más abiertos y planos.</li> <li>▪ Pendientes suaves.</li> <li>▪ El agua discurre más lenta.</li> <li>▪ Se forman Ondulaciones (meandros ).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pendientes pequeñas.</li> <li>▪ Disminuye la velocidad del agua.</li> <li>▪ Forma <b>llanuras aluviales</b>.</li> <li>▪ El río deposita los materiales que arrastra en suspensión.</li> <li>▪ Al final está la desembocadura: <b>Estuarios</b>.</li> </ul>

FUENTE: Elaboración Propia.



a)



b)



c)

**Fig. 4. A) CURSO ALTO; B) CURSO MEDIO; C) CURSO BAJO**

FUENTE: Elaboración Propia

Los materiales arrastrados por los fuertes torrentes, son depositados dependiendo las partes de este torrente las cuales son:

- **Cuenca de recepción**, aquí es donde prevalece la erosión, ya que acopian las aguas durante los diluvios.
- **Canal de desagüe**, trata del transporte de la corriente de agua o ya sea con partículas de otros materiales, en el que el cauce es más estrecho y profundo dando forma de un valle en “V”.
- **Cono de deyección o abanico aluvial**, lugar de sedimentación de las partículas transportadas (bloques, cantos rodados, grava, arena) durante las crecidas.

Lo cual nos permiten determinar la carga de materiales, tipo, transporte y cantidad de sedimentación, dándonos así la facilidad de la elección de los componentes de trabajo de los cursos de agua.

TABLA II PROCESO DE EROSIÓN HÍDRICA Y SU CONTRIBUCIÓN A LA INESTABILIDAD [7]

TIPO	ACCIÓN	EFECTOS
<b>EROSIÓN INTERNA:</b> Por flujo subterráneo.	<b>ESCURRIMIENTO SUBSUPERFICIAL</b>	
	<b>Tubificación y cavernas:</b> Debilitamiento interno.	• Puede originar manantiales, cárcavas y hundimientos.
<b>EROSIÓN FLUVIAL</b>	<b>Socavación de fondo</b>	• Profundiza el fondo de los cauces naturales
	<b>Socavación lateral</b>	• Elimina el soporte de laderas
	<b>Descarga torrencial</b>	• Efectos devastadores en las márgenes del cauce.

FUENTE: Elaboración propia

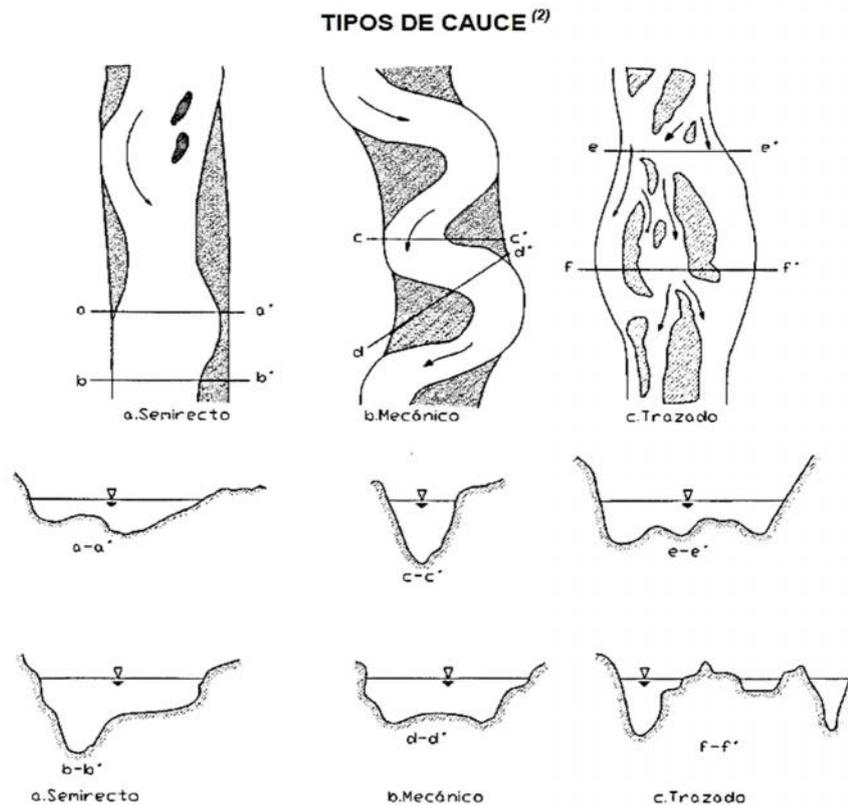
El movimiento del agua, como se observa va dependiendo de la morfología del cauce donde los comportamientos erosivos, la sedimentación de los materiales, se tendrá que tener en cuenta de acuerdo al tipo de protección y la correcta colocación que se debe proponer para la defensa de los taludes y también las viviendas aledañas a este proyecto.

A continuación, se muestran en la Fig. 5 la capacidad de sedimentación que se encuentra relacionado la velocidad del agua y tipo de material de transporte.

<i>Tipo de material</i>	<i>Velocidad agua limpia (m seg<sup>-1</sup>)</i>	<i>Velocidad agua con sedimentos (m seg<sup>-1</sup>)</i>
<i>Arena fina</i>	0,45	0,76
<i>Suelo arenoso</i>	0,53	0,76
<i>Limo aluvial</i>	0,60	1,06
<i>Ceniza volcánica</i>	0,76	1,06
<i>Arcilla dura</i>	1,14	1,52
<i>Lutitas</i>	1,82	1,82
<i>Grava fina</i>	0,76	1,52
<i>Grava gruesa</i>	1,22	1,82
<i>Cantos</i>	1,52	1,67

Fig. 5 CAPACIDAD DE SEDIMENTACIÓN [8]

Todo el material transportado va a iniciar con un proceso de sedimentación y en algunos lugares se producirá la socavación, generando cambios en la geometría del río, en lugares de quiebres y en el fondo del cauce, cambiando su dirección de manera aleatoria en el transcurso del tiempo, aspecto que se debe tomar en cuenta ya que pone en riesgo las obras de infraestructuras. Los tipos de cauce más comunes que se forman son los mostrados en la Fig. 6.



**Fig. 6. TIPOS DE CAUCE [8]**

FUENTE: Obtenida de internet

### 2.3.2 Cuencas hidrográficas

Se define al área de captación natural, en el que las aguas de precipitación de las lluvias, se acoplan para converger en un solo recorrido de agua, en la que cada recorrido de agua tiene su cuenca bien determinada para cada zona. En donde para la limitación de una cuenca se realiza sobre un plano en el que estén enmarcadas las curvas de nivel del terreno, tomando en cuenta las líneas del divortium acuorum (parteaguas), pues divide a las cuencas de acuerdo a su escurrimiento originado por las precipitaciones, en que cada trayectoria de agua fluye hacia un punto de divergencia en la cuenca [9].

#### 2.3.2.1 Clasificación de cuencas según su tamaño

Según la clasificación por el ingeniero Máximo, hace referencia al tamaño de estas; donde considera lo siguiente:

➤ **Cuenca Grande**, aquella que tiene un área 250 km<sup>2</sup> a más, y predominen las características fisiográficas como elevación, pendiente, área, cauce.

➤ **Cuenca Pequeña**, aquella que sea menor o igual a 250 km<sup>2</sup>; aquí es donde se caracteriza porque se dan lluvias de fuerte intensidad y poca duración.

Según Aguirre [10], hace mención que Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Suelos, da algunas clasificaciones con usos frecuentes y ampliamente distribuidos como son:

1. Sistema hidrográfico: 300.000 ha a más
2. Cuencas: entre 60.000 - 300.000 ha
3. Subcuencas: 10.000 - 60.000 ha
4. Microcuenca: < 10.000 ha

### **2.3.2.2 Componentes de una cuenca**

#### **✓ Río Principal**

El río principal es el que colecta todas las aguas que escurren por toda la superficie de la cuenca, diferentes quebradas o pequeños cursos de agua. Frecuentemente la elección del río es a distintos criterios, donde se puede considerar el curso de los ríos más largo, el de mayor caudal, mayor superficie de cuenca, etc.

#### **✓ Afluentes**

Vienen a ser las corrientes secundarias que descargan en el curso del río principal; donde cada curso tiene su propia cuenca.

#### **✓ Línea de las altas cumbres**

Son las líneas que delimitan a una cuenca de la otra.

#### **✓ Relieve de la cuenca**

Son muy variadas, en la que esta formadas por las montañas, valles, quebradas y mesetas.

#### **✓ Trabajos humanos**

Aquellas obras que han sido cimentadas por el hombre, en las que intervienen dentro de una cuenca como asentamientos humanos, campos de cultivo, obras de protección. El hombre tiene mucha significancia aquí, ya que es causante de muchos desastres dentro de una cuenca, pues este hace usos de los diferentes recursos naturales de manera excedente; teniendo como consecuencia desastres como la inundación de zonas aledañas o en las partes bajas.

### 2.3.2.3 Tipos de cuencas hidrográficas

Tenemos tres tipologías de cuencas, las cuales son:

✓ **Abiertas o Exorreicas**

Son aquellas cuencas donde sus aguas descargan en el mar o océano.

✓ **Cerradas o Endorreicas**

Convergen en lagos, lagunas, las cuales no tienen ninguna descarga hacia el mar.

✓ **Arreicas**

Donde el fluido se evapora o se infiltran en el terreno antes de ingresar en el curso del río; como por ejemplo tenemos las aguadas, arroyos, y cañadones de la meseta patagónica central, pues no descargan en ningún otro cuerpo hidrográfico.

### 2.3.3 Inundación

Es un fenómeno de tipo hidráulico, pues viene a ser la ocupación del agua en zonas o espacios que habitualmente están libres de esta. Se ocasiona debido al efecto del aumento temporal (desbordamiento) de los niveles de un río, en quebradas secas, por subida de mareas sobre el nivel habitual. El hombre puede tener controlado estos eventos en una cierta parte, en donde se tendrá en cuenta el uso de las tierras cercas los cauces.

#### 2.3.3.1 Tipos de inundaciones

✓ **Pluviales:** Se producen por motivo de las fuertes lluvias, saturando así la superficie terrestre para luego no poder ser drenada, acumulándose y así generar un estancamiento que pueda durar horas o días.

✓ **Fluviales:** La causa viene a ser el desbordamiento de los ríos, donde el cauce de este no llega a abastecer las grandes cantidades de volúmenes de agua.

#### 2.3.3.2 Causas de las inundaciones

Son múltiples las principales causas, pero por lo general se las puede clasificar como causas naturales y como consecuencia de la actividad humana o no naturales.

##### 2.3.3.2.1 Causas Naturales

➤ **Intensas precipitaciones:** Estas se dan por las fuertes lluvias, tormentas tropicales; donde pueden producir el aumento del caudal del río, pues como la superficie por donde fluye

el agua se satura y ya no puede almacenar toda el agua que cae, este escurre hasta encontrar un nuevo curso.

➤ **Acumulación de sedimentos:** Generando grandes barreras de contención impidiendo el pase del agua, donde el agua busca su curso aumentando su nivel y desbordándose, dejando fluir grandes cantidades de agua mezclado con lodos, troncos o piedras.

➤ **Tsunamis:** Estos se da como consecuencia de terremotos en el mar (maremotos), provocando que las placas marinas se muevan, induciendo grandes oleajes, que superan las alturas de agua en la costa, de esta manera invadiendo la tierra.

#### 2.3.3.2.2 Causas No Naturales

También llamadas causas antrópicas, por ser del accionar humano.

➤ **Deforestación:** Debido a las constantes talas excesivas de selvas, siendo esto un gran problema, debido a que la vegetación retiene grandes cantidades de agua.

➤ **Rupturas de presas o diques:** Donde se liberan bruscamente grandes volúmenes de agua, que han sido retenidas, para sus diferentes usos ya sea hidroeléctrico, consumo humano o uso agrícola.

➤ **Construcciones cercanas a los cauces:** En donde reducen las secciones del cauce, evitando que estas sigan su curso normalidad; teniendo como consecuencia el desbordamiento de los ríos.

#### 2.3.3.3 Protección contra inundaciones

Se debe tomar medidas estructurales y también no estructurales, en las cuales reducen los riesgos de inundación de algún espacio a conservar.

##### ➤ **Medidas estructurales**

Se consideran a las represas, encauzamiento, diques y riberos, obras de drenaje y cauces de alivio. Para dar mayor seguridad a la población que quienes serán los mayores beneficiarios.

Para controlar las inundaciones en el mejoramiento de los canales, aumentan la capacidad de carga del río, aumenta la rapidez de flujo, o consiguen simultáneamente los efectos. Una recomendación para las transformaciones a un canal es que se puede descolmatar para agrandar la sección hidráulica y reducir la rugosidad, con la finalidad de que los caudales máximos circulen sin desbordarse y con una mayor velocidad.

### ➤ **Medidas no estructurales**

Trata del control de las zonas de los terrenos aluviales, mediante una correcta zonificación, aquí es donde las entidades máximas deben hacer valer los reglamentos, leyes para las ordenanzas construcción y de esta manera evitar próximas tragedias por las inundaciones pluviales o fluviales.

Estas medidas no estructurales poseen el objetivo de impedir o disminuir el progreso de las zonas aluviales y salvaguardar las estructuras presentes. Al igual que toda medida provisoria, son de menos costo y menos trágicas. Esencialmente, estas medidas son favorables, porque no alternan el cauce originario de inundación del río, sino de evitar de que esto suceda por algún accionar del hombre.

#### **2.3.4 Defensas ribereñas**

Son estructuras cimentadas para la protección de los espacios más cercanos al cauce de un río, del aumento de volumen del agua por eventos hidrometeorológicos, también para proteger los márgenes de los efectos de la erosión y socavación que ejerce el río.

Estas obras de protección se colocan en sitios delimitados, esencialmente para salvaguardar algunas urbes y singularmente, las rutas de comunicación. Pueden ser seguras para el área particular que se va a proteger, pero cambia el régimen natural del flujo y poseen efectos sobre zonas aledañas, los cuales deben ser examinados antes de la construcción de obras.

Para realizar un plan de protección de las aguas fluviales es esencial tener al alcance una información preliminar o referencias que permitan diagnosticar la dificultad que se quiere enmendar, como: topográficos, hidrológicos, hidráulicos y geomorfológicos.

##### **2.3.4.1 Clasificación de los tipos de defensa**

Entre las obras para la protección de cauces se tiene los de tipo flexible y rígido; las cuales cada una de ellas tiene un procedimiento diferente de transmitir cargas.

###### **2.3.4.1.1 Obras de tipo flexible**

Son aquellas obras donde estarán en contacto importantes deformaciones en el suelo.

###### **a. Muros de Gaviones**

Los gaviones son elementos prismáticos muy flexibles, que están fabricados en forma de cajones con mallas de alambre galvanizado, que van a ser rellenos con cantos rodados.

La característica se da de acuerdo a: la cocada o abertura de la malla, el diámetro o número del alambre, tanto para los bordes y amarres. Las especificaciones técnicas deben estar acorde con la realidad de la zona, pues se tiene que ver agentes muy importantes que intervienen, como por ejemplo la hidráulica, la topográfica, el material de arrastre, etc.



**Fig. 7. MURO DE GAVIONES EMPLEADO EN EL ENCAUZAMIENTO DE UN RÍO**

**FUENTE:** Obtenida del internet.

La facilidad de construcción de esta obra, es que los materiales de construcción para los muros son fáciles de transportar, descargar y colocar, en la cual su proceso de construcción es más rápido. La estética de estos muros están acorde con la naturaleza, permitiendo una mejor visibilidad en la naturaleza, sin generar mucho impacto.

Este tipo de estructura son aplicables cuando el flujo es subcrítico, cuando es escasa el material rocoso, la pendiente es muy empinada y cuando la velocidad del flujo es excesiva para revestimiento de enrocados con material de diámetro menor.

Como desventaja de esta solución de protección es que se debe evitar que el material de relleno contenga óxido de fierro, gran alcalinidad o compuestos salinos, ya que la malla de acero galvanizado se puede corroer fácilmente. También se debe tener en cuenta que el personal encargado de colocar esta protección de tener la capacidad del correcto procedimiento de amarre, unión y colocación de las mallas. Los materiales en este caso la roca con el pasar del tiempo se desgastan como resultado de la fricción del agua y en este caso para su reposición, se tendría que hacer un levantamiento de la pared, generando mayores costos en mantenimiento.

## Tipos de Gaviones

### a.1 Gaviones tipo caja

Es una estructura que tiene una forma paralelepípedo rectangular, con diferentes dimensiones en la base, pero con una altura de entre 0.5m a 1 m; su malla metálica es tejida a doble torsión. Es una estructura que funciona por gravedad y su proceder técnico-funcional es excelente, pues permite la fácil edificación de estructuras compactas, flexibles, permeables, y de larga vida útil.

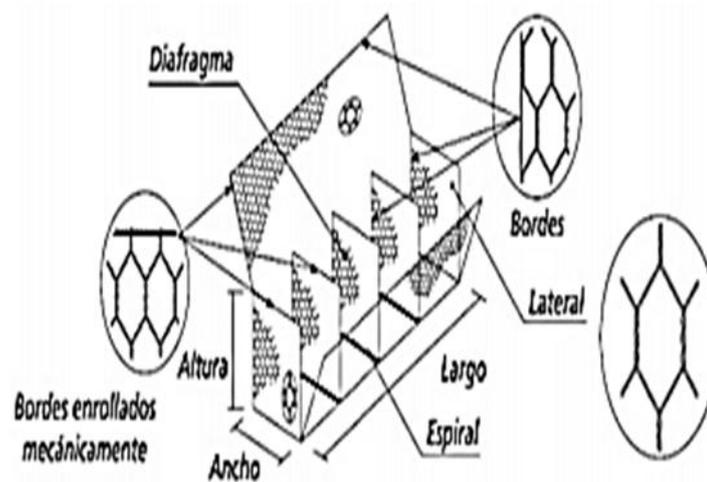


Fig. 8. GAVIÓN TIPO CAJA.

FUENTE: Manual de Defensas Ribereñas y Obras transversales. Maccaferri.

### a.2 Gaviones tipo saco

Se emplea cuando la estructura será construida en agua, los componentes de esta estructura son de forma tubular de 0.65 m aprox de diámetro y longitud variada, producidos en tejido hexagonal de doble torsión. Este tipo de gaviones son muy variables debido a su proceso de construcción, pero son esenciales en obras sumergidas, puesto que permiten laborar sin la necesidad de encajonados o desvíos y son de instalación fácil con el apoyo de equipos mecánicos.

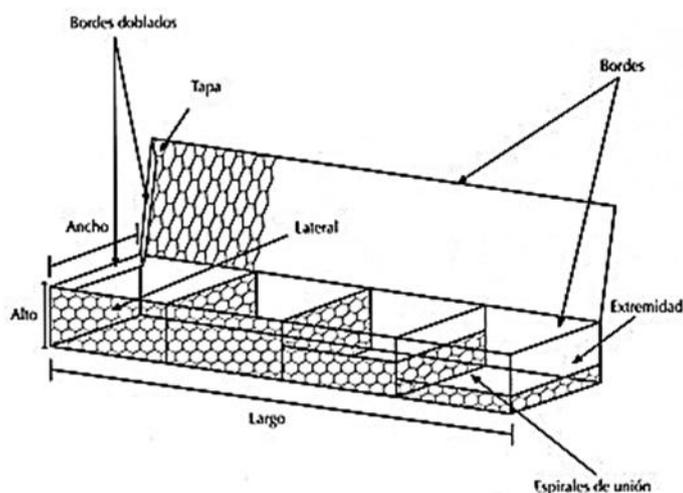


**Fig. 9. GAVIONES TIPO CAJA**

FUENTE: Obtenida de internet

### **a.3 Gaviones tipo colchón**

Son aquellos cuya altura fluctúa entre 0,17m y 0,30m, con áreas variables. Son construidos en forma aplanada para ser utilizados como protección a las erosiones, socavaciones ante las corrientes de agua, y como mejorador de capacidad portante en la conformación de muros y taludes. Debido a que los colchones están generalmente ubicados en contacto con el agua, con partículas de sólidos y sedimentos en general que arrastran los ríos, estos deben tener características tales que les permitan resistir las exigencias físicas y mecánicas como son el impacto, la tracción y la abrasión.



**Fig. 10. GAVIONES TIPO COLCHÓN**

FUENTE: Obtenida de internet

## b. Cribas

Las defensas de criba son construidas por una sucesión de celdas que pueden ser de concretos prefabricados, acero o madera, que se encuentra entrelazados, los cuales se rellenan con material granular, de preferencia compactado. Son estructuras flexibles y fáciles de construir.

Los muros criba pueden ser verticales o inclinados hacia dentro del talud para una mayor estabilidad, trabajando como un muro de gravedad. Son más sensitivos a los asentamientos diferenciales que otros tipos de muros flexibles. La altura máxima que una pared puede llegar a construirse de celda simple es cerca de 5 metros y la máxima generalmente utilizada es de 7 metros, utilizando celdas dobles o triples [11].

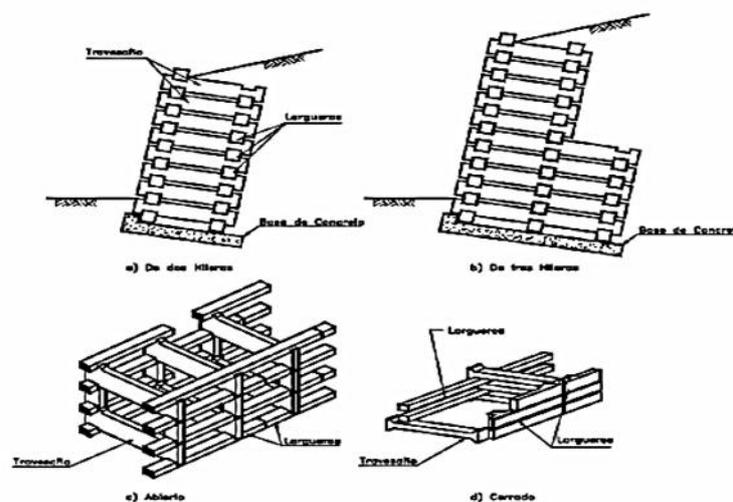


Fig. 11. MUROS CRIBA, ESQUEMA GENERAL. [11]

FUENTE: Obtenida de internet

### 2.3.4.1.2 Obras de tipo Rígido

#### a. Muros de concreto

Este tipo de estructuras tienen el objetivo de encauzar y proteger el río, permitiendo la canalización del flujo con el fin de evitar inundaciones esporádicas. Son capaces de contener presiones laterales que tienden a desplazar linealmente y rotacionalmente a la estructura.

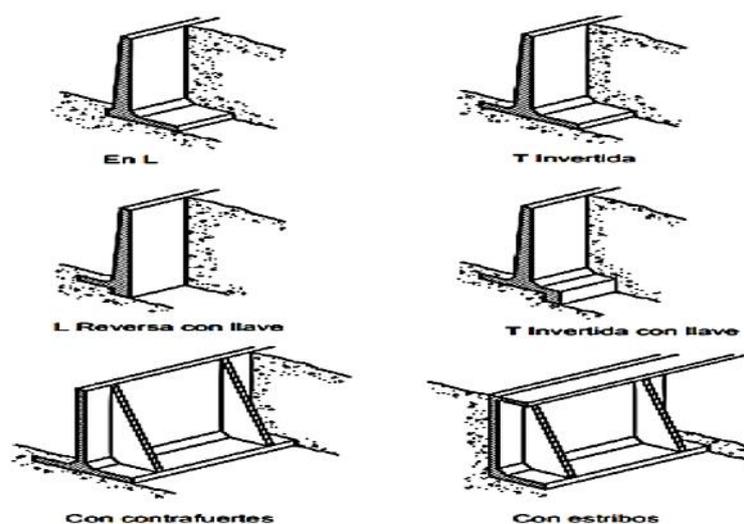
Se presentan dos fuerzas actuantes sobre los muros de contención: las fuerzas horizontales que son empuje activo que es la carga del terreno, empuje pasivo y sobrecargas; y las fuerzas verticales que es el peso del relleno, peso propio de la estructura y sobrecargas. Para ello según Suarez Diaz, mencionado por Flores [12, p. 218], se recomienda tener consideraciones importantes para su diseño como son:

- ✓ Capacidad para resistir esfuerzos de corte y momentos internos forjados por las presiones del suelo y demás cargas.
- ✓ Seguridad contra el volcamiento.
- ✓ Seguridad contra el deslizamiento lateral.
- ✓ Las presiones no deberán sobrepasar la capacidad de soporte en la cimentación.
- ✓ Los asentamientos y distorsiones deben limitarse a valores tolerables.
- ✓ Prevenir la erosión del suelo debajo y delante del muro debido a flujos hidrológicos y escorrentía.
- ✓ Evitar la existencia de presiones de agua en la parte posterior del muro.
- ✓ Estabilidad frente a los diferentes deslizamientos.

### b. Muro de concreto armado

El uso de este tipo de muros de concreto armado va a depender de la cantidad de terreno a contener, pues por su propio peso no solo es necesario para su estabilidad, por esto es que se les conoce como estructuras de semi-graveda. La sección de estos muros puede ser en voladizo o cantiliver, muros con contrafuertes, muros con estribos, donde la pantalla de la estructura es libre en la parte superior y empotrado en una base o zapata.

Una pared de concreto armado es por lo general económica y viable para alturas hasta de 8 metros, ya que mayores alturas aumentarían la flexión de la estructura, por lo tanto, las dimensiones también aumentarían, dando, así como resultado mayores costos de ejecución.



**Fig. 12. MUROS DE CONCRETO ARMADO**

FUENTE: Obtenida de internet

### c. Muros de Concreto Ciclópeo

El concreto ciclópeo es una mezcla de concreto con cantos, piedra labradas o bloques de roca dura, que usualmente se utilizan mezclas de 60% de concreto y 40% de volumen de piedra. Estos muros en su mayoría son empleados para la protección de estribos de puentes, en alcantarillas, entre otras obras en las cuales son indispensables su protección.

Sin embargo, se debe tener en cuenta el tipo y la cantidad de piedra a utilizar, porque existe mayor posibilidad de agrietamiento del muro, por presencia de zonas de debilidad estructural interna.



**Fig. 13. MURO DE CONCRETO CICLÓPEO**

FUENTE: Obtenida de internet.

### Longitud que se deben colocar las protecciones

La longitud necesaria proteger los márgenes de un cauce, depende de las situaciones locales. En requisitos generales la defensa debe resguardar una distancia mayor que la longitud afectada por las fuerzas de erosión. No obstante, no es fácil la determinación a simple vista cual es verdaderamente la zona que se requiere proteger, teniendo en cuenta que los problemas tratan de ampliarse tanto aguas arriba como aguas abajo.

La AASHTO pide, para el caso de protección de cauces contiguo a calzadas, construir obras en una longitud que contiene la zona erosionada una (1) vez el ancho del cauce aguas arriba y 1.5 veces el ancho del cauce hacia aguas abajo [13]. Según la recomendación indica que se debe tener en cuenta que ordinariamente la dificultad trata de ampliarse hacia aguas abajo y hacía aguas arriba, sin embargo, la amplificación definitiva debe responder a un análisis total de la dinámica de la corriente.

Por ello para poder realizar el dimensionamiento de la protección de un río, primero se debe realizar los estudios hidrológicos, para así obtener el caudal de diseño y en seguida la altura del agua, pues mediante una modelación hidráulica se podrá ver que distancia y en qué lugares se deberá construir la protección, ya que estos datos son elementos básicos para el dimensionamiento.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Diseño de investigación

Conforme con el desarrollo del proyecto, la investigación es descriptiva, pues se identificarán las propiedades y características actuales de la zona a evaluar mediante la observación y muestreo para la recolección de datos.

Acorde con el fin perseguido es aplicativa, ya que en todo el desarrollo del proyecto se aplicarán las instrucciones obtenidos en la teoría de la Ingeniería Civil Ambiental, para luego aplicarse en la práctica y así cumplir con los objetivos trazados.

#### 3.2 Población, muestra y muestreo

La población, materia de tesis es aquella que se encuentra establecida en ambas márgenes del río Catís, que se encuentran a 300 metros aguas arriba del Puente (Puente Rojo) y 381 metros aguas abajo.

#### 3.3 Metodologías e instrumentos de recolección de datos

En la obtención de datos, lo dividimos en los siguientes grupos:

##### ✓ Fuentes

Verificación de Normas existentes.

Búsqueda de Bibliografías relacionadas al proyecto.

##### ✓ Estudio Hidrológico

Se procedió a la obtención de las precipitaciones de las cuencas más cercanas. En este proyecto se presentó el problema de que las estaciones, se encontraban bien alejadas a la zona del proyecto, por lo tanto, se también recurrimos a la aplicación de métodos empíricos que es el método de Sección Pendiente, para la corroboración de los datos y verificar el caudal de diseño más razonable para la zona.

Utilización de software como el Arcgis, Hec-ras.

##### ✓ Estudio de Suelos

Granulometría: Simboliza la graduación de los diferentes tamaños que tiene un material mediante el cribado según clasificación SUCS.

Contenido de Humedad: Viene a ser el volumen de agua de un determinado material, en determinadas condiciones, en el que indicado a modo de porcentaje de la masa del material húmedo.

Ensayo de resistencia a la abrasión: Es el deterioro mecánico de los agregados y rocas efecto del frote y/o impacto

Equivalente de arena: Igualdad referente al contenido de polvo fino nocivo o material arcilloso en los suelos finos.

Límite Líquido: Cantidad de agua de un suelo que está entre el estado plástico y el líquido de un suelo.

Límite Plástico: Cantidad de agua de un suelo que se encuentra entre el estado plástico y el semi-sólido.

#### ✓ Levantamiento Topográfico

Utilización de Equipos Topográficos y realización del trabajo de gabinete.

### **3.4 Procedimientos**

#### **3.4.1 Estudio topográfico**

La topografía se encarga del estudio de principios y procedimiento que tiene por centro la representación de la superficie terrestre de forma gráfica, con todos los detalles presentes, tanto naturales como artificiales; donde se plasma en un plano todo el terreno, su sistema hidrográfico, instalaciones y edificaciones existentes, situadas por el hombre.

Aquí entra a tallar el levantamiento topográfico, en la que muestra los trayectos horizontales y las elevaciones (cotas) de los elementos, para luego ser figurados en los planos como curvas de nivel, a escala conveniente para el correcto interpretar del plano por el personal responsable o capacitada, para evaluar que procesos realizar para poder plantear el proyecto expuesto.

##### **3.4.1.1 Recursos Humanos**

Para la realización del trabajo de campo y gabinete, se necesitaron la intervención del siguiente personal:

- Personal para levantamiento del terreno: 2 ayudantes.
- Persona encargada del levantamiento: 1 Persona (responsable de la tesis).
- Trabajo para gabinete: 1 personas responsables de la tesis.

##### **3.4.1.2 Recursos Técnico**

Para la obtención de la información (levantamiento del cauce del río), se utilizaron las siguientes herramientas y equipos:

- 1 estación total TOPCON ES-105
- 1 GPS Garmin 60-CSx
- 1 trípode
- 2 prismas (con bastón y porta prisma)
- 2 winchas (5 m y 30 m)

### **3.4.1.3 Equipo de Gabinete**

Después del trabajo de campo se necesitó de los siguientes equipos, para el correcto procesamiento de datos:

- 1 laptop SAMSUNG Core i7.
- 1 monitor SAMSUNG (para extender la pantalla).
- Programas de ingeniería: Civil 3d, AutoCAD.
- Programas de cómputo: Excel, Word.

### **3.4.1.4 Georreferenciación con GPS**

Para la realización del trabajo se necesitó un Punto fijo (BM) en la que se puede obtener de dos maneras, con coordenadas geográficas en Latitud y Longitud o UTM. En la que ambas cumplen las condiciones para ser implementadas en el trabajo realizado.

### **3.4.1.5 Puntos de Control**

En la realización del levantamiento topográfico se estableció un punto fijo (BM), en la cual puede servir como replanteo, para trabajos posteriores, este punto se obtuvo haciendo uso del GPS con DATUM WGS 84, cuyas coordenadas UTM son 752907.585 E y 9309649.115 N, luego se ha ido avanzando con la ubicación de más puntos en la que cada BM colocábamos la estación, para ser más precisos las cuales tienen la denominación EST\_1 hasta EST\_15; pues estos puntos nos sirvieron de apoyo para el levantamiento de toda la zona de estudio y procesamiento en gabinete, con la propósito de elaborar los planos topográficos adecuados.



**Fig. 14. PUNTOS DE CONTROL**  
**FUENTE:** Fotografía propia

### 3.4.1.6 Levantamiento Topográfico

Para el levantamiento topográfico se empleó la estación total de Modelo Topcon ES 105, ya que el mismo equipo tiene la gran ventaja tomar y registrar los datos automáticamente, dando así la facilidad de eliminar los errores de lectura, la anotación, transcripción y cálculo; pues el mismo equipo tiene la capacidad de realizar la obtención de las coordenadas planares y altura correspondiente.

La información almacenada en el equipo, fue transportada a una laptop, para luego pasar al trabajo de gabinete, en la que se hará uso de los diferentes programas, AutoCAD Civil 3D 2018, el mismo que permitió trabajar adecuadamente la información obtenida en campo.



**Fig. 15. TRABAJO DE CAMPO**  
**FUENTE:** Fotografía propia

### **3.4.1.7 Trabajo de Gabinete**

Ya realizado el levantamiento topográfico, se pasó a detallar el modelo digital del terreno haciendo uso del software AutoCAD Civil 3D 2017, en la que para obtener las curvas de nivel se construyó una malla irregular de triángulos, cuyos puntos obtenidos en campo tienen las coordenadas x, y, z (Este; Norte; Elevación) del lugar de posición o localización, constituyen una representación de superficies, permitiendo plasmar el terreno real en forma virtual a diferentes escalas.



### **3.4.2 Estudio de Mecánica de Suelos**

#### **3.4.2.1 Generalidades**

Actualmente los encauzamientos de los ríos son de gran importancia, ya que permiten derivar las aguas por un cauce propuesto, con sus respectivas defensas de los márgenes, para evitar algún desastre natural por motivo de las máximas avenidas fluviales. Por ello es necesario realizar diferentes estudios de Mecánica de Suelos, sobre el material presente en el lugar donde se proyecta construir y mejorar el cauce del río, y así poder determinar qué tipo de protección plantear, y ver que materiales utilizar en dicho proyecto, para garantizar la durabilidad necesaria de la estructura que estará expuestas al cauce del río.

##### **3.4.2.1.1 Objetivo del estudio de Mecánica de Suelos**

El principal objetivo del presente Informe Técnico es de realizar el Estudio de Mecánica de Suelos para el desarrollo del proyecto con nombre: **ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO–CUTERVO-CAJAMARCA**. En la que se realizará trabajos de campo, mediante la realización de calicatas a cielo abierto, que posteriormente se realizará las pruebas de laboratorio y posterior al procesamiento de los datos. Teniendo como resultado los perfiles estratigráficos del subsuelo, las características físico – mecánicas, la salinidad, la resistencia y deformación del suelo, para así poder determinar qué tipo de protección se debe plantear en el cauce.

##### **3.4.2.1.2 Etapas del estudio de Mecánica de Suelos**

Para este estudio comprende las siguientes actividades.

###### **a. Trabajo de Campo**

- ✓ Reconocimiento geotécnico del área a plantear el proyecto.
- ✓ Excavación de calicatas.
- ✓ Muestreo de suelos Alterados e Inalterados.
- ✓ Descripción in situ de las características del suelo.

###### **b. Trabajo de Laboratorio**

###### **b.1 Ensayos estándares**

- ✓ Análisis Granulométrico con norma NTP 339.128.
- ✓ Contenido de Humedad con norma NTP 339.127

- ✓ Limite Líquido con norma NTP 339.129
- ✓ Limite Plástico con norma NTP 400.018
- ✓ Gravedad Específica con norma NTP 339.131

### **b.2 Ensayos especiales**

- ✓ Contenido de Sales. NTP 339.177:2002
- ✓ Corte Directo. NTP 339.171

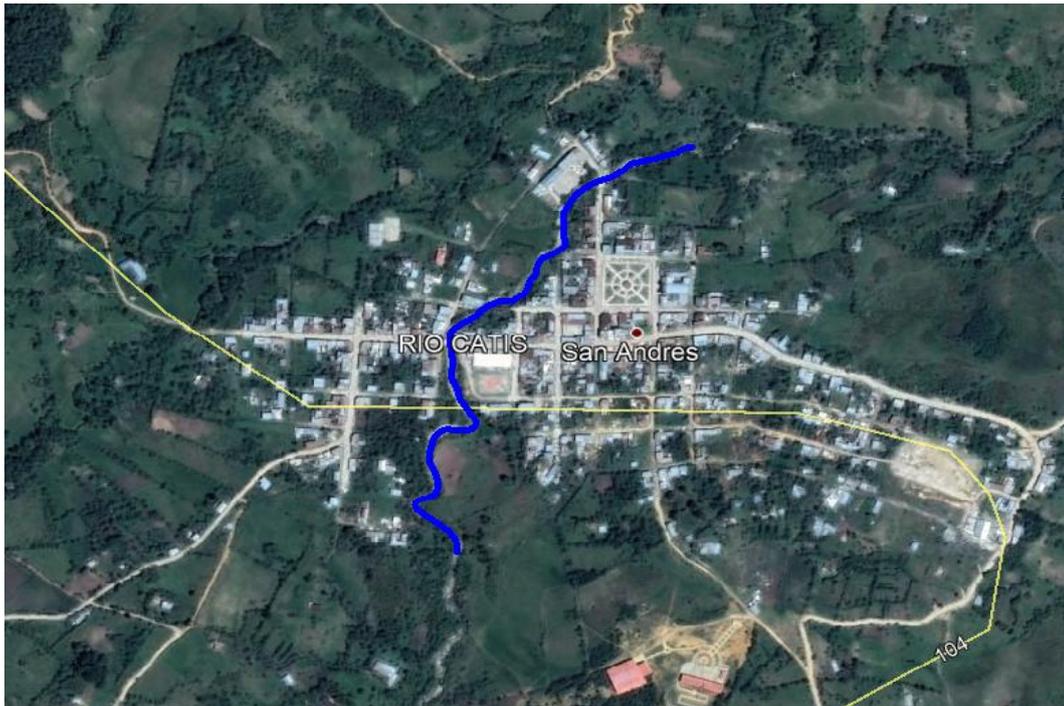
### **c. Trabajo de Gabinete**

- ✓ Interpretación de los resultados obtenidos en los estudios anteriores.
- ✓ Clasificación SUCS.
- ✓ Perfiles Estratigráficos.
- ✓ Determinación de la Capacidades Portantes.
- ✓ Redacción del Informe Final.

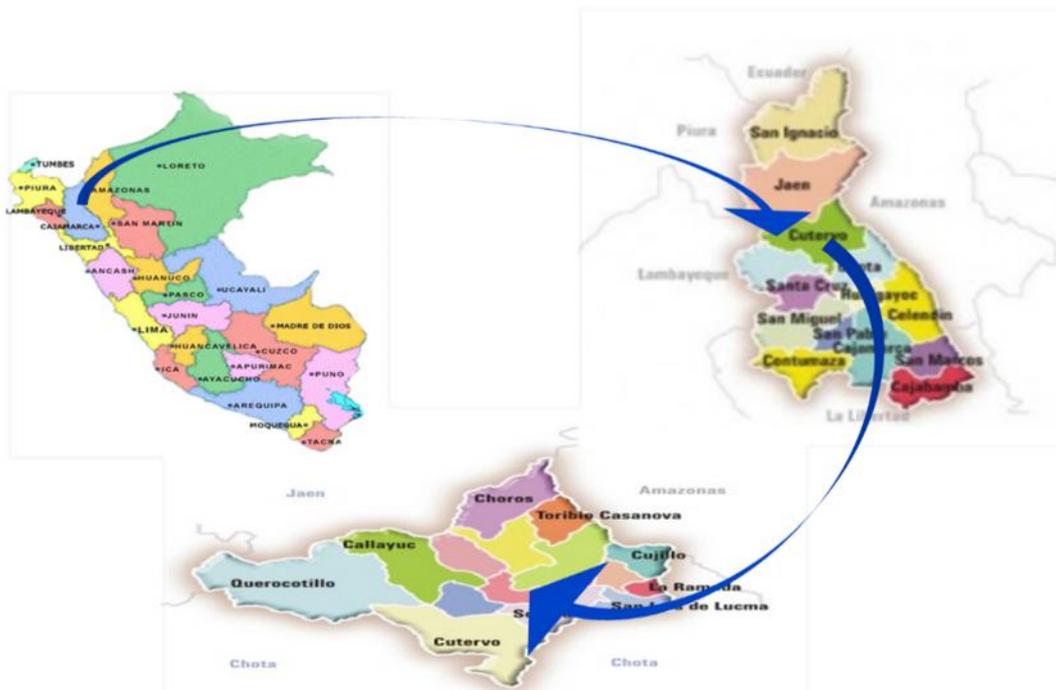
#### **3.4.2.1.3 Localización y exposición del área en estudio**

El lugar de desarrollo de dicho estudio, se encuentra dentro de los 15 distritos de toda la jurisdicción de la provincia de Cutervo, en la zona central de las divisiones políticas de la provincia de Cutervo, en la que se encuentra orientada por el Norte y Noroeste con los distritos de Santa Cruz, Pimpingos y Santo Tomas, por el Este con Santo Tomas y San Juan por el Sureste con Súcota, por el Oeste y Noreste con Santo Domingo De La Capilla Y Callayuc.

El proyecto del encauzamiento es de 0.745 km, entre las coordenadas (752913.670; 9309556.355) y (753165.815; 9310046.891); el río pasada por toda la zona urbana dividiéndolo en dos sectores a la misma localidad de San Andrés; presentando un cauce con bastantes quiebres y con un ancho variable, por lo que se plantea la protección necesaria en los márgenes con la finalidad de evitar un desastre ante posibles inundaciones.



**Fig. 17. UBICACIÓN DEL PROYECTO**  
FUENTE: Google Earth



**Fig. 18. ESQUEMA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO**  
FUENTE: Google Earth

### 3.4.2.1.4 Acceso al lugar de estudio

Para llegar a la zona del proyecto planteado, nos trazamos comenzando de la ciudad de Chiclayo hasta la localidad de San Andrés de Cutervo.

**TABLA III TIEMPO DE VIAJE DESDE LA CIUDAD DE CHICLAYO - SAN ANDRES DE CUTERVO**

RUTA	TRANSPORTE	CONDICIÓN DE LA VIA	KILOMETRAJE	HORAS
CHICLAYO - CUTERVO	*BUS	ASFALTADA	210 KM aprox	5 a 6
	* COMBIS			3.5 a 4
CUTERVO - SOCOTA	*COMBIS	AFIRMADA	30 KM aprox	1
	*CAMIONETAS			
SOCOTA - SAN ANDRES	*COMBIS	AFIRMADA	35 KM aprox	1
	*CAMIONETAS			

FUENTE: Elaboración Propia

RUTA	TRANSPORTE	CONDICIÓN DE LA VIA	KILOMETRAJE	HORAS
CHICLAYO - JAEN	*BUS	ASFALTADA	305 KM aprox	5 a 6
	* COMBIS			4 a 5
JAEN - CUTERVO	* COMBIS	ASFALTADA	115 KM aprox	2 a 3
CUTERVO - SOCOTA	*COMBIS	AFIRMADA	30 KM aprox	1
	*CAMIONETAS			
SOCOTA - SAN ANDRES	*COMBIS	AFIRMADA	35 KM aprox	1
	*CAMIONETAS			

FUENTE: Elaboración Propia

### 3.4.2.1.5 Condición climática y altitud de la zona

En San Andrés de Cutervo de acuerdo a la zona geográfica su clima es muy variado, donde según los ecosistemas del Parque Nacional de Cutervo se encuentra clasificado como bosque muy húmedo–Montano Bajo Tropical, con una precipitación pluvial durante todo un año, un

promedio de 200 a 300 mm y la biotemperatura anual es de 12 °C a 17 °C. La vaporización permisible es aprox. de 0.25 a un 0.50, siendo esto lo que establece un ambiente perhumedo. Así mismo se determinó una agrupación atmosférica de bosque nublado, siendo considerado así porque gran parte del año persiste húmedo.

Las épocas de intensidades y frecuencias considerables de aguacero son los períodos de diciembre a marzo, los meses restantes del año las lluvias son variadas en la que no es muy exacto predecir las épocas de verano. Por lo general el clima está afectado por los vientos del Océano Pacífico y la Cordillera de los Andes.

### **3.4.2.2 Geología y sismicidad del área en estudio**

#### **3.4.2.2.1 Geología**

De acuerdo a la visita a campo se observó que los suelos existentes, están formados por gran parte de arcilla, arenas y gravas, donde la formación de estos suelos ha ido transcurriendo al paso del tiempo durante muchas eras geológicas.

Estos materiales conformantes de la configuración estratégica están constituidos mayormente por rocas mesozoicas, en el sistema cretáceo, serio Inferior, según la clasificación del mapa Geológico de la Región Cajamarca, fuente INGEMMET [14].

#### **3.4.2.2.2 Sismicidad**

En el Perú se determinó un mapa de zonificación Sísmica, las cuales clasifican según las características de mayor o menor presencia de sismos. El proyecto se localiza en el distrito de San Andrés de Cutervo, por lo tanto, en la zonificación según el Reglamento Nacional de Edificaciones se encuentra en una Zona 2 que corresponde a una sismicidad media.

#### **3.4.2.2.3 Procesos geodinámicos**

Para el desarrollo del presente proyecto se realizaron excavaciones a cielo abierto a una profundidad de entre 2.10 m a 2.80 m, para así poder identificar la estratigrafía y verificar la resistencia a la erosión, corte y a la estabilidad de los materiales que existen, ya que se trata de suelos arcillosos, arenosos, y gravosos, de consistencia y compacidades variables, que se encuentra formado espesores de considerable potencia presentando colores variados que se van desde marrón a gris oscuro y de variable contenido de humedad.

### **3.4.2.3 Investigación de campo**

#### **3.4.2.3.1 Normatividad**

- **TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN EN CAMPO:** Procedimiento para clasificación de suelos con propósito de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos SUCS). NTP 339.134
- **APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN: POZOS O CALICATAS.** NTP 339.162
- **TIPO DE MUESTRAS:**
  - Muestra alterada en bolsas de plástico (MAB). NTP 339.151
  - Muestra inalterada en tubos de pared delgada (MIT). NTP 339.169

#### **3.4.2.3.2 Muestreo y registro de excavaciones**

Con el muestreo analizaremos e identificaremos las diferentes capas de suelos encontrados, así como también las características físico-mecánicas. Se obtuvieron OCHO (08) calicatas en la modalidad de “cielo abierto”, para luego ser transportadas hacia el laboratorio de la Universidad Santo Toribio de Mogrovejo, para los ensayos respectivos.

TABLA IV LISTADO DE CALICATAS REALIZADAS

Nº CALI CATA	LADO	MUESTRA	PRO FUNDIDAD
C-1	ORILLA	M-1	0.00 - 0.40
C-1		M-2	0.40 - 1.00
C-1		M-3	1.00 - 1.80
C-1		M-4	1.80 - 2.30
C-2	ORILLA	M-1	0.00 - 0.10
C-2		M-2	0.10 - 0.90
C-2		M-3	0.90 - 1.60
C-2		M-4	1.60 - 2.20
C-3	ORILLA	M-1	0.00 - 0.50
C-3		M-2	0.50 - 1.10
C-3		M-3	1.10 - 0.60
C-3		M-4	0.60 - 2.10
C-4	ORILLA	M-1	0.00 - 0.80
C-4		M-2	0.80 - 1.50
C-4		M-3	1.50 - 2.20
C-4		M-4	2.20 - 2.80
C-5	BORDO	M-1	0.00 - 0.80
C-5		M-2	0.80 - 1.40
C-5		M-3	1.40 - 2.20
C-5		M-4	2.20 - 2.70
C-6	BORDO	M-1	0.00 - 0.70
C-6		M-2	0.70 - 1.60
C-6		M-3	1.60 - 2.30
C-6		M-4	2.30 - 2.80
C-7	BORDO	M-1	0.00 - 0.40
C-7		M-2	0.40 - 1.10
C-7		M-3	1.10 - 1.60
C-7		M-4	1.60 - 2.20
C-8	BORDO	M-1	0.00 - 0.50
C-8		M-2	0.50 - 1.20
C-8		M-3	1.20 - 1.80
C-8		M-4	1.80 - 2.40

FUENTE: Elaboración Propia

#### 3.4.2.4 Ensayos de Laboratorio

La realización de todos los estudios se procedió haciendo uso las normativas que ya se mencionaron en la sección trabajos en laboratorio.

#### 3.4.2.5 Estratigrafía del terreno en estudio

Se ha elaborado los perfiles de cada uno de las muestras obtenidas, ver en la sección anexos en el cual se presenta el estudio de Mecánica de Suelos con sus respectivos resultados de todos los ensayos y la estratigrafía de cada muestra obtenida, que confirman los antecedentes de la zona revelando los materiales subyacentes al terreno estudiando.

Cabe recalcar que para la obtención de las muestras en lo que son en los bordes, se obtuvieron de los taludes, ya que no era necesario su excavación; para lo que es las muestras en las orillas, se realizaron excavaciones a cielo abierto, donde las paredes de estas, se mantuvieron estables hasta el final de la exploración de campo.



**Fig. 19 VISTA PERFIL ESTRATIGRÁFICO EN CAMPO**

**FUENTE:** Fotografía Propia

#### 3.4.2.6 Análisis del suelo a cimentar

Teniendo como referencia la Norma E.050 Suelos y Cimentaciones, se procedió al análisis de los perfiles estratigráficos, resultados de los estudios de laboratorio y teniendo en conocimiento las particularidades estructurales del proyecto, se considera:

### Profundidad de la cimentación

El nivel de cimentación se ubicará donde no se encuentre propenso a socavación y volteo, para prevenir todo esto se consideró una profundidad de cimentación de 1.50 m, a lo largo de toda la estructura, pudiendo generarse cambios ya que las dimensiones de la estructura se pueden variar.

### El tipo de cimentación

Por la naturaleza de la estructura y del suelo se ha considerado una del tipo superficial (poco profunda) en base a zapatas continuas o aisladas, ya sea rectangulares o cuadradas, dependiendo del tipo de elemento a edificar.

### Cálculo y análisis de la capacidad admisible de carga

➤ Para Zapata Cuadrada y Corrida la falla es por Corte Local:

#### Zapata Continúa:

$$q_d = \frac{2}{3} C N_c + \gamma_1 D_f N_q + 0.5 \delta_2 B N_\gamma$$

Donde:

$D_f$	=	profundidad de cimentación.
$B$	=	ancho de la cimentación.
$c$	=	cohesión.
$\gamma_1$	=	Peso específico del suelo situado encima de la zapata.
$\gamma_2$	=	Peso específico del suelo situado por debajo de la zapata.
$N_c, N_q, y N_\gamma$	=	Factores de capacidad de carga.

$$N_c = \cot g\Phi(Nq - 1)$$

$$Nq = e^{\pi \operatorname{tg}\Phi} \operatorname{tg}^2 \left( 45 + \frac{\Phi}{2} \right)$$

$$N_\gamma = 2 \operatorname{tg}\Phi(Nq + 1)$$

Cálculo de la capacidad admisible:  $Q_{\text{adm}} = q_d / \text{FS}$

Factor de seguridad (FS):  $\text{FS} = 3$

### **Cálculo de asentamientos**

Tiene mayor magnitud el asentamiento diferencial que el total, incluso cuando es más trabajoso estimar el diferencial. Lo anterior es debido a que la dimensión del diferencial depende del terreno y la estructura.

Comúnmente se establecen algunas relaciones entre la desviación máxima y el asentamiento diferencial máximo, inmediatamente se tiene la relación entre el asentamiento diferencial máximo y el asentamiento máximo zapata.

Para la exploración de cimentaciones, están los llamados asentamientos totales y asentamientos diferenciales, donde el asentamiento diferencial es el que podrían implicar la seguridad y estabilidad de la estructura si excede una pulgada (1”), que es el asentamiento máximo permisible para estructuras del tipo convencional.

Las propiedades del suelo de cimentación son asumidas a través de tablas publicadas con valores para cada tipo de suelo existente en el cual ira desplantada la cimentación. Los cálculos de asentamiento se han realizado considerando cimentación rígida flexible, se considera además que los esfuerzos transmitidos son de igual capacidad la carga admisible.

### **Método elástico**

$$S_i = \frac{q_a * B(1 - \mu^2)I_f}{E_s}$$

Donde:

$S_i$  : Asentamiento Admisible

$I_f$  : Factor de Forma (cm/m)

$E_s$  : Modulo de Elasticidad (ton/m<sup>2</sup>)

$\mu$  : Relación de Poisson

$q_a$  : Presión de Trabajo (ton/m<sup>2</sup>)

$B$  : Ancho de la Cimentación (m)

### **3.4.3 Estudio Hidrológico**

En el desarrollo del presente proyecto, la información meteorológica y hidrológica se obtuvo del Servicio Nacional de Meteorología e hidrología (SENAMHI), cuya entidad es el que brinda los datos de las actividades hidrometeorológicas en todo el país. De ser el caso de haber zonas

que no cuenta con la información del SENAMHI, existe entidades encargadas de la administración de los recursos hídricos, en la que son delegadas por el ANA.

En el caso del presente proyecto no se contó con información hidrológica en la misma zona del estudio, se procedió a realizar dos métodos para la obtención de del caudal de diseño, siendo el método de sección pendiente, y el otro es la extrapolación de datos de precipitaciones de las cuencas más cercanas al estudio, en donde se aplicará el método de isoyetas para encontrar la precipitación media.

### 3.4.3.1 Información básica de la cuenca

Para el tramo de estudio, como no cuenca estaciones hidrometereológicas, se obtuvo por aplicar el método de isoyetas para obtener la precipitación promedio en la zona de estudio, en la cual se consideraron las estaciones de Cutervo, Querocotillo, Hacienda Pucará y Jaén, considerando para ello los registros de precipitación máximos de 24 horas desde el año 1982 hasta el 2018.

**TABLA V ESTACIONES HIDROMETEREOLÓGICAS**

ESTACIÓN	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	LATITUD "S"	LONGITUD "W"
CUTERVO	CAJAMARCA	CUTERVO	CUTERVO	6°22'	78°48'
HACIENDA PUCARÁ	CAJAMARCA	JAEN	PUCARÁ	6°2'	79°8'
JAEN	CAJAMARCA	JAEN	JAEN	5°40'	78°46'
QUEROCOTILLO	CAJAMARCA	CUTERVO	QUEROCOTILLO	6°16'	79°2'

FUENTE: Elaboración Propia

### 3.4.3.2 Período de retorno

Para que se den soluciones a este tipo de estructuras como es la de defensas ribereñas las entidades como el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en su manual de hidrología, nos indica que para la correcta elección del período de retorno, se debe tener en cuenta la relación entre la probabilidad de la existencia de un evento, la vida útil de la estructura a plantear y el peligro de falla admisible, dependiendo de factores técnicos, económicos, sociales, y otros.

El riesgo de falla admisible dado de la siguiente manera.

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Esta expresión permite deducir el período de retorno T, fijando el riesgo de falla admisible R, el cual es la posibilidad de ocurrencia de algún evento de la creciente estudiada, durante la vida útil de la estructura planteada.

TIPO DE OBRA	RIESGO ADMISIBLE (**) (%)
Puentes (*)	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas Ribereñas	25

**Fig. 20. VALORES RECOMENDADOS DE RIESGO ADMISIBLE PARA OBRAS DE DRENAJE**

FUENTE: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje

(\*)

- Para obtención de la luz y nivel de aguas máximas extraordinarias.
- Se recomienda un periodo de retorno de 500 años para el cálculo de socavación

(\*\*) Vida útil considerado (n)

- Puentes y defensas Ribereñas n= 40 años.
- Alcantarillas de quebradas importantes n=25 años.
- Alcantarillas de quebradas menores n= 15 años.
- Drenaje de plataforma y sub-drenes n= 15 años.
- Se tendrá en cuenta, la importancia y la vida útil de la obra a diseñarse.
- El propietario de una obra es el que define el riesgo admisible de falla y la vida útil de las obras.

También el Ingeniero Máximo Villón, en su libro de cálculos hidrológicos, nos brinda una relación del periodo de retorno en función al tipo de estructuras, asimismo menciona que el año puede aumentar, dependiendo si es para la protección a las vidas humanas.

Tipo de estructura	Período de Retorno (años)
Puente sobre carretera importante	50 – 100
Puente sobre carretera menos importante 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 *

\*Puede aumentar si estas obras protegen poblados de importancia.

**Fig. 21. PERIODO DE RETORNO EN FUNCIÓN DE LA ZONA A PROTEGER**

FUENTE: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje

### 3.4.3.3 Determinación del Periodo de Retorno

Cuando se trata de soluciones específicas en estructuras que se encuentran expuestas al agua, el estado o las entidades encargadas en las diferentes jurisdicciones, consideran periodos cortos entre 10 a 15 años de vida útil, puesto que no consideran importantes pérdidas o daños en un futuro.

Pero en el actual proyecto se plantea una solución integral para ambos márgenes del Río Catis, en las que cuenta con 0.681 km de longitud, cuyas defensas den la seguridad de protección necesaria para la población Sanandresina.

Haciendo uso de la fórmula del Ministerio De Transportes donde (Riesgo admisibles)  $R=25\%$ ; (Vida útil)  $n= 25$  años, se obtiene un periodo de  $T= 87.40244636$  años dando un equivalente  $T=88$  años, y así mismo contamos con la información de Fuentes Mariles y Victor Franc nos indica que debe ser de un periodo de 100 años ya que se trata de zonas agrícolas con poblado. Y según Máximo Villon nos indica que por ser un proyecto de encausamiento es de 50 años pudiéndose prolongar a 100 años por el motivo de protección de vidas humanas

En conclusión, se considera un periodo de vida a utilizar es de 100 años, teniendo en cuenta las condiciones y el ámbito en que cual se desarrolla el presente proyecto de tesis.

### 3.4.3.4 Evaluación de la información Hidrológica

Al realizar la obtención de la información, se observa que en el país existe algunas limitaciones en lo que consiste en la disponibilidad de datos hidrometeorológicos, ya que en

mayor parte de las cuencas no están instrumentadas apropiadamente, es por ello que generalmente procedemos a otros métodos indirectos para la obtención del caudal de diseño.

De acuerdo con la información adquirida se elegirá el método más apropiado para la estimación del caudal de diseño, el cual serán verificadas con las observaciones directas realizadas durante la visita a campo, como es el caso de la verificación de marcas (niveles) de agua en los márgenes del cauce, donde dejan rastros de crecidas importantes también la verificación del comportamiento de obras ya existentes.

Para que lo que es obtención de los resultados del caudal de diseño, el primer método que será aplicado es método empírico, en la que se es necesario los datos hidrológicos, para ello es se recomienda un mínimo de datos registrado de 25 años, para así tener una predicción de futuros eventos históricos.

En el caso de nuestro proyecto se cuenta con cuatro estaciones meteorológicas convencionales, las cuales cubren todo el litoral de nuestro proyecto, para lo que consiste en el cálculo del caudal de precipitaciones promedio en dicho proyecto que queda en la localidad de San Andrés de Cutervo; las estaciones son: Cutervo, Hacienda Pucará, Jaén y Querocotillo.

**TABLA VI. DATOS DE PRECIPITACIÓN DE LA ESTACIÓN DE CUTERVO**

<b>AÑO</b>	<b>ENE. (mm)</b>	<b>FEB. (mm)</b>	<b>MAR. (mm)</b>	<b>ABR. (mm)</b>	<b>MAY. (mm)</b>	<b>JUN. (mm)</b>	<b>JUL. (mm)</b>	<b>AGO. (mm)</b>	<b>SET. (mm)</b>	<b>OCT. (mm)</b>	<b>NOV. (mm)</b>	<b>DIC. (mm)</b>	<b>Precip. max (mm)</b>
1989	28.00	24.80	24.00	30.00	18.70	12.00	9.20	13.20	36.20	38.50	28.00	29.50	38.50
1990	30.00	22.40	22.40	26.50	19.80	7.00	8.70	6.40	12.30	43.00	24.00	17.00	43.00
1991	14.50	S/D	S/D	S/D	9.00	8.00	12.00	11.00	17.40	23.00	15.80	31.20	31.20
1992	9.20	26.80	31.00	23.80	16.90	14.50	8.50	24.00	22.00	19.00	15.30	12.50	31.00
1993	30.00	16.50	42.20	33.20	13.80	3.20	17.50	19.00	52.00	21.20	25.50	52.00	52.00
1994	23.00	25.00	39.00	44.00	12.50	4.50	5.00	0.30	17.80	6.80	38.00	26.80	44.00
1995	10.20	11.00	24.80	17.40	9.50	5.00	6.00	25.50	7.30	33.70	19.20	31.00	33.70
1996	15.10	23.40	31.20	22.40	21.90	34.20	2.40	8.20	8.40	39.50	19.50	11.00	39.50
1997	24.20	36.00	20.80	13.40	8.00	12.20	2.00	5.30	5.50	23.50	15.00	25.30	36.00
1998	10.00	54.00	49.00	26.00	29.30	3.00	0.00	1.60	23.30	15.50	34.30	43.50	54.00
1999	37.80	57.00	22.80	20.00	16.60	28.00	20.30	4.50	35.60	31.00	44.20	33.00	57.00
2000	14.80	50.00	30.80	40.90	22.50	13.90	14.80	8.10	16.00	5.30	9.00	34.00	50.00
2001	34.00	12.10	49.10	33.20	18.00	1.50	3.80	2.00	15.30	36.20	28.30	26.10	49.10
2002	12.70	21.30	27.80	41.90	27.00	3.40	9.00	1.80	40.00	54.40	22.20	22.10	54.40
2003	19.00	40.00	32.00	29.00	10.20	10.50	0.50	7.20	6.60	22.00	S/D	12.60	40.00
2004	25.50	33.00	11.40	33.10	13.70	5.10	7.40	6.00	12.90	29.10	38.60	16.70	38.60
2005	13.50	42.40	25.20	11.60	18.60	15.10	4.50	2.20	16.20	46.70	18.70	18.00	46.70
2006	27.00	25.40	49.50	37.00	7.40	14.80	12.50	3.50	10.80	23.50	32.40	18.60	49.50
2007	31.30	9.40	25.80	29.10	27.30	4.00	15.20	7.80	15.10	46.50	26.00	24.90	46.50
2008	28.00	38.30	15.20	23.80	20.80	11.70	6.20	18.50	22.20	35.20	S/D	24.40	38.30
2009	16.00	28.80	S/D	28.30	13.80	17.00	11.60	2.80	16.40	25.90	14.80	22.70	28.80
2010	13.90	49.30	50.40	24.40	15.50	4.80	28.90	4.80	26.30	26.20	29.00	18.60	50.40
2011	30.50	25.00	32.40	25.70	10.60	6.30	7.00	16.00	23.30	30.10	21.40	35.20	35.20
2012	40.50	19.90	34.30	29.70	8.80	1.20	2.00	4.00	22.20	39.80	13.30	17.50	40.50
2013	49.00	21.50	32.90	31.90	59.00	10.10	S/D	S/D	8.70	15.30	12.20	28.50	59.00
2014	16.30	34.20	65.00	27.20	20.50	11.10	11.80	6.20	10.40	26.70	28.80	35.00	65.00
2015	35.00	36.60	34.60	43.20	11.00	2.30	4.00	1.50	4.60	23.60	20.20	7.80	43.20
2016	16.20	26.40	25.80	33.80	30.50	10.30	5.00	3.50	32.00	22.20	51.00	27.50	51.00
2017	41.00	32.00	27.80	23.70	32.00	23.10	5.30	25.40	21.20	S/D	S/D	S/D	41.00

**FUENTE:** Datos brindados por SENAMHI

**TABLA VII. DATOS DE PRECIPITACIÓN DE LA ESTACION HACIENDA PUCARÁ.**

AÑO	ENE. (mm)	FEB. (mm)	MAR. (mm)	ABR. (mm)	MAY. (mm)	JUN. (mm)	JUL. (mm)	AGO. (mm)	SET. (mm)	OCT. (mm)	NOV. (mm)	DIC. (mm)	Precip. max (mm)
1982	20.00	0.00	0.00	26.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.00	26.00	18.00	26.60
1983	20.00	27.80	41.10	42.70	43.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	43.30
1984	1.60	35.40	31.60	25.60	21.40	4.40	12.00	28.00	4.50	0.00	0.00	0.00	35.40
1986	46.00	25.00	19.00	25.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	27.00	35.00	14.00	46.00
1987	30.00	10.00	20.00	10.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.00	0.00	0.00	30.00
1988	40.00	27.00	25.00	20.00	0.00	0.00	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	40.00
1989	10.10	19.00	19.00	39.00	0.00	20.00	10.00	0.00	0.00	0.00	12.00	0.00	39.00
1990	0.00	14.00	25.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	40.00	0.00	40.00
1991	0.00	0.00	0.00	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00
1992	28.80	10.20	19.50	9.00	18.20	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	13.30	10.40	28.80
1993	23.40	40.20	13.90	24.40	10.70	3.70	2.30	1.70	22.40	30.40	30.60	43.30	43.30
1994	12.20	14.20	31.80	30.40	9.80	7.00	0.50	1.10	23.30	2.50	20.30	10.80	31.80
1995	2.70	10.60	10.60	20.10	4.00	0.50	10.30	0.60	2.50	10.00	20.20	23.60	23.60
1996	9.51	10.40	40.70	22.10	4.50	10.30	0.00	1.30	10.30	20.70	20.70	11.80	40.70
1997	10.40	12.10	5.70	11.70	4.40	3.60	4.00	1.40	2.70	7.50	10.10	2.60	12.10
1998	17.20	50.40	30.20	30.50	20.40	7.90	0.00	5.30	60.10	40.80	30.30	11.80	60.10
1999	37.60	32.00	20.60	10.90	28.20	7.10	2.10	0.70	20.60	9.10	26.50	30.40	37.60
2000	20.50	70.50	10.10	35.90	14.10	10.20	1.80	4.60	20.50	2.60	10.40	12.70	70.50
2001	50.60	51.80	50.00	11.00	40.30	2.10	5.10	0.00	20.90	50.60	32.80	14.90	51.80
2002	19.60	12.10	14.60	30.20	18.40	4.50	10.10	0.00	1.30	40.60	17.80	11.40	40.60
2003	11.30	24.30	30.20	10.20	10.60	10.50	2.20	2.50	10.10	61.30	30.10	20.90	61.30
2004	10.70	20.00	10.90	50.10	10.40	2.40	7.90	0.00	31.40	20.40	28.30	46.80	50.10
2005	4.00	50.20	40.20	20.90	9.40	3.20	0.10	10.30	11.60	12.00	10.20	22.70	50.20
2006	50.10	40.50	35.70	30.20	5.60	6.80	20.50	1.90	2.10	20.30	13.80	10.30	50.10
2007	47.20	13.00	44.90	21.80	16.50	1.10	3.10	7.80	5.30	45.60	60.70	26.40	60.70
2008	35.30	30.60	27.70	20.90	15.40	9.50	3.30	11.60	4.00	40.20	52.50	19.20	52.50
2009	53.10	17.70	28.90	25.30	3.50	2.80	3.10	8.10	2.50	39.70	11.70	20.40	53.10
2010	7.10	38.00	45.10	12.50	8.20	3.60	0.30	2.20	7.10	42.60	9.20	27.60	45.10
2011	20.60	23.40	25.40	30.40	15.80	0.60	3.30	0.80	92.00	31.80	22.00	23.10	92.00
2012	11.90	21.00	30.40	39.80	12.60	1.70	0.80	0.50	1.00	28.30	27.60	24.70	39.80
2013	15.00	12.70	28.20	6.10	47.50	1.30	1.50	13.90	2.40	20.40	28.00	14.00	47.50
2014	17.00	9.20	56.50	11.50	23.50	2.90	3.50	3.50	4.80	19.90	58.20	3.80	58.20
2015	21.90	82.60	S/D	14.10	15.00	0.40	3.40	0.50	0.40	5.40	26.00	6.80	82.60
2016	16.90	21.30	20.30	35.60	24.00	1.60	0.70	1.60	49.40	17.80	1.40	17.20	49.40
2017	9.30	5.80	39.70	S/D	33.10	1.50	0.00	25.30	13.00	14.00	12.50	16.20	39.70
2018	33.80	17.60	6.90	15.90	17.60	5.60	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	33.80

FUENTE: Datos brindados por SENAMHI

TABLA VIII. DATOS DE PRECIPITACIÓN DE LA ESTACIÓN DE JAÉN

AÑO	ENE. (mm)	FEB. (mm)	MAR. (mm)	ABR. (mm)	MAY. (mm)	JUN. (mm)	JUL. (mm)	AGO. (mm)	SET. (mm)	OCT. (mm)	NOV. (mm)	DIC. (mm)	Precip. Max (mm)
1982	28.50	18.40	31.90	41.30	19.00	11.70	3.50	8.60	3.50	33.70	11.20	16.70	41.30
1983	14.10	31.30	83.30	89.60	24.40	11.70	S/D	S/D	8.20	16.90	24.80	19.40	89.60
1984	7.50	6.80	19.70	30.60	38.10	18.00	2.40	7.20	17.00	19.40	18.20	12.00	38.10
1985	5.30	47.00	10.30	18.80	39.90	9.00	6.20	8.20	8.50	54.40	0.70	14.40	54.40
1986	12.00	4.60	23.40	21.90	17.60	1.60	6.00	13.90	S/D	62.60	13.50	24.50	62.60
1987	S/D	12.00	21.80	23.50	68.20	29.00	16.60	5.50	12.10	67.00	11.40	6.00	68.20
1988	25.80	15.20	10.90	35.50	20.60	5.50	13.30	6.00	8.60	70.80	70.00	30.00	70.80
1989	S/D	37.00	22.80	18.50	66.00	6.70	17.50	1.50	7.40	17.20	6.50	12.60	66.00
1990	21.70	18.20	24.30	12.50	17.60	6.20	27.70	7.20	13.10	28.00	25.00	32.00	32.00
1991	25.30	10.00	12.90	44.90	20.90	18.90	22.70	4.10	6.00	14.00	47.50	11.80	47.50
1992	4.70	9.30	12.00	19.10	4.90	11.80	3.70	11.00	6.70	17.60	57.40	29.40	57.40
1993	4.90	4-8.5	35.50	8.00	8.20	10.30	6.50	12.00	16.80	12.00	20.00	32.00	35.50
1994	5.50	12.00	48.20	23.30	7.20	12.40	8.20	S/D	12.20	SID	S/D	9.00	48.20
1995	21.70	18.20	24.30	12.50	17.60	6.20	27.70	7.20	13.10	28.00	25.00	32.00	32.00
1996	7.90	25.70	18.00	11.20	16.50	14.70	0.50	6.70	13.70	19.80	18.40	38.00	38.00
1997	11.00	16.70	14.40	30.00	24.40	16.90	17.40	6.00	3.50	16.00	18.60	6.60	30.00
1998	14.40	25.40	18.80	36.00	24.80	22.00	12.60	4.50	12.40	31.70	11.20	2.60	36.00
1999	13.00	44.20	59.20	12.20	S/D	15.80	17.40	5.60	25.40	25.00	12.20	33.60	59.20
2000	17.20	34.40	36.60	19.00	20.00	16.60	27.01	9.00	18.60	9.60	8.40	30.20	36.60
2001	26.60	10.40	10.80	10.40	39.10	5.80	5.40	4.80	21.00	11.80	35.00	27.80	39.10
2002	18.90	28.00	13.50	61.50	61.20	4.00	14.30	1.50	13.00	88.00	31.00	15.10	88.00
2003	7.80	35.60	13.70	32.80	25.20	23.00	8.00	16.20	16.00	23.20	10.60	29.10	35.60
2004	7.50	6.80	19.70	30.60	38.10	18.00	2.40	7.20	17.00	19.40	18.20	12.00	38.10
2005	6.50	42.00	36.20	31.00	10.20	18.30	1.90	14.50	18.70	27.90	78.50	31.50	78.50
2006	18.50	38.70	23.00	9.40	13.50	26.50	1.30	8.50	5.60	11.70	15.50	16.00	38.70
2007	7.60	27.00	32.50	29.00	29.30	13.00	27.20	7.50	7.20	45.90	38.90	22.60	45.90
2008	17.00	37.20	63.70	10.20	15.80	26.90	17.40	3.40	18.40	26.70	20.60	20.60	63.70
2009	20.50	11.50	38.80	37.60	10.30	7.50	14.60	19.50	13.00	44.60	13.80	21.20	44.60
2010	16.60	35.80	5.50	41.50	12.50	10.00	4.00	18.30	9.60	24.00	21.50	20.60	41.50
2011	25.90	39.50	34.70	39.80	70.60	4.50	21.80	3.50	7.20	25.80	23.50	26.70	70.60
2012	23.80	32.60	22.50	27.50	4.40	16.80	6.40	6.80	5.20	22.00	23.20	12.80	32.60
2013	5.30	47.00	10.30	18.80	39.90	9.00	6.20	8.20	8.50	54.40	0.70	14.40	54.40
2014	14.60	20.00	38.60	50.30	47.80	8.00	10.00	11.90	6.50	9.70	30.80	20.50	50.30
2015	49.50	16.60	73.00	15.60	21.60	4.00	51.00	7.00	6.00	13.60	15.00	20.60	73.00
2016	25.60	14.50	S/D	28.60	12.50	9.20	16.80	13.20	S/D	S/D	S/D	23.00	28.60
2017	19.20	11.20	37.80	26.80	S/D	12.80	9.40	21.70	3.40	17.40	15.00	39.60	39.60
2018	15.70	63.80	10.00	27.80	23.60	6.80	16.30	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	63.80

FUENTE: Datos brindados por SENAMHI

**TABLA IX. DATOS DE PRECIPITACIÓN DE LA ESTACIÓN DE QUEROCOTILLO**

<b>AÑO</b>	<b>ENE.</b> <b>(mm)</b>	<b>FEB.</b> <b>(mm)</b>	<b>MAR.</b> <b>(mm)</b>	<b>ABR.</b> <b>(mm)</b>	<b>MAY.</b> <b>(mm)</b>	<b>JUN.</b> <b>(mm)</b>	<b>JUL.</b> <b>(mm)</b>	<b>AGO.</b> <b>(mm)</b>	<b>SET.</b> <b>(mm)</b>	<b>OCT.</b> <b>(mm)</b>	<b>NOV.</b> <b>(mm)</b>	<b>DIC.</b> <b>(mm)</b>	<b>Precip. max</b> <b>(mm)</b>
<b>1995</b>	15.50	12.00	14.00	15.00	16.00	17.00	16.00	10.00	7.00	15.50	23.50	46.00	46.00
<b>1996</b>	7.00	25.50	39.00	33.00	15.50	21.00	7.00	10.00	9.00	23.50	61.50	12.50	61.50
<b>1997</b>	13.00	30.00	8.00	31.50	28.00	5.50	0.00	8.00	7.00	33.00	10.00	22.00	33.00
<b>1998</b>	31.00	29.00	80.00	62.00	32.50	25.50	9.00	3.00	15.00	29.50	30.00	13.00	80.00
<b>1999</b>	47.00	62.70	12.50	32.00	11.50	29.00	16.30	7.30	12.40	32.30	26.00	19.00	62.70
<b>2000</b>	22.00	27.80	24.00	55.00	28.50	28.30	9.20	14.00	51.10	11.50	15.80	54.60	55.00
<b>2001</b>	40.30	38.60	23.40	29.90	26.10	6.40	30.20	5.50	21.60	26.20	23.70	34.10	40.30
<b>2002</b>	18.60	31.80	39.40	40.60	24.70	18.00	10.70	3.30	22.20	35.60	24.90	19.60	40.60
<b>2003</b>	34.30	42.10	18.60	17.30	16.80	15.20	5.20	6.20	6.90	18.00	29.70	62.00	62.00
<b>2004</b>	16.20	33.40	21.50	41.20	43.00	30.00	20.00	5.70	12.80	17.00	66.70	35.50	66.70
<b>2005</b>	23.00	34.00	32.10	5.90	11.80	20.20	10.40	3.40	6.10	29.00	36.00	25.00	36.00
<b>2006</b>	30.00	30.80	49.80	25.20	17.00	12.00	5.20	6.80	12.90	40.80	16.70	14.10	49.80
<b>2007</b>	51.00	11.20	25.40	14.10	23.20	8.80	13.20	10.10	5.20	40.50	40.50	28.20	51.00
<b>2008</b>	32.90	47.70	32.20	30.00	17.00	11.00	16.30	6.40	19.40	25.20	11.30	29.80	47.70
<b>2009</b>	27.50	38.70	51.60	55.20	13.20	34.40	18.80	11.00	11.70	22.50	32.90	21.00	55.20
<b>2010</b>	16.50	58.30	67.10	36.60	29.90	5.50	8.50	3.60	17.00	33.40	25.80	29.90	67.10
<b>2011</b>	28.60	28.00	26.20	35.50	37.40	25.60	15.90	11.40	14.70	31.30	26.50	24.80	37.40
<b>2012</b>	32.00	25.00	16.10	30.40	7.00	5.00	12.00	8.00	6.10	14.70	25.80	42.80	42.80
<b>2013</b>	30.00	18.00	43.00	26.00	29.80	6.00	5.50	32.50	7.50	25.70	8.50	16.00	43.00
<b>2014</b>	10.50	24.00	23.50	26.80	19.50	7.80	7.50	30.20	16.50	31.80	31.00	35.00	35.00
<b>2015</b>	51.00	31.50	S/D	28.90	12.00	7.50	9.50	5.50	4.50	8.00	39.90	5.50	51.00
<b>2016</b>	37.60	8.10	28.90	53.10	56.80	9.50	14.00	9.00	14.50	4.50	15.30	28.50	56.80
<b>2017</b>	15.50	23.80	40.30	26.00	50.00	20.60	8.70	19.10	19.00	26.80	12.20	14.20	50.00
<b>2018</b>	38.40	18.80	31.20	26.70	39.00	8.40	S/D	5/D	5/D	S/D	5/D	S/D	39.00

**FUENTE:** Datos brindados por SENAMH

### 3.4.3.5 Parámetros morfométricos de la Cuenca del río Catis

Para una cuenca hidrográfica, es esencial la revisión de los procesos que alteran el escurrimiento del agua. Estos métodos que intervienen en la geomorfología de la cuenca, en el que el clima es un factor más significativo, el uso y tipo de superficie, la cubierta vegetal o nivel de urbanización. Pero también existen parámetros contables que consideran la calidad de estos procesos para establecer comparaciones y cuencas similares de una forma preliminar.

Las propiedades son:

- ✓ Área de la cuenca.
- ✓ Perímetro de la cuenca.
- ✓ Altitud promedio de la cuenca.
- ✓ Pendiente promedio de la cuenca.
- ✓ Distancia del cauce principal.
- ✓ Forma de la cuenca
- ✓ Orden de la red hídrica.
- ✓ Pendiente medio del cauce mayor
- ✓ Tiempo de concentración.

Para este caso haremos uso del programa ArcMap, donde nos brindará todos los parámetros morfológicos de la cuenca, para su posterior cálculo de la precipitación media.

ArcMap simboliza la información geográfica como una recopilación de capas y otros compendios en un mapa. Los componentes de mapa comunes son el marco de datos, que contiene las capas de mapa para una extensión fija, más la barra de escala, el título, la flecha de norte, una leyenda de símbolos, texto descriptivo, etc.

Los datos obtenidos en el programa ArcMap de la cuenca del río Catis es son los siguientes:

TABLA X DATOS MORFOLOGICOS DE LA CUENCA

DESCRIPCION	UND	VALOR
<b>De la superficie</b>		
Área	km <sup>2</sup>	32.12
Perímetro de la cuenca	km	23.55
<b>Cotas</b>		
Cota máxima	msnm	3500.00
Cota mínima	msnm	2054.52
<b>Centroide</b>		
X centroide	m	749497.90
Y centroide	m	9309552.62
Z centroide	msnm	2793.29
<b>Altitud</b>		
Altitud media	msnm	2793.29
Altitud más frecuente	msnm	2840.03
Altitud de frecuencia media (1/2)	msnm	2799.19
<b>Pendiente</b>		
pendiente promedio de la cuenca	%	39.53
<b>De la Red Hídrica</b>		
Longitud del curso principal	km	7.370
Orden de la Red Hídrica	UND	5
Longitud de la red hídrica	km	105.14
Pendiente Promedio del cauce mayor.	%	2.29

FUENTE: Elaboración propia

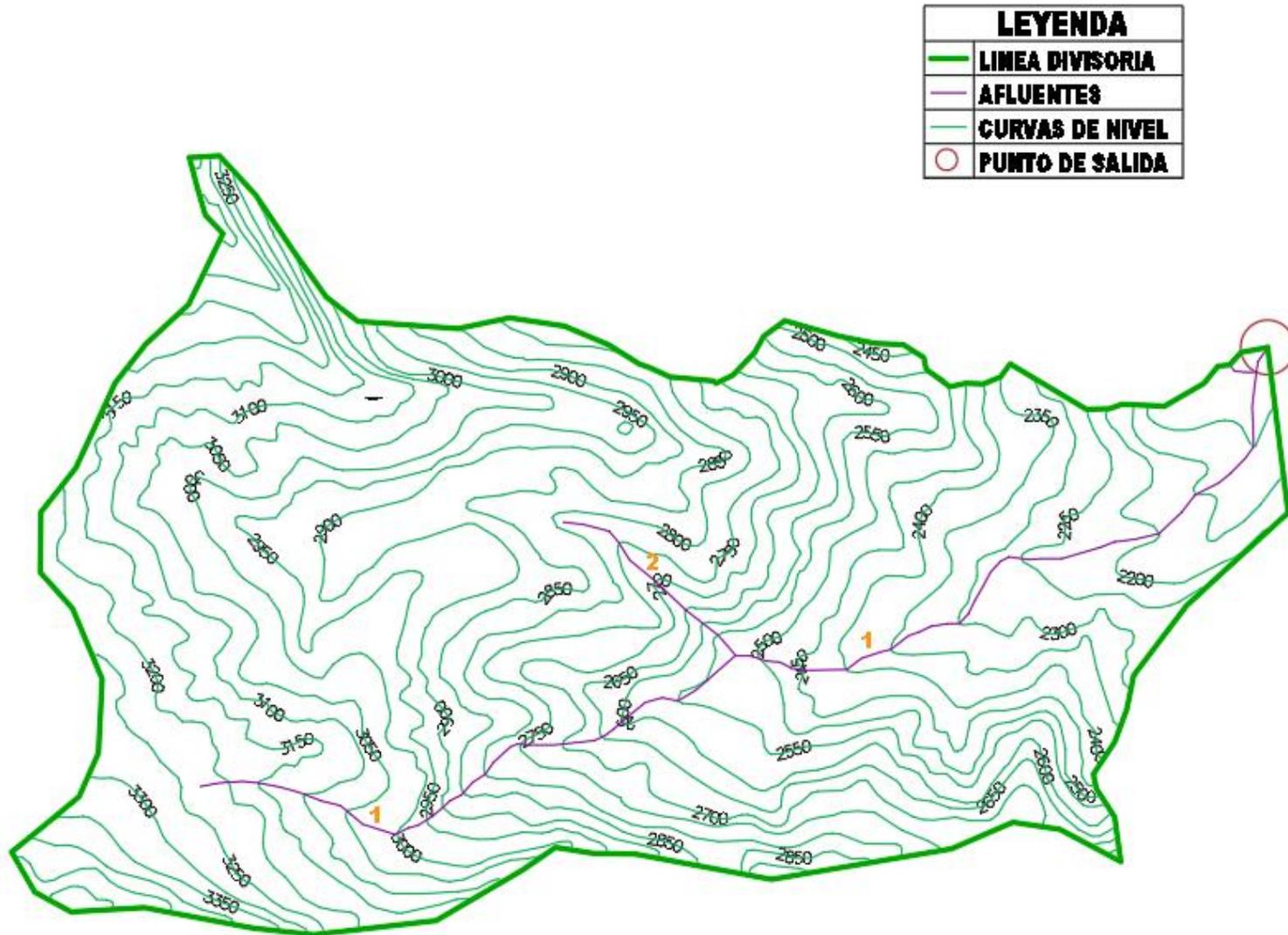


Fig. 22 CURVAS DE NIVEL E=50, CUENCA RÍO CATIS

FUENTE: Elaboración propia

### 3.4.3.6 Análisis estadístico de datos hidrológicos

El análisis estadístico se hizo referencia al Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, de donde tuvimos como guía para la obtención de la precipitación promedio.

#### 3.4.3.6.1 Modelos de distribución

La determinación de frecuencias tiene el fin de evaluar precipitaciones, intensidades o caudales máximos, de acuerdo al evento, para diferentes períodos de retorno, mediante la utilización de modelos probabilísticos, en el que pueden ser discretos o continuos. Estadísticamente existen diversas funciones de distribución de probabilidades teóricas; las cuales son recomendables utilizar las funciones que a continuación se mencionarán:

#### Distribución Normal

Se define como:

$$f(x) = \frac{1}{S\sqrt{(2\pi)}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{S}\right)^2}$$

Donde

$f(x)$  = función densidad normal de la variable  $x$

$X$  = variable independiente

$\mu$  = parámetro de localización, igual a la media aritmética de  $x$ .

$S$  = parámetro de escala, igual a la desviación estándar de  $x$ .

#### Distribución Gumbel

Conocida de también como distribución de Valores Tipo I o Doble Exponencial que tiene como función:

$$f(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

Haciendo uso del método de momentos, obtenemos la siguiente relación:

$$\alpha = \frac{1.2825}{\sigma} \quad \beta = \mu - 0.45\sigma$$

Donde:

: Parámetro de concentración.

: Parámetro de localización.

Ven Te Chow, indica que la distribución se puede expresar de la siguiente forma:

$$x = x + k x$$

Donde:

x: Valor con una probabilidad dada.

x: Media de la serie.

k: Factor de frecuencia.

### Distribución Log Gumbel

Se define como:

$$y = \frac{\ln x - u}{\sigma}$$

La función reducida log Gumbel es:

$$G(y) = e^{-e^{-y}}$$

### Distribución Log Pearson Tipo III

La función es:

$$f(x) = \frac{(\ln x - x_0)^{\gamma-1} e^{-\frac{(\ln x - x_0)}{\beta}}}{x\beta^\gamma \Gamma(\gamma)}$$

Válido para:

$$x_0 < x <$$

$$- < x_0 <$$

$$0 < <$$

$$0 < <$$

Donde:

$x_0$ : parámetro de posición

: parámetro de forma

: parámetro de escala

Para la estimación de precipitaciones se aplicó el programa “RIVER” (Diseño de Defensas Ribereñas – ANA); en la que está encaminado a profesionales e instituciones que están abarcados a obras de defensas o protección de ríos.



**Fig. 23. VISTA DE LA VENTANA DE INICIO DEL PROGRAMA RIVER.**

Fue diseñado por el ingeniero Emilse Benavides C., profesional técnico del ANA (Autoridad Nacional del Agua) del Ministerio de Agricultura.

El manual fue hecho por el Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructuras de Captación – PERPEC, Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales – ANA, cuyo programa debe ser utilizado como una referencia para el diseño de estructuras laterales y espigones.

Para la estimación de la precipitación promedio de cada estación ya indicada, se tiene que ingresar los datos de precipitaciones máximas por año, pero antes de ello el programa nos pide que ingresemos el tiempo de retorno, el registro del año de inicio y el registro del año final. Estos datos ya se nos fueron brindados por SENAMHI en la cual se puede mostrar las bases de datos anteriormente mencionadas.

Los datos y los resultados de cada estación se mostrarán a continuación en cada captura que se le ha realizado, con sus respectivas descripciones.



Fig. 24. ESTACIÓN CUTERVO – MÉTODOS ESTADÍSTICOS \_ RIVER

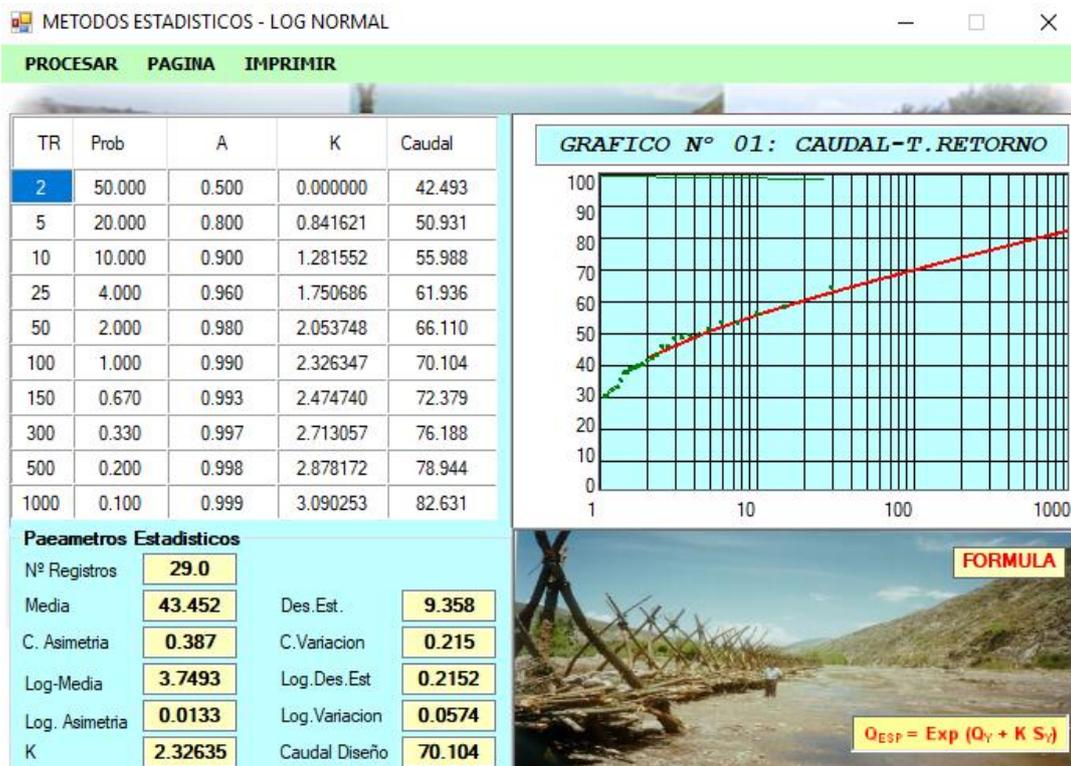


Fig. 25. ESTACIÓN CUTERVO – MÉTODO ESTADÍSTICO LOG NORMAL \_ RIVER

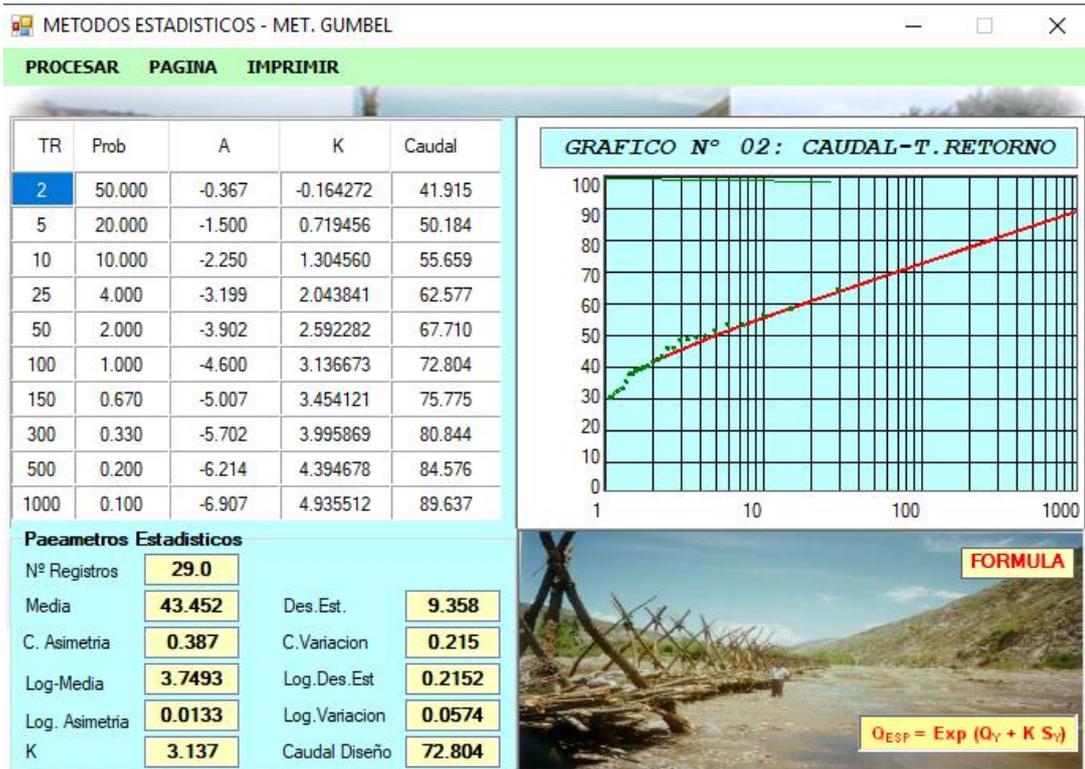


Fig. 26. ESTACIÓN CUTERVO – MÉTODO ESTADÍSTICO GUMBEL\_RIVER

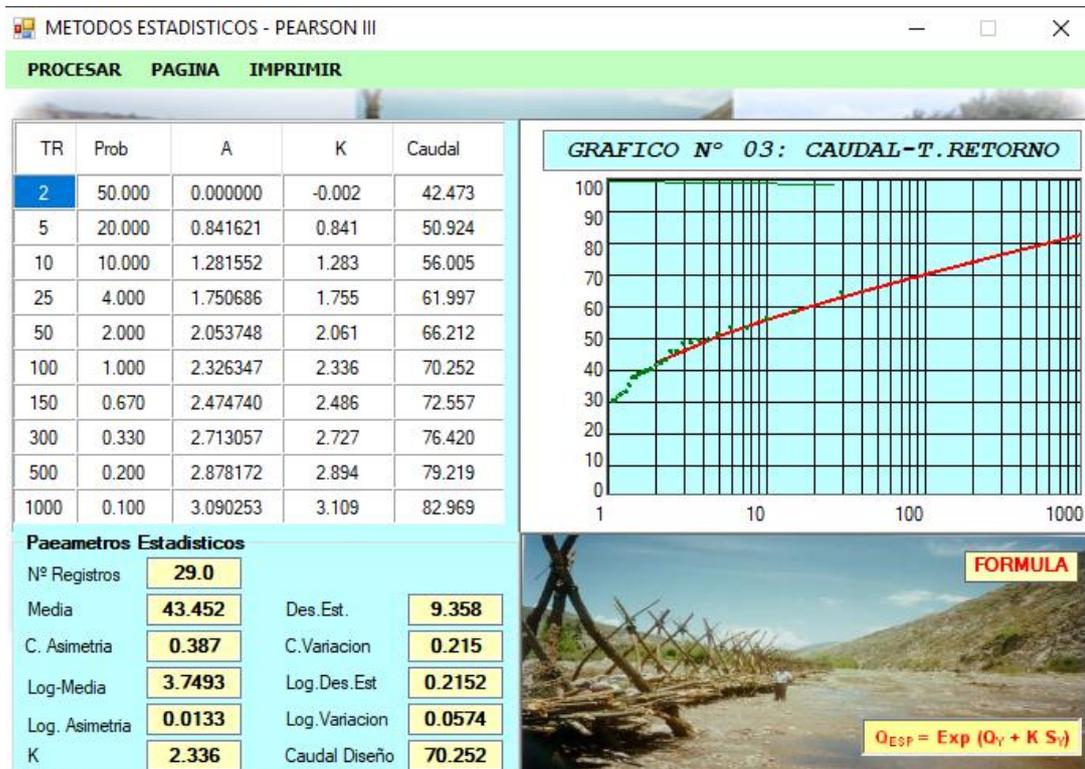


Fig. 27. ESTACIÓN CUTERVO – MÉTODO ESTADÍSTICO PEARSON III\_RIVER



Fig. 28. ESTACIÓN CUTERVO – PRECIPITACIÓN PROMEDIO\_RIVER

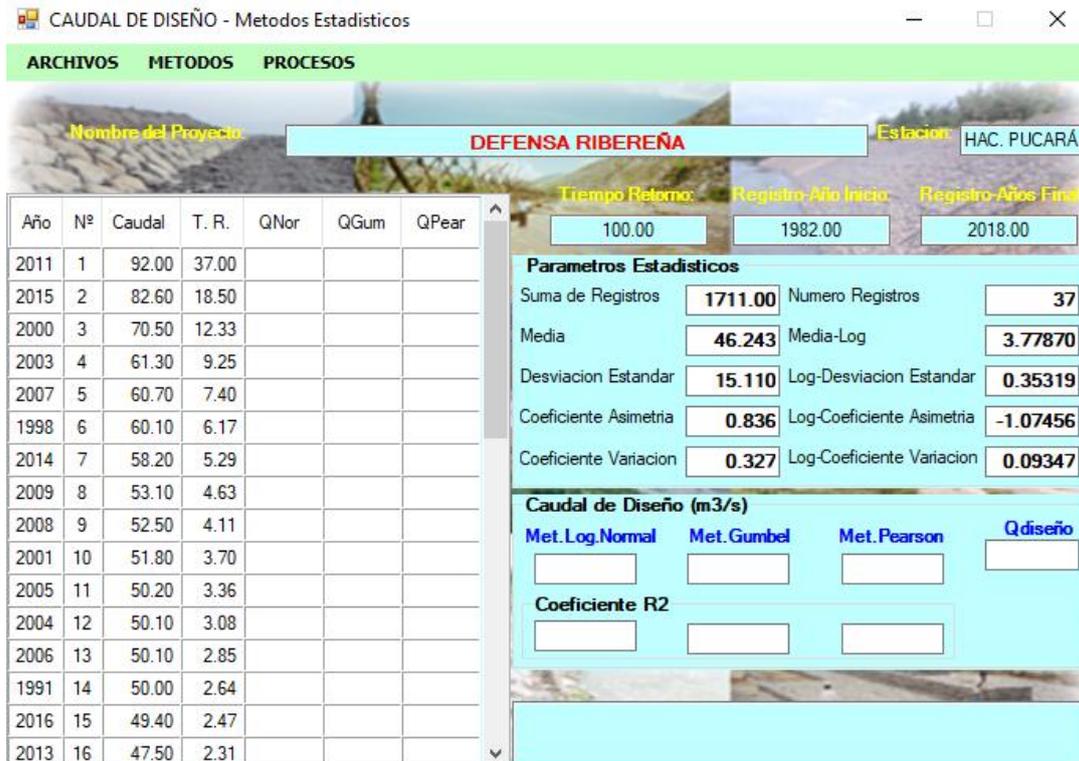


Fig. 29. ESTACIÓN HACIENDA PUCARÁ – MÉTODOS ESTADÍSTICOS \_ RIVER

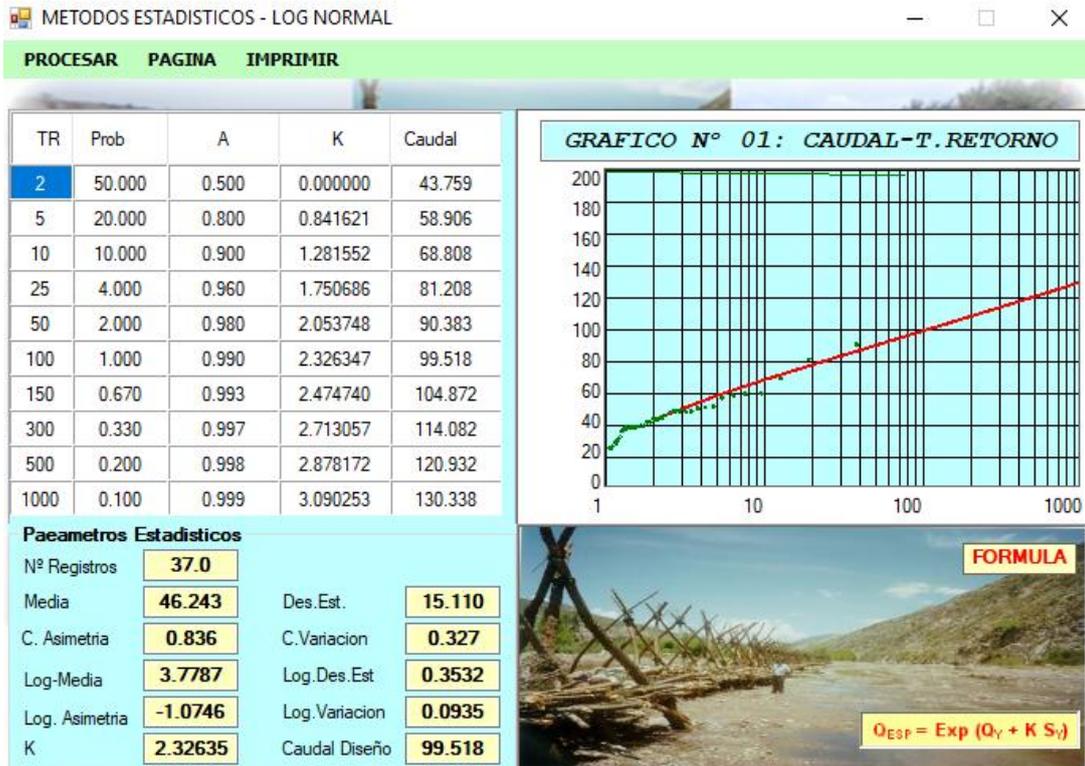


Fig. 30. ESTACIÓN HACIENDA PUCARÁ – MÉTODO ESTADÍSTICO LOG NORMAL\_RIVER

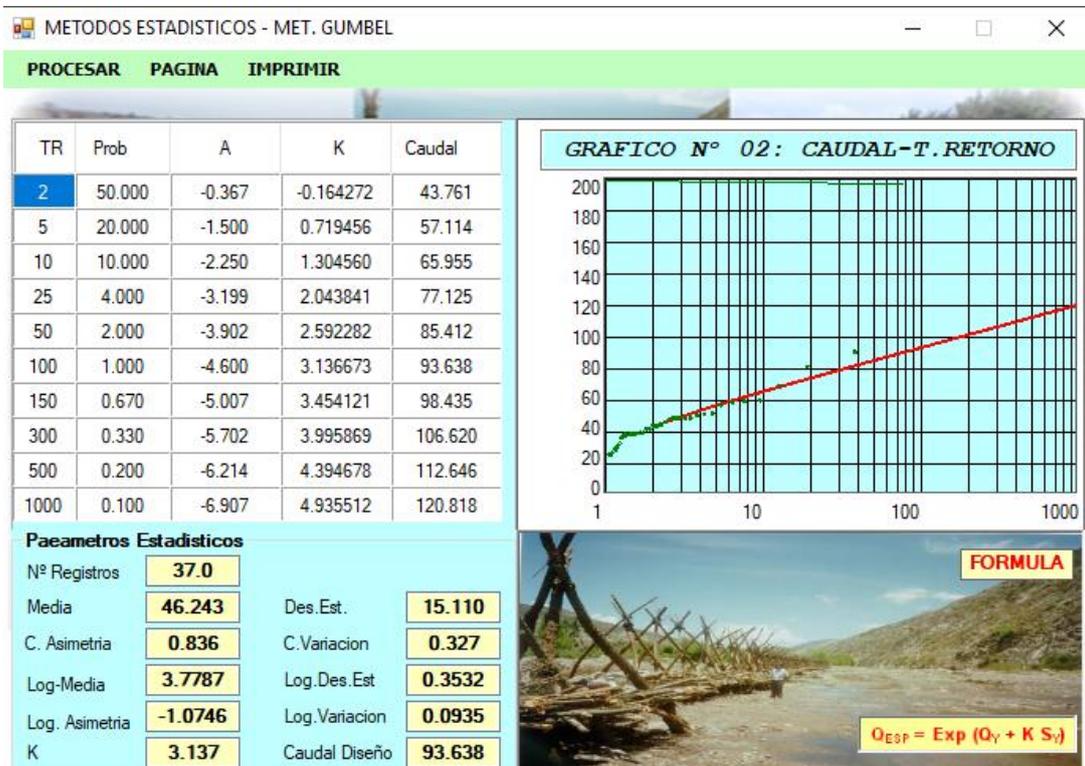


Fig. 31. ESTACIÓN HACIENDA PUCARÁ – MÉTODO ESTADÍSTICO GUMBEL\_RIVER

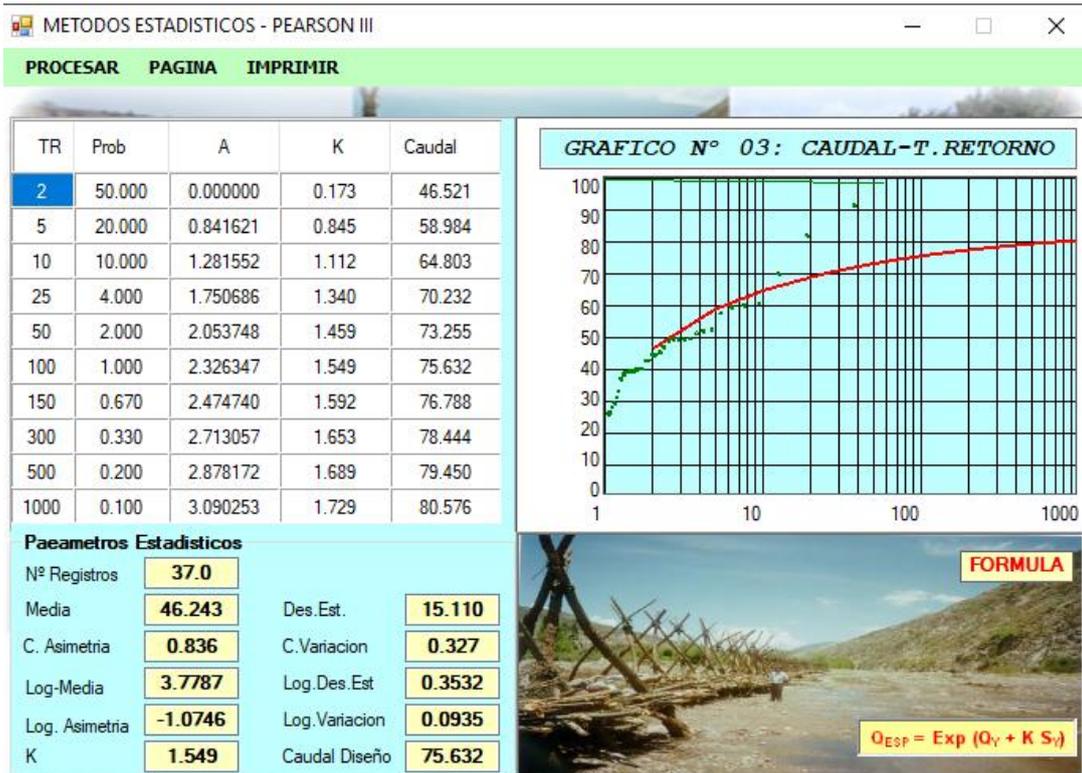


Fig. 32. ESTACIÓN HACIENDA PUCARÁ – MÉTODO ESTADÍSTICO PEARSON III\_RIVER



Fig. 33. ESTACIÓN HACIENDA PUCARÁ – PRECIPITACIÓN PROMEDIO\_RIVER

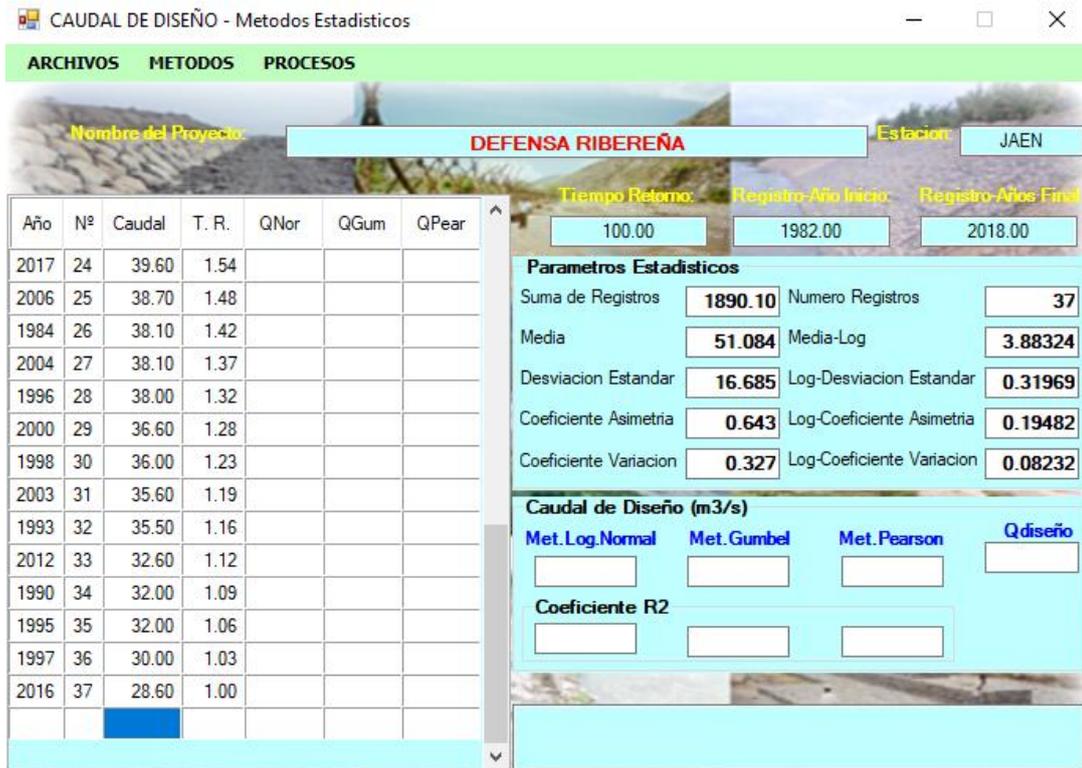


Fig. 34. ESTACIÓN JAÉN – MÉTODOS ESTADÍSTICOS \_ RIVER

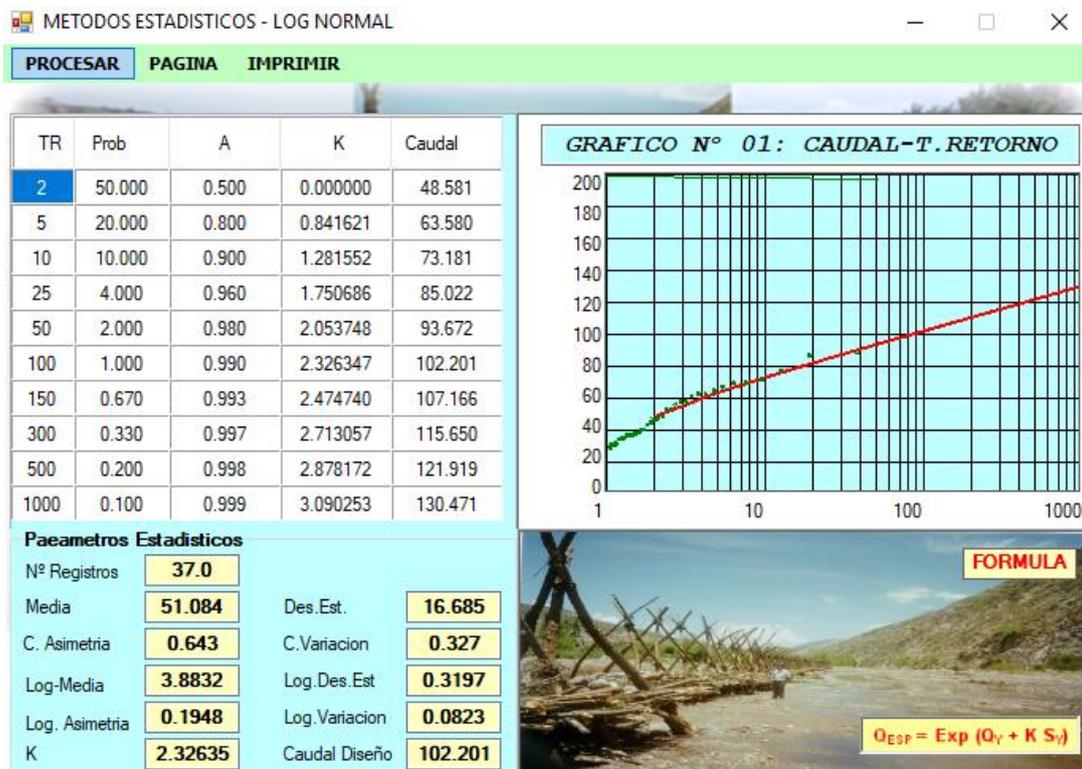


Fig. 35. ESTACIÓN JAÉN – MÉTODO ESTADÍSTICO LOG NORMAL\_ RIVER

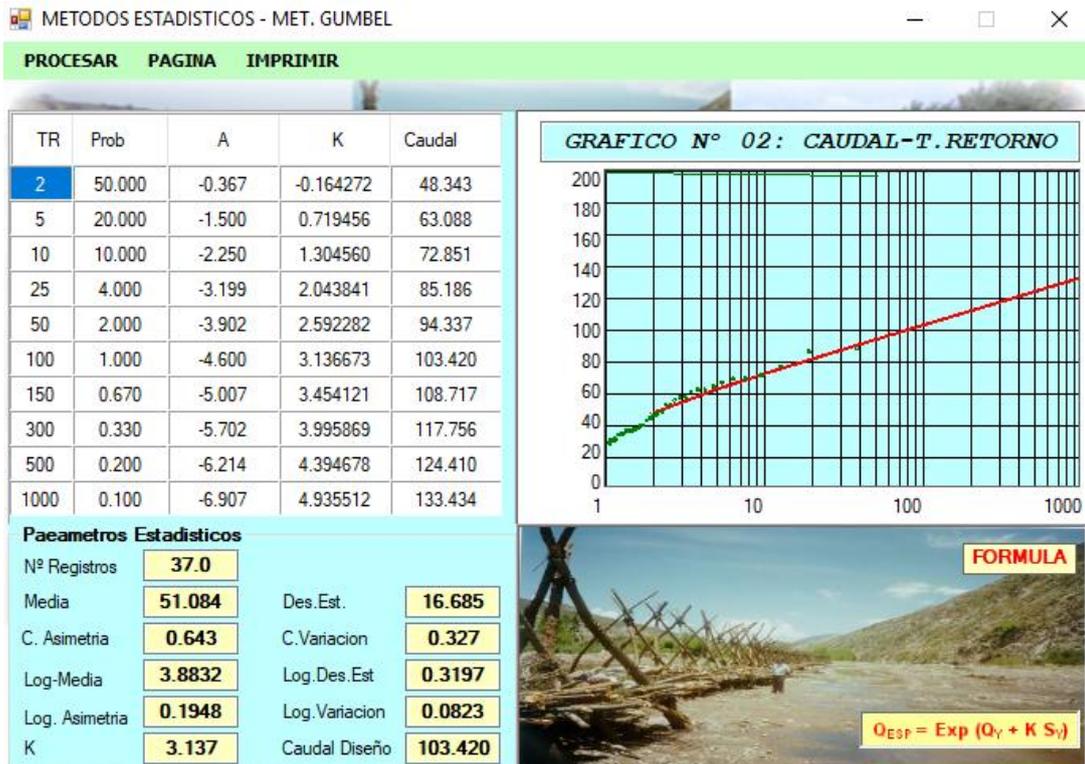


Fig. 36. ESTACIÓN JAÉN – MÉTODO ESTADÍSTICO GUMBEL\_RIVER

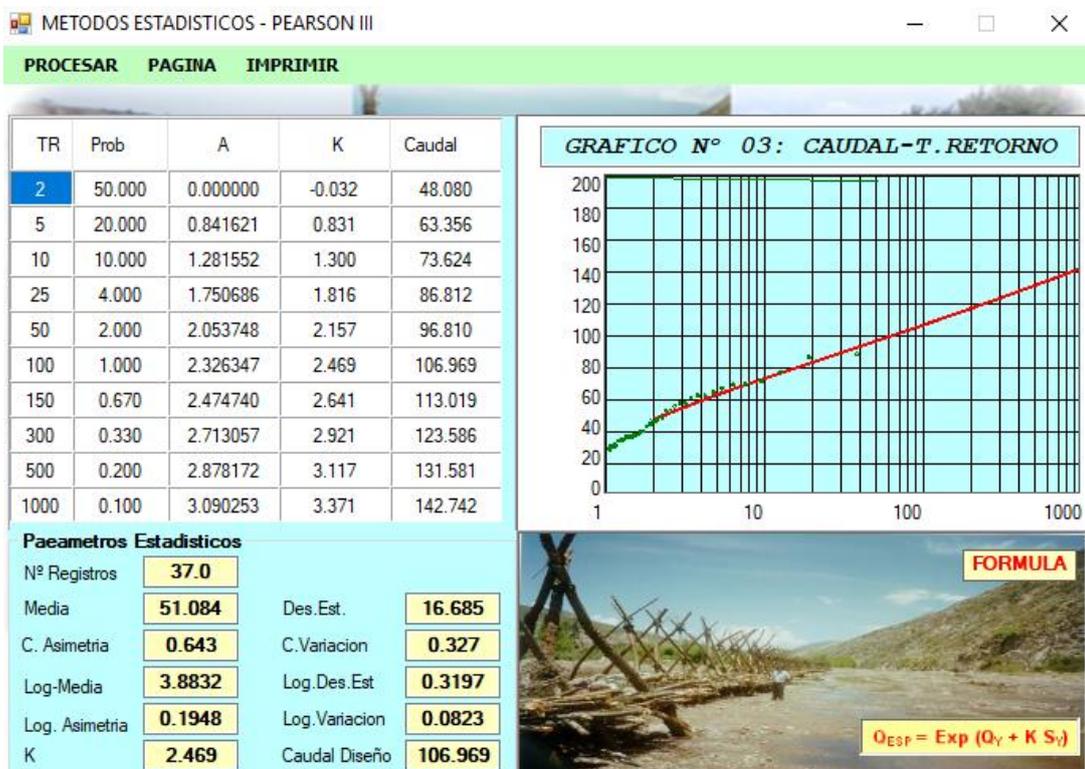


Fig. 37. ESTACIÓN JAÉN – MÉTODO ESTADÍSTICO PEARSON III\_RIVER

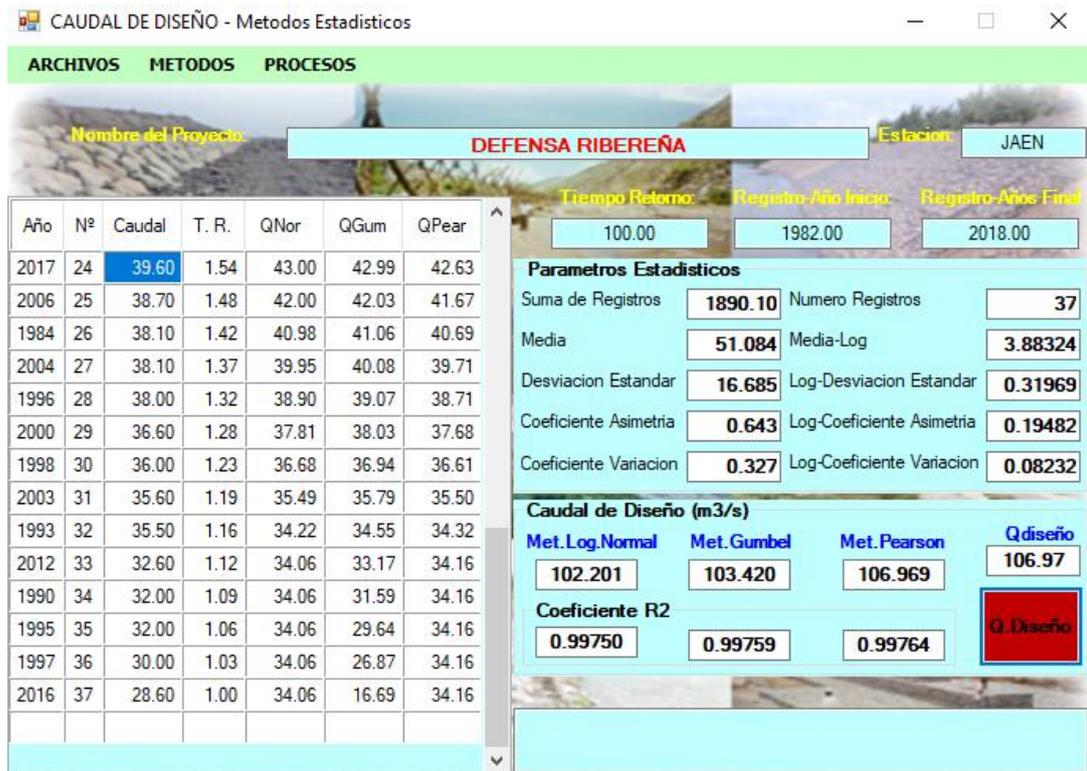


Fig. 38. ESTACIÓN JAÉN – PRECIPITACIÓN PROMEDIO\_RIVER

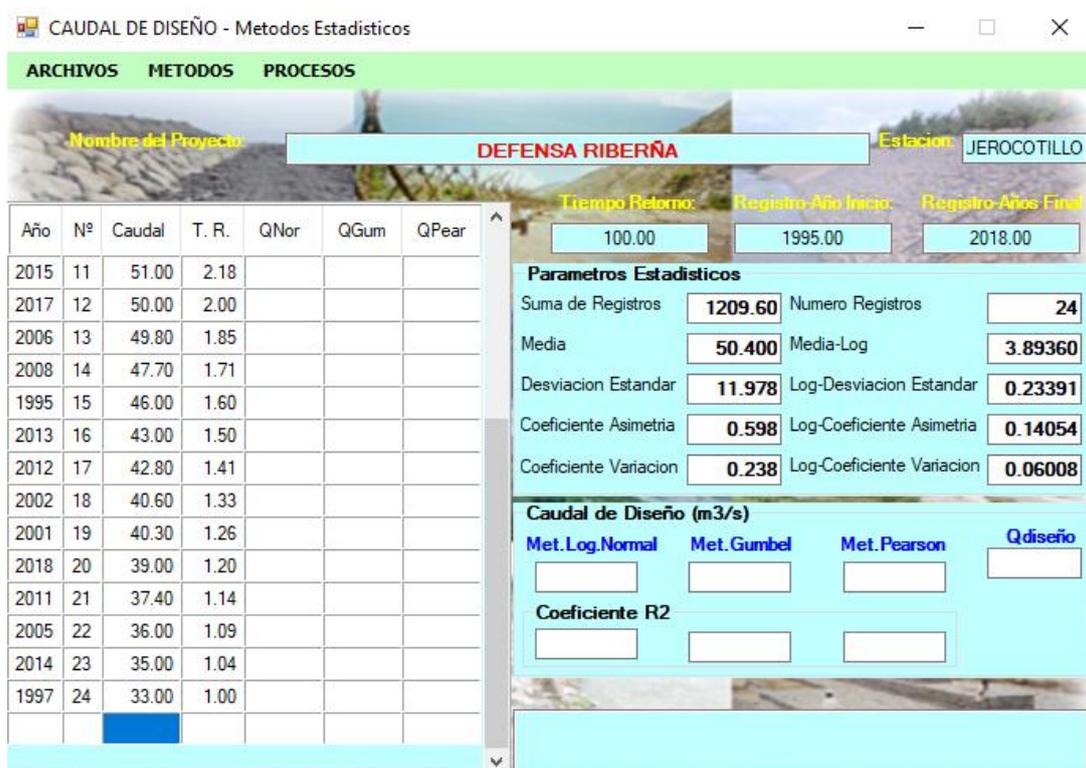


Fig. 39. ESTACIÓN QUEROCOTILLO – MÉTODOS ESTADÍSTICOS \_ RIVER

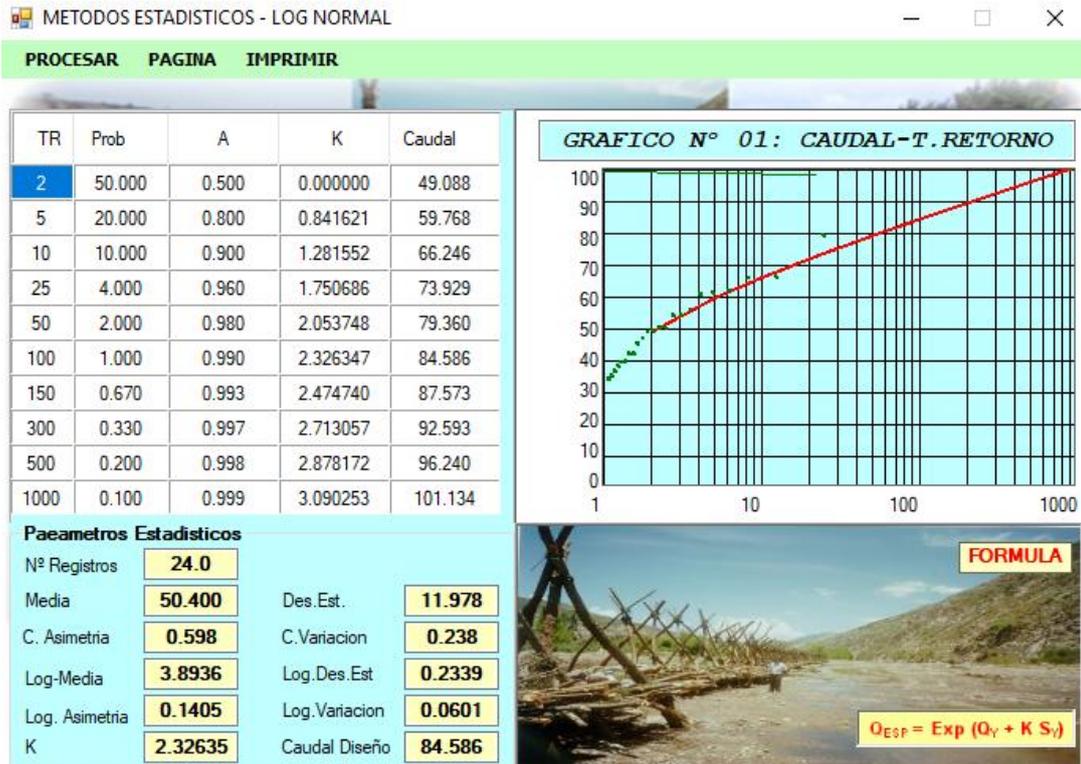


Fig. 40. ESTACIÓN QUEROCOTILLO – MÉTODO ESTADÍSTICO LOG NORMAL\_ RIVER

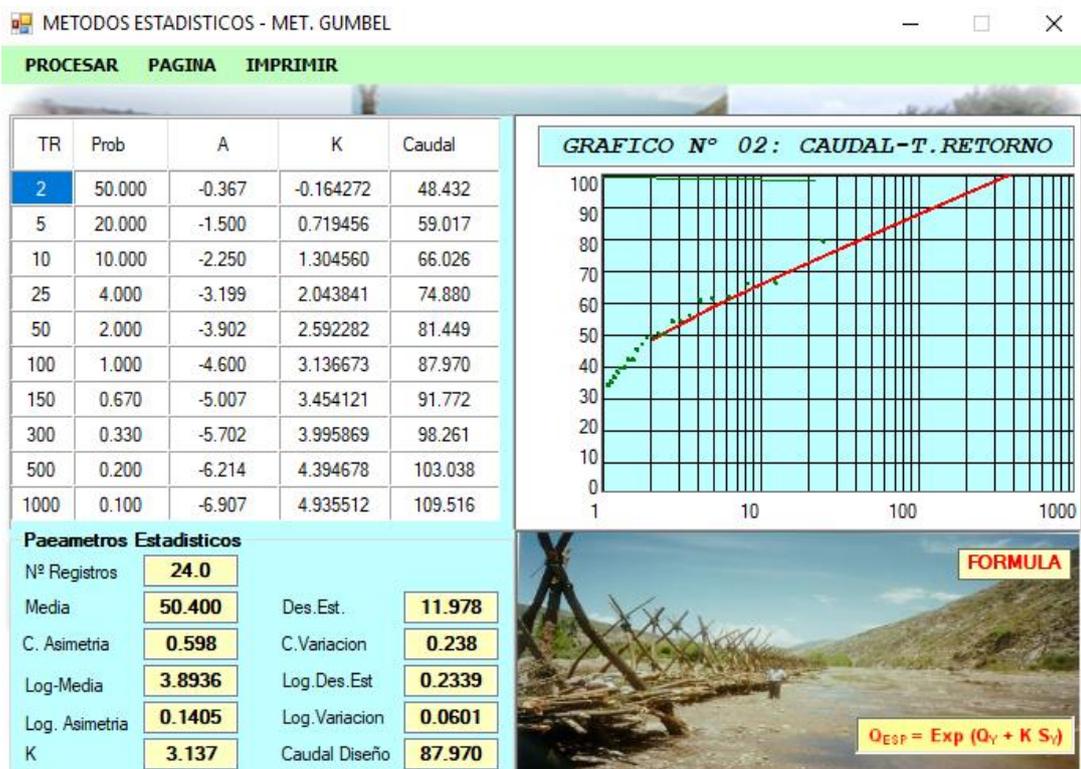


Fig. 41. ESTACIÓN QUEROCOTILLO – MÉTODO ESTADÍSTICO GUMBEL\_ RIVER

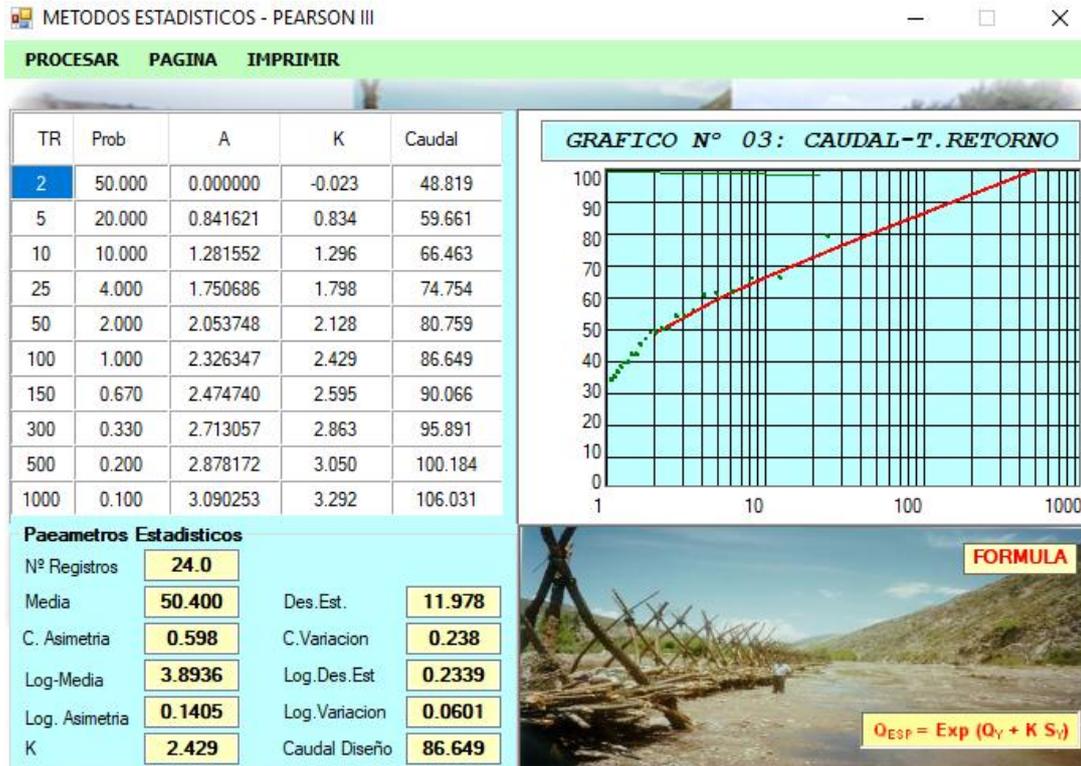


Fig. 42. ESTACIÓN QUEROCOTILLO – MÉTODO ESTADÍSTICO LOG PEARSON III\_RIVER



Fig. 43. ESTACIÓN QUEROCOTILLO – PRECIPITACIÓN PROMEDIO\_RIVER

**TABLA XI RESULTADOS POR LOS DIFERENTES MÉTODOS ESTADÍSTICOS**

ESTACIÓN	MÉTODO ESTADÍSTICO	PRECIPITACIÓN	R2	PRECIPITACION PROMEDIO (mm)
<b>CUTERVO</b>	Distribución Normal	70.104	0.99922	70.25
	Distribución Gumbel	72.804	0.99919	
	Distribución Log Pearson Tipo III	70.252	0.99936	
<b>HACIENDA PUCARÁ</b>	Distribución Normal	99.518	0.99592	93.64
	Distribución Gumbel	93.638	0.99698	
	Distribución Log Pearson Tipo III	75.632	0.99056	
<b>JAEN</b>	Distribución Normal	102.201	0.99750	106.97
	Distribución Gumbel	103.420	0.99759	
	Distribución Log Pearson Tipo III	106.969	0.99764	
<b>QUEROCOTILLO</b>	Distribución Normal	84.586	0.99873	86.65
	Distribución Gumbel	87.970	0.99898	
	Distribución Log Pearson Tipo III	86.649	0.99901	

FUENTE: Elaboración propia

#### 3.4.3.6.2 Precipitación promedio de la cuenca del río Catis

El factor de mayor importancia para la apreciación de los parámetros hidrológicos, es la evaluación de la precipitación media en un determinado tiempo dentro de la cuenca. Para estimar esta precipitación media es indispensable regirse en valores puntuales, es decir en valores registrados por una red de pluviómetros, en nuestro caso las estaciones más cercanas a nuestra cuenca. Tenemos tres estaciones las cuales ya se realizaron los cálculos para la precipitación promedio de cada estación en la que mostraremos en la siguiente tabla.

**TABLA XII PRECIPITACIÓN PROMEDIO DE LAS DIFERENTES ESTACIONES HIDROLÓGICAS**

ESTACIÓN	PRECIPITACION PROMEDIO (mm)
<b>CUTERVO</b>	70.25
<b>HACIENDA PUCARÁ</b>	93.64
<b>JAEN</b>	106.97
<b>QUEROCOTILLO</b>	86.65

FUENTE: Elaboración propia

### Método de Isoyetas

Este método es el más puntual, pues permite tener en cuenta la consideración de los efectos orográficos en el cálculo de la lluvia promedio sobre la cuenca en estudio. Se basa en el trazado de curvas de igual precipitación en todo el entorno de la cuenca en estudio, de la misma forma que se hace para la estimación de las curvas de nivel de un levantamiento topográfico. El resultado de la precipitación media de una cuenca se obtiene mediante la siguiente fórmula.

$$P_m = \frac{\sum(a_i * P_i)}{\sum(a_i)}$$

Donde:

$P_m$  = Precipitación promedio.

$a_i$  = área entre cada dos isoyetas, km<sup>2</sup>.

$P_i$  = precipitación entre dos isoyetas, mm

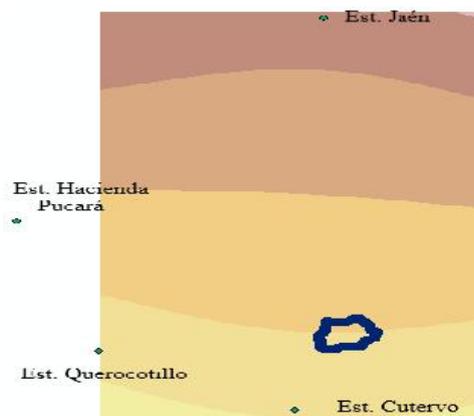


Fig. 44 UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES HIDROLÓGICAS EN EL ARGIS



Fig. 45 ISOYETAS EN LA CUENCA DEL RÍO CATÍS

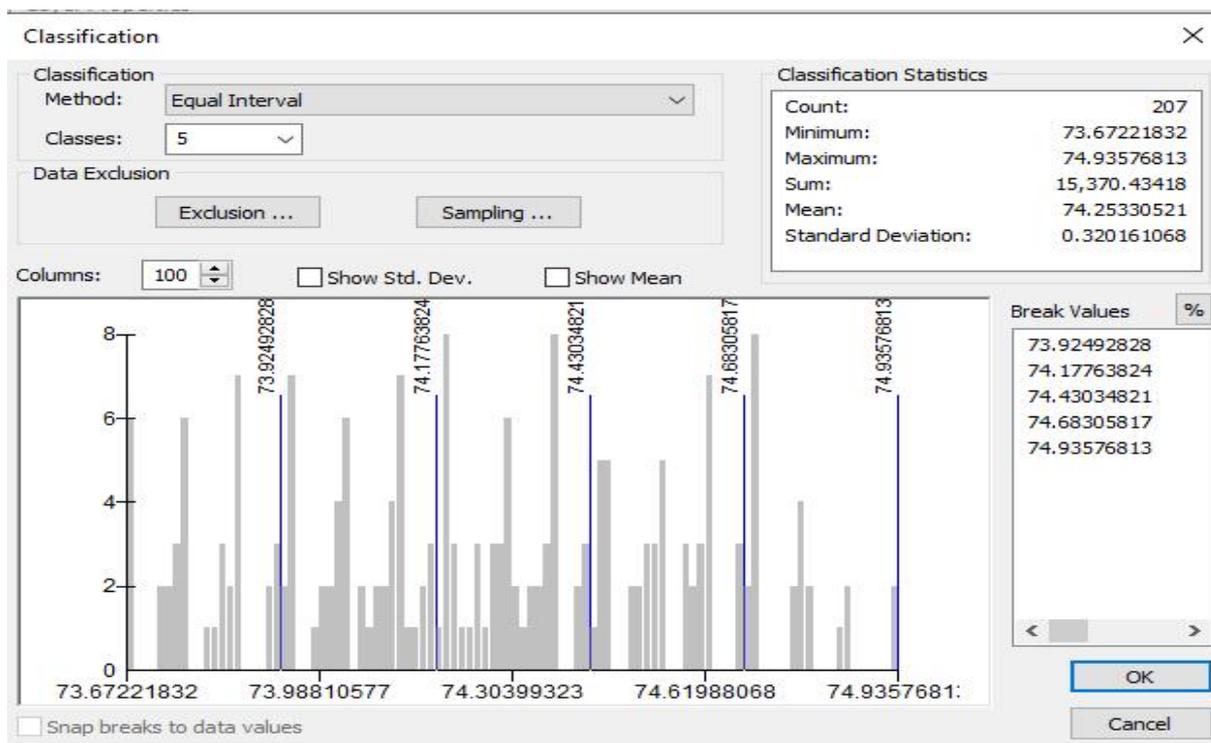


Fig. 46 PRECIPITACIÓN PROMEDIO EN LA CUENCA DEL RÍO CATIS

### 3.4.3.7 Estimación del Caudal de diseño

Cuando no existen información de precipitación en el lugar de tu proyecto como es el caso del encauzamiento del río Catis, para la obtención del caudal  $Q$ , se empieza a ver los métodos prácticos para poder determinar los caudales de las avenidas mínimas y máximas, a estos se les llama aforos: Viene a ser el ejercicio de campo, cuyo fin es determinar el caudal que escurre por la sección de un río.

#### 3.4.3.7.1 Método Racional (Modificado de Temez)

Este método según propuesto por el profesor Téméz, es el adaptado para los ambientes climáticos de España. Consiente en estimar de forma más sencilla caudales pico en cuencas de drenaje naturales en áreas menores de 770 km<sup>2</sup> y con tiempos de concentración ( $T_c$ ) entre 0.25 y 24 horas, cuya fórmula es la siguiente [15]:

$$Q = 0,278 \text{ CIAK}$$

En el cual:

$Q$  : Descarga máxima de diseño (m<sup>3</sup>/s)

$C$  : Coeficiente de escorrentía para el intervalo en el que

se produce I.

I : Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A : Área de la cuenca (Km<sup>2</sup>)

K : Coeficiente de Uniformidad.

Para la determinación del método racional, se tiene que primero determinar las siguientes formulas:

**TABLA XIII FÓRMULAS PARA APLICAR EL MÉTODO RACIONAL MODIFICADO DE TEMEZ**

<p><b>Tiempo de Concentración (Tc)</b></p> $T_c = 0.3(L/S^{0.25})^{0.76}$	<p>Donde:</p> <p>L= Longitud del cauce mayor (km)</p> <p>S= Pendiente promedio del cauce mayor (m/m)</p>
<p><b>Coeficiente de Uniformidad</b></p> $K = 1 + \frac{T_c^{1.25}}{T_c^{1.25} + 14}$	<p>Donde:</p> <p>Tc= Tiempo de concentración (horas)</p>
<p><b>Coeficiente de simultaneidad o Factor reductor (kA)</b></p> $K_A = 1 - (\log_{10} A/15)$	<p>Donde:</p> <p>A: Área de la cuenca (Km<sup>2</sup>)</p>
<p><b>Precipitación máxima corregida sobre la cuenca (P)</b></p> $P = k_A P_d$	<p>Donde:</p> <p>kA: Factor reductor</p> <p>Pd : Precipitación máxima diaria (mm)</p>
<p><b>Intensidad de Precipitación (I)</b></p> $I = \left(\frac{P}{24}\right) * \left(11\right)^{\frac{28^{0.1} - T_c^{0.1}}{28^{0.1} - 1}}$	<p>Donde:</p> <p>P : Precipitación máxima corregida (mm)</p> <p>Tc : Tiempo de concentración (horas)</p>
<p><b>Coeficiente de Escorrentía (C)</b></p> $C = \frac{(P_d - P_o) * (P_d + 23 * P_o)}{(P_d + 11 * P_o)^2}$	<p>Donde:</p> <p>Pd : Precipitación máxima diaria (mm)</p> <p>Po : Umbral de escorrentía = <math>\left(\frac{5000}{CN}\right) - 50</math></p> <p>CN : Número de curva</p>

Para la elección del valor del número de curva, el manual de Hidrología nos brinda una tabla (TABLA XIV) de números de curva de escorrentía, en la que depende según el uso del suelo y el grupo hidrológico, en la que se presenta la siguiente clasificación:

- ✓ **Grupo A:** Arena profunda, suelo profundo depositado por el viento, limos agregados.
- ✓ **Grupo B:** Suelo poco profundo acumulados por el viento, marga arenosa.
- ✓ **Grupo C:** Margas arcillosas, margas arenosas poco profundas, suelos con bajo contenido orgánico y suelos con altos contenidos de arcilla.
- ✓ **Grupo D:** Suelos que se expanden significativamente cuando se mojan, arcillas altamente plásticas y ciertos suelos salinos.

**TABLA XIV NÚMEROS DE CURVA DE ESCORRENTÍA PARA USOS SELECTOS DE TIERRA AGRÍCOLA, SUBURBANA Y URBANA**

DESCRIPCIÓN DEL USO DE LA TIERRA	GRUPO HIDROLÓGICO DEL SUELO			
	A	B	C	D
Tierra cultivada <sup>1</sup> : sin tratamientos de conservación con tratamiento de conservación	72 62	81 71	88 78	91 81
Pastizales: condiciones pobres condiciones óptimas	68 39	79 61	86 74	89 80
Vegas de ríos: condiciones óptimas	30	58	71	78
Bosques: troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas, cubierta buena <sup>2</sup>	45 25	66 55	77 70	83 77
Área abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc. óptimas condiciones: cubierta de pasto en el 75% o más condiciones aceptables cubierta de pasto en el 50 al 75%	39 49	61 69	74 79	80 84
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)	89	92	94	95
Distritos Industriales (72% impermeables)	81	88	91	93
Residencial <sup>3</sup> :				
Tamaño promedio del lote      Porcentaje promedio impermeable <sup>4</sup>				
1/8 acre o menos                      65	77	85	90	92
1/4 acre                                      38	61	75	83	87
1/3 acre                                      30	57	72	81	86
1/2 acre                                      25	54	70	80	85
1 acre                                        20	51	68	79	84
Parqueadores pavimentados, techos, accesos, etc. <sup>5</sup>	98	98	98	98
Calles y carreteras:				
Pavimentados con cunetas y alcantarillados <sup>5</sup>	98	98	98	98
Grava	76	85	89	91
Tierra	72	82	87	89

FUENTE: Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje [15]

1. Para una descripción más detallada de los números de curva para usos agrícolas de la tierra, remitirse a Soil Conservation Service, 1972, Cap.9.
2. Buena cubierta está protegida del pastizaje, y los desechos del retiro de la cubierta del suelo.
3. Los números de curva se calculan suponiendo que la escorrentía desde las casas y de los sucesos se dirige hacia la calle, con un mínimo del agua del techo dirigida hacia el césped donde puede ocurrir infiltración adicional.
4. Las áreas permeables restantes (césped) se consideran como pastizales en buena condición para estos números de curva.
5. En algunos países con climas más cálidos se puede utilizar 95 como número de curva.

Una vez visto la teoría se continua a calcular el caudal medio en la cual se detallará paso a paso su cálculo:

Tiempo de Concentración ( $T_c$ ):

$$T = \left( \frac{0,871 * L^2}{H} \right)^{0.3}$$

Donde:

L= Longitud del cauce mayor (km) = 7.370 km

S= Pendiente promedio del cauce mayor (m/m) = 0.0299 m/m

$$T_c = 099 \text{ h}$$

Coefficiente de Uniformidad ( $K$ )

$$K = 1 + \frac{T_c^{1.2}}{T_c^{1.2} + 14}$$

Donde:

$T_c$ = Tiempo de concentración (horas) = 0.99 h

$$K = 1.07$$

Coefficiente de simultaneidad o Factor reductor ( $K_A$ )

$$K_A = 1 - \frac{L}{15}$$

Donde:

$$A: \text{Área de la cuenca (Km}^2) = 18.80 \text{ Km}^2$$

$$K_A=0.92$$

Precipitación máxima corregida sobre la cuenca (P)

$$P = k_A P_d$$

Donde:

$$k_A: \text{Factor reductor} = 0.92$$

$$P_d: \text{Precipitación máxima diaria (mm)} = 74.25 \text{ mm}$$

$$P = 67.94 \text{ mm}$$

Intensidad de Precipitación (I)

$$k_A = \left( \frac{P}{24} \right) * (11)^{\frac{2 - T_c^{0.1}}{2^{0.1} - 1}}$$

Donde:

$$P: \text{Precipitación máxima corregida (mm)} = 67.79 \text{ mm}$$

$$T_c: \text{Tiempo de concentración (horas)} = 0.99 \text{ h}$$

$$I = 31.42 \text{ mm/h}$$

Coefficiente de Escorrentía (C)

$$C = \left( \frac{(P_d - P_0) * (P_d - 23 * P_0)}{(P_d + 11 * P_0)^2} \right)$$

Donde:

$$P_d: \text{Precipitación máxima diaria (mm)} = 74.25 \text{ mm}$$

$$P_0: \text{Umbral de escorrentía} = (5000/\text{CN}) - 50 = 10.98$$

$$\text{CN: Número de curva.} = 82$$

$$C = 0.54$$

Caudal (Q)

$$Q = 0.2789 C$$

Donde:

C: Coeficiente de escorrentía para el intervalo en el que se produce I. = 0.54 mm

I: Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h) = 31.42

A: Área de la cuenca (Km<sup>2</sup>) = 18.80

K: Coeficiente de Uniformidad = 1.07

$$Q = 95.15 \text{ m}^3/\text{s}$$

#### 3.4.3.7.2 Método de Relación sección – pendiente

Para el cálculo del caudal por este método, es necesario tener las siguientes consideraciones:

##### a. Trabajo de campo

##### Condiciones de tramo

1. Tramo recto y uniforme.
2. La longitud tiene que ser mayor a 6 veces el ancho del cauce.
3. Sección y pendiente deben ser uniformes, (no se considera tramos donde hubo desbordes).
4. Márgenes libres de árboles y obstáculos.
5. Huellas máximas deben ser abundantes.
6. De ser posible elegir tramo cerca de un lugar habitado.

##### Condiciones para el Levantamiento Topográfico

1. Puntos de control.
  - ✓ Realizar estacado en los márgenes en puntos de huellas máximas.
  - ✓ Establecer puntos de control por medio de una poligonal abierta.
  - ✓ La poligonal se divide en n partes iguales, limitadas por n+1 hitos de control; se nivelan y se indican su progresiva hacia aguas abajo.

2. Levantamiento de las n secciones transversales.
3. Levantamiento de aguas máximas.
  - ✓ Poligonal de margen derecha.
  - ✓ Poligonal de margen izquierda.
4. Inspección del cauce para fijar coeficientes del cauce.

### b. Trabajo de Gabinete

Cálculo de la velocidad que es la fórmula propuesta por Manning:

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Cálculo del caudal:

$$Q = V * A (m^3/s)$$

Para hallar el caudal de diseño, se debe trabajar cada sección por separado, teniendo en cuenta que se debe hallar A, n, R, S de cada tramo.

Por lo tanto, S (pendiente) se debe hallar previamente.

- ✓ Áreas (A): La sección se divide en áreas parciales, limitada según la variación del coeficiente de rugosidad.
- ✓ Rugosidad (n): Se tiene en cuenta el material existente en el fondo, el tamaño de las partículas:

**TABLA XV RUGOSIDAD PARA EL MÉTODO DE SECCIÓN-PENDIENTE**

Material de Fondo	Tamaño (mm)	"n"
Concreto	--	0.012 - 0.018
Tierra firme	--	0.025 - 0.032
Arena	1 - 2	0.026 - 0.035
Grava	2 - 64	0.028 - 0.035
Piedras medianas	64 - 254	0.030 - 0.050
Piedras grandes	256	0.040 - 0.070

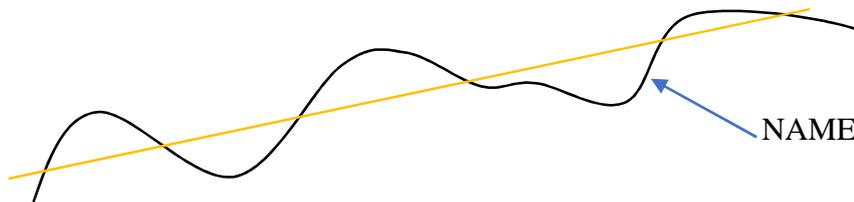
$$n = \left[ \frac{p_1 n_1^{\frac{3}{2}} + p_2 n_2^{\frac{3}{2}} + p_3 n_3^{\frac{3}{2}}}{p} \right]^{\frac{2}{3}}$$

- ✓ Radio Hidráulico (R): Viene a ser a la relación del área entre el perímetro:

$$R = \frac{A}{P}$$

✓ Pendiente general del tramo ( $S_E$ ): Se considera lo siguiente.

Línea de pendiente del agua, en este caso se hace uso del perfil del NAME, trazar línea media.



Pendiente hidráulica media.

$$S = \frac{D \cdot e \cdot P \cdot e \cdot d \cdot t_1}{d \cdot q \cdot l \cdot s}$$

Para tramos no uniformes y velocidad media no constante; la pendiente hidráulica NO coincidirá con la pendiente del gradiente de energía entonces debe usarse:

$$S_E = S_m \pm \frac{V_1^2 - V_2^2}{2g} \quad \begin{array}{l} \text{"+" Si } V_1 > V_2 \\ \text{"-" Si } V_1 < V_2 \end{array}$$

Siendo:

$S_E$  = Pendiente del gradiente de energía.

$S_m$  = Pendiente media de la superficie del agua.

$V_1$  = Velocidad media sección aguas arriba.

$V_2$  = Velocidad media sección aguas abajo.

$L$  = longitud del tramo.

$g = 9.81 \text{ m/s}^2$

Cálculo de "Q" (para cada sección transversal). Se obtiene  $q_i$  en cada sección y se desecha los valores que difieren más de un 10% con el promedio de ellos. Adoptando el promedio de los valores aceptados.

Puede asumirse finalmente que:

$$Q_d \cong 75 \% q_d \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

Luego de haber realizado la investigación tanto en campo como en gabinete, procedió a calcular el caudal promedio en la cual se detallará paso a paso su cálculo:

DATOS:

MD = Margen Derecho.

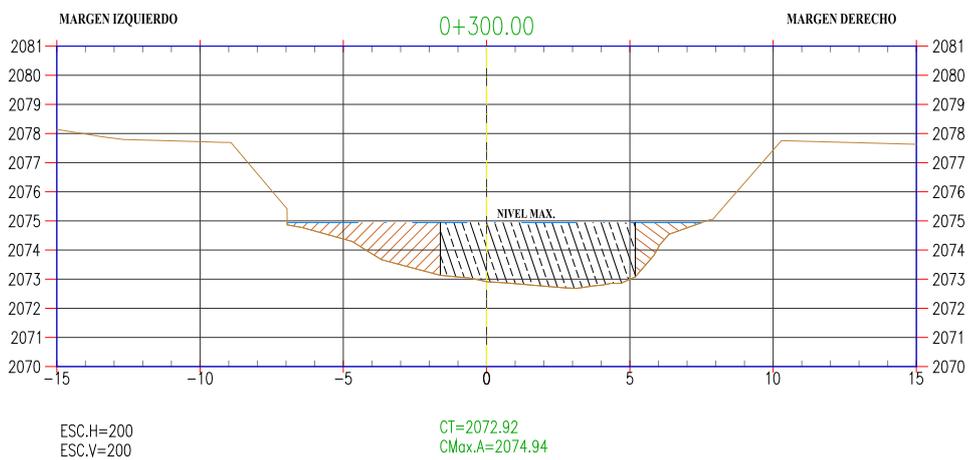
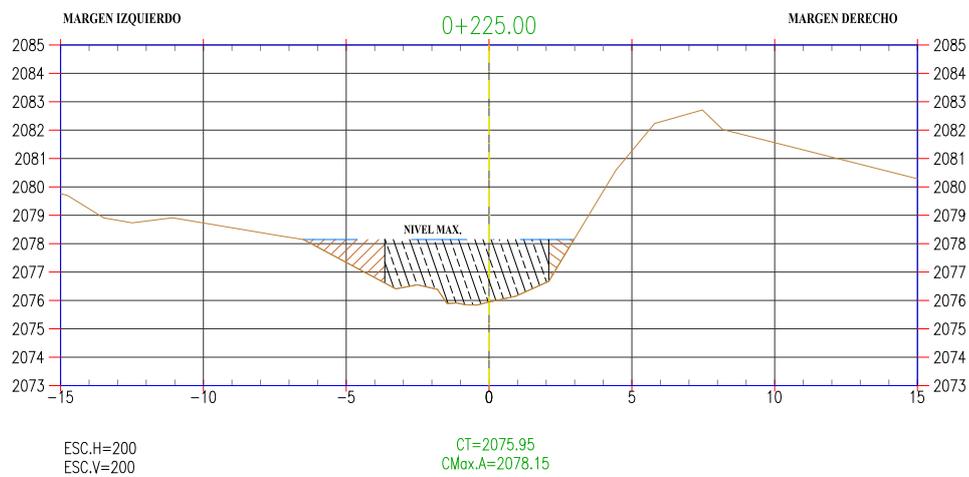
MI = Margen Izquierdo.

ZC = Zona Central.

$n = 0.035$ , por presencia de algunas piedras y pastos.

$n = 0.05$  Cauce de cantos rodados, con grandes rocas.

$$n = \left[ \frac{p_1 n_1^{\frac{3}{2}} + p_2 n_2^{\frac{3}{2}} + p_3 n_3^{\frac{3}{2}}}{p} \right]^{\frac{2}{3}}$$



**Fig. 47. SECCIONES UTILIZADAS PARA EL CALCULO DEL CAUDAL**

**FUENTE:** Elaboración propia

**TABLA XVI CÁLCULO DE LA PENDIENTE - MÉTODO SECCIÓN PENDIENTE**

TRAMO	SECCIÓN	COTAS	DIF. COTAS	Long (m)	Sm	S <sub>E</sub> (Niv.Min)
1	1	2078.15	0.30	5	0.060	0.066
	2	2077.85				
2	2	2077.85	0.30	10	0.030	0.063
	3	2077.55				
3	3	2077.55	0.40	10	0.040	0.042
	4	2077.15				
4	4	2077.15	0.66	10	0.066	0.070
	5	2076.49				
5	5	2076.49	0.58	10	0.058	0.098
	6	2075.91				
6	6	2075.91	0.49	10	0.049	0.062
	7	2075.42				
7	7	2075.42	0.27	10	0.027	0.028
	8	2075.15				
8	8	2075.15	0.21	10	0.021	0.030
	9	2074.94				

**FUENTE:** Elaboración propia

**TABLA XVII CÁLCULO DE LA RUGOSIDAD, VELOCIDADES DE CADA SECCIÓN- MÉTODO SECCIÓN PENDIENTE**

TRAMO	SECCIÓN	Área (m <sup>2</sup> )			A total	Perímetro (m)			P total	Rugosidad (n)			n	R (m)	S (m/m)	V (m/s)	Q (m <sup>3</sup> /s)
		MD	ZC	MI		MD	ZC	MI		MD	ZC	MI					
1	1	2.18	11.04	0.65	13.87	3.23	6.25	1.72	11.20	0.035	0.050	0.035	0.04	1.24	0.06	6.47	89.69
	2	2.43	12.88	0.63	15.94	3.24	7.75	1.56	12.54	0.035	0.050	0.035	0.04	1.27	0.06	6.45	102.81
2	2	2.43	12.88	0.63	15.94	3.24	7.75	1.56	12.54	0.035	0.050	0.035	0.04	1.27	0.03	4.56	72.70
	3	3.39	16.73	2.63	22.75	4.72	6.74	3.06	14.52	0.035	0.050	0.035	0.04	1.57	0.03	5.53	125.73
3	3	3.39	16.73	2.63	22.75	4.72	6.74	3.06	14.52	0.035	0.050	0.035	0.04	1.57	0.04	6.38	145.18
	4	2.39	15.25	3.02	20.66	2.89	6.59	3.30	12.78	0.035	0.050	0.035	0.04	1.62	0.04	6.40	132.18
4	4	2.39	15.25	3.02	20.66	2.89	6.59	3.30	12.78	0.035	0.050	0.035	0.04	1.62	0.07	8.22	169.79
	5	3.00	12.63	2.65	18.28	3.62	5.44	3.05	12.11	0.035	0.050	0.035	0.04	1.51	0.07	8.04	146.92
5	5	3.00	12.63	2.65	18.28	3.62	5.44	3.05	12.11	0.035	0.050	0.035	0.04	1.51	0.06	7.53	137.72
	6	1.31	10.08	2.69	14.08	2.26	5.46	3.22	10.94	0.035	0.050	0.035	0.04	1.29	0.06	6.65	93.65
6	6	1.31	10.08	2.69	14.08	2.26	5.46	3.22	10.94	0.035	0.050	0.035	0.04	1.29	0.05	6.12	86.08
	7	2.85	16.17	1.12	20.13	3.66	9.71	2.28	15.65	0.035	0.050	0.035	0.04	1.29	0.05	5.87	118.16
7	7	2.85	16.17	1.12	20.13	3.66	9.71	2.28	15.65	0.035	0.050	0.035	0.04	1.29	0.03	4.36	87.71
	8	2.28	13.00	1.65	16.92	2.88	7.82	2.62	13.32	0.035	0.050	0.035	0.04	1.27	0.03	4.37	73.93
8	8	2.28	13.00	1.65	16.92	2.88	7.82	2.62	13.32	0.035	0.050	0.035	0.04	1.27	0.02	3.85	65.20
	9	4.92	14.12	1.58	20.62	5.74	6.89	3.09	15.72	0.035	0.050	0.035	0.04	1.31	0.02	4.14	85.43

FUENTE: Elaboración propia

**TABLA XVIII CÁLCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO - MÉTODO SECCIÓN PENDIENTE**

Tramo	Área Total (m)	Perímetro (m)	R (m)	S (m/m)	n	V (m/s)	Q. (m <sup>3</sup> /s)	Q. PROMEDIO(m <sup>3</sup> /s)	Q. (m <sup>3</sup> /s)	Q. DISEÑO (m <sup>3</sup> /s)
1	14.91	11.87	1.26	0.062	0.044	6.65	99.09	128.794		
2	19.35	13.53	1.43	0.080	0.043	8.04	155.47			
3	21.71	13.65	1.59	0.041	0.043	6.54	141.89			
4	19.47	12.44	1.56	0.081	0.043	8.91	173.49			
5	16.18	11.52	1.40	0.122	0.042	10.40	168.19			
6	17.10	13.29	1.29	0.064	0.044	6.99	119.53		119.53	89.65
7	18.53	14.48	1.28	0.028	0.044	4.38	81.17			
8	18.77	14.52	1.29	0.033	0.043	4.88	91.51			

FUENTE: Elaboración propia

El caudal de diseño obtenido por el método de sección pendiente es de:

$$Q_{\text{diseño}} = 89.65$$

#### 3.4.4 Evaluación de la mejor alternativa de solución

Una vez evaluadas las diversas alternativas que se mencionaron en sección “Defensas ribereñas”, para el control de la erosión y evitar las posibles inundaciones, estas se diferencian por la utilización de los diferentes tipos de materiales, así como de la forma de sus estructuras.

Por lo tanto, para la elección del sistema a emplear se pasó a ver cuál sería el más óptimo tomando en cuenta los factores económicos, técnicos, sociales y ambientales para lo cual se pasó a dar una valoración ascendente del 1 al 10, siendo de mayor influencia el valor 10 y de mínima 1.

En los factores que se evaluarán contienen el proceso constructivo, los tiempos de ejecución, la mano de obra calificada, el transporte de equipos y maquinarias, los recursos disponibles, transporte de materiales, ofertas de empleo, afectación al paisaje, modificación del ecosistema, etc.

**TABLA XIX. EVALUACIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA DE PROTECCIÓN**

UBICACIÓN	ALTERNATIVAS	TECNICO	ECONOMICO	SOCIAL	AMBIENTAL	VALORACIÓN
RÍO CATIS, DISTRITO DE SAN ANDRES DE CUTERVO	GAVIONES	8	8	8	8	32
	CRIBAS	7	7	6	8	28
	CONCRETO ARMADO	10	4	9	7	30
	DIQUE ENROCADO	7	6	6	8	27

FUENTE: Elaboración Propia

Después de haber hecho el análisis se concluye que una de las mejores alternativas es la del empleo de estructuras con gaviones, en seguida tenemos el de la realización de la protección con muros de concreto armado.

Por lo tanto, se optó por el empleo de los dos sistemas de protección de defensas ribeñas el empleo de muros de gaviones y el de muros de concreto armado, el motivo de esta

determinación es que si empleamos la protección con gaviones en todo el cauce que se ha delimitado en el proyecto, se tendría muchos inconvenientes como es el caso del espacio para la construcción de esto, ya que el río en algunas zonas llega hasta mediar un ancho de 8 metros, no pudiendo ser accesible a este tipo de estructuras, otro es de que al encontrar dentro de la zona, estaría más expuesta al deterioro por las personas aledañas a este.

Se empleará muros de gaviones en los primeros 180 m según lo específico en los planos, y los muros de concreto serán empleados los 501 m restantes del presente proyecto, se tendrá en cuenta que el presente proyecto se realizará la protección en ambos márgenes, para así poder evitar las continuas erosiones.

### **3.4.5 Estudio hidráulico**

Para el estudio hidráulico se hará uso del programa HEC-RAS, en el cual se realizará la simulación en toda el área del proyecto, en la que se verificará, cuáles son los sectores que podrían sufrir posibles inundaciones como consecuencias de las máximas avenidas.

#### **3.4.5.1 Parámetros para el diseño hidráulico**

Se tuvieron en cuenta los parámetros que a continuación se mencionarán:

✓ **Secciones transversales:** Se examina el cauce del río, se define los sitios límites que pertenezca a los márgenes de la derecha e izquierda, considerándose estos puntos los términos de la sección que se consideraran como elemento del encauzamiento.

✓ **Caudal de diseño:** el caudal a considerar será el promedio de los tres caudales obtenidos del método racional, método sección – pendiente y la de un proyecto relacionado, que ha sido calculado en el estudio hidrológico.

✓ **Coefficiente de rugosidad n de Manning:** Es un valor que simboliza la firmeza a al flujo de agua en cauces y explanadas de inundación. La elección del valor “n” de Manning, tiene una relación continua con la exactitud de los cálculos hidráulicos, ya que es uno de las medidas principales que intervine en el cálculo del modelamiento hidráulico.

### 3.4.5.2 Ancho estable del cauce (b)

El ancho estable del río se determina con las siguientes formulas:

- ✓ Recomendación Práctica.
- ✓ Método de Petits.
- ✓ Método de Simons y Henderson.
- ✓ Método de Blench
- ✓ Método Altunin

Haciendo uso del programa River, se determinó el ancho estable del cauce del río, donde todos estos métodos son prácticos y bajo la hipótesis del régimen estable.

#### ✓ **Recomendación Práctica**

Se asume una sección estable en relación al caudal de diseño:

Según el valor del caudal de diseño se tiene los siguientes caudales.

**TABLA XX. SECCIÓN ESTABLE – RECOMENDACIÓN PRÁCTICA**

<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>ANCHO ESTABLE B (m)</b>
3000	200
2400	190
1500	120
1000	100
500	70

#### ➤ **Método de Petits**

Se utiliza la siguiente Formula:

$$B = 4.44\sqrt{Q}$$

Donde:

Q: es el caudal de diseño.

#### ➤ **Método de Simons y Henderson**

Se utiliza la siguiente Formula:

$$B = k_1\sqrt{Q}$$

Donde:

Q: es el caudal de diseño

K1: condiciones del fondo del cauce (adimensional).

**TABLA XXI. SECCIÓN ESTABLE – MÉTODO DE SIMONS Y HENDERSON**

<b>Condiciones del fondo</b>	<b>K1</b>
Fondo y orilla de arena	5.7
Fondo arena y orilla 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 material no cohesivo	2.8

➤ **Método de Blench**

Se utiliza la siguiente Formula:

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

Donde:

Q: es el caudal de diseño

Fb: Factor de fondo.

Fs: Factor de orilla.

**TABLA XXII SECCIÓN ESTABLE – MÉTODO DE BLENCH**

<b>Factor de Fondo</b>	<b>Fb</b>
Material grueso	1.2
material fino	0.8
<b>Factor de Orilla</b>	<b>Fs</b>
Material suelto	0.1
Material ligeramente cohesivo	0.2
Material cohesivo	0.3

➤ **Método de Altunin**

Se utiliza la siguiente Formula:

$$B = E \left( \frac{Q}{S^{1/2}} \right)^{\frac{3}{3+5m}}$$

Donde:

Q: Es el caudal de diseño

S: Pendiente del fondo del cauce m/m.

m: Coeficiente del tipo de río (Adimensional).

n: Rugosidad del cauce.

K: Coeficiente de forma

E: Coeficiente de altunin.

$$E = \left( nK^{5/3} \right)^{\frac{3}{3+5m}}$$

**TABLA XXIII SECCIÓN ESTABLE – MÉTODO DE ALTUNIN**

<b>Tipo de río</b>	<b>m</b>
Ríos en zona montañosa	0.50
Cauces aluviales	1.00
Cauces arenosos	0.70
<b>Forma del río</b>	<b>K</b>
Cauces en material aluvial	8 a 12
Ríos con orillas difícil de erosionar.	3 a 5
Ríos con orillas erosionable	16 a 20
Valor práctico	10

Se tendrán en cuenta los siguientes factores, para el uso de las diferentes fórmulas.

k1=	2.90	Fondo y Orillas del cauce de Grava
Fb=	1.20	Material Gruesos (Dm >0.50 mm)
Fs=	0.20	materiales ligeramente cohesivos
n=	0.034	Con derrubio e irregular
K=	12.00	Material Aluvial
m=	1.00	Ríos de cauce de Montaña

Para la solución del ancho estable nos ayudamos del programa River, donde se ingresa los datos básicos del Caudal de Diseño, el Periodo de retorno, la Pendiente, para luego poder procesarlos internamente y darnos como resultados el ancho estable en 4 métodos ya mencionados anteriormente en la teoría. Esto se realizó por tramos en donde existía quiebres en todo el recorrido nuestro levantamiento topográfico.



Fig. 48. CÁLCULO DEL ANCHO ESTABLE\_ KM 0+000 - 0+065



Fig. 49. CÁLCULO DEL ANCHO ESTABLE\_ KM 0+065 - 0+120

CALCULOS HIDRAULICOS - DIQUES LATERALES

PROCESAR PAGINA IMPRIMIR

**PROYECTO:** ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DIST

Información Inicial

Caudal (Q)	P. Retorno	Pendiente
92.40	100	0.08330

Ancho Estable del Cauce (B)

Recomendación Practica	23.88
Metodo de Petts	42.68
Metodo de Simons y Henderson	27.88
Metodo de Blench y Alunin	34.80
Metodo de Manning y Strickler	21.01

Sección Teórica del Cauce  
Metodo de Manning y Strickler

$$B = (Q^{1/2}/S^{1/5}) (n K^{5/3})^{3/(3+5m)}$$

10 - Valor Practico  
 12 - Mat. Aluvial  
 16 - Mat Facilmente erosionable  
 03 - Mat. muy resistente

0.50 - Rios de Cauces Aluviales  
 0.70 - Rios de Cauces Arenosos  
 1.00 - Rios de Cauce de Montaña

Fig. 50. CÁLCULO DEL ANCHO ESTABLE\_ KM 0+120 - 0+190

CALCULOS HIDRAULICOS - DIQUES LATERALES

PROCESAR PAGINA IMPRIMIR

**PROYECTO:** ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DIST

Información Inicial

Caudal (Q)	P. Retorno	Pendiente
92.40	100	0.05630

Ancho Estable del Cauce (B)

Recomendación Practica	23.88
Metodo de Petts	42.68
Metodo de Simons y Henderson	27.88
Metodo de Blench y Alunin	34.80
Metodo de Manning y Strickler	22.73

Sección Teórica del Cauce  
Metodo de Manning y Strickler

$$B = (Q^{1/2}/S^{1/5}) (n K^{5/3})^{3/(3+5m)}$$

10 - Valor Practico  
 12 - Mat. Aluvial  
 16 - Mat Facilmente erosionable  
 03 - Mat. muy resistente

0.50 - Rios de Cauces Aluviales  
 0.70 - Rios de Cauces Arenosos  
 1.00 - Rios de Cauce de Montaña

Fig. 51. CÁLCULO DEL ANCHO ESTABLE\_ KM 0+190 - 0+250

CALCULOS HIDRAULICOS - DIQUES LATERALES

PROCESAR PAGINA IMPRIMIR

PROYECTO: ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DIST

Información Inicial

Caudal (Q)	P. Retomo	Pendiente
92.40	100	0.02640

Ancho Estable del Cauce (B)

Recomendación Práctica	23.88
Método de Petts	42.68
Método de Simons y Henderson	27.88
Método de Blench y Altunin	34.80
Método de Manning y Strickler	26.44

Sección Típica del Cauce

Método de Manning y Strickler

$$B = (Q^{1/2}/S^{1/5}) (n K^{5/3})^{3/(3+5m)} \quad n \quad K \quad m$$

Fig. 52. CÁLCULO DEL ANCHO ESTABLE\_ KM 0+250 - 0+320

CALCULOS HIDRAULICOS - DIQUES LATERALES

PROCESAR PAGINA IMPRIMIR

PROYECTO: ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DIST

Información Inicial

Caudal (Q)	P. Retomo	Pendiente
92.40	100	0.05840

Ancho Estable del Cauce (B)

Recomendación Práctica	23.88
Método de Petts	42.68
Método de Simons y Henderson	27.88
Método de Blench y Altunin	34.80
Método de Manning y Strickler	22.56

Sección Típica del Cauce

Método de Manning y Strickler

$$B = (Q^{1/2}/S^{1/5}) (n K^{5/3})^{3/(3+5m)} \quad n \quad K \quad m$$

Fig. 53. CÁLCULO DEL ANCHO ESTABLE\_ KM 0+320 - 0+370

CALCULOS HIDRAULICOS - DIQUES LATERALES

PROCESAR PAGINA IMPRIMIR

**PROYECTO:** ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DIST

Información Inicial

Caudal (Q)	P. Retomo	Pendiente
92.40	100	0.05310

Ancho Estable del Cauce (B)

Recomendación Practica	23.88
Metodo de Petts	42.68
Metodo de Simons y Henderson	27.88
Metodo de Blench y Alluin	34.80
Metodo de Manning y Strickler	22.99

Sección Teórica del Cauce  
Metodo de Manning y Strickler

$$B = (Q^{1/2}/S^{1/5}) (n K^{5/3})^{3/(3+5m)} \quad n \quad K \quad m$$

Fig. 54. CÁLCULO DEL ANCHO ESTABLE\_ KM 0+370 - 0+450

CALCULOS HIDRAULICOS - DIQUES LATERALES

PROCESAR PAGINA IMPRIMIR

**PROYECTO:** ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DIST

Información Inicial

Caudal (Q)	P. Retomo	Pendiente
92.40	100	0.06130

Ancho Estable del Cauce (B)

Recomendación Practica	23.88
Metodo de Petts	42.68
Metodo de Simons y Henderson	27.88
Metodo de Blench y Alluin	34.80
Metodo de Manning y Strickler	22.34

Sección Teórica del Cauce  
Metodo de Manning y Strickler

$$B = (Q^{1/2}/S^{1/5}) (n K^{5/3})^{3/(3+5m)} \quad n \quad K \quad m$$

Fig. 55. CÁLCULO DEL ANCHO ESTABLE\_ KM 0+450 - 0+555

CALCULOS HIDRAULICOS - DIQUES LATERALES

PROCESAR PAGINA IMPRIMIR

**PROYECTO:** ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DIST

Información Inicial

Caudal (Q)	P. Retomo	Pendiente
92.40	100	0.04130

Ancho Estable del Cauze (B)

Recomendación Práctica	23.88
Método de Petits	42.68
Método de Simons y Henderson	27.88
Método de Blench y Alluin	34.80
Método de Manning y Strickler	24.18

Sección Técnica del Cauze

Método de Manning y Strickler

$$B = (Q^{1/2}/S^{1/5}) (n K^{5/3})^{3/(3+5m)}$$

n K m

Fig. 56. CÁLCULO DEL ANCHO ESTABLE\_ KM 0+555 - 0+625

CALCULOS HIDRAULICOS - DIQUES LATERALES

PROCESAR PAGINA IMPRIMIR

**PROYECTO:** ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DIST

Información Inicial

Caudal (Q)	P. Retomo	Pendiente
92.40	100	0.05640

Ancho Estable del Cauze (B)

Recomendación Práctica	23.88
Método de Petits	42.68
Método de Simons y Henderson	27.88
Método de Blench y Alluin	34.80
Método de Manning y Strickler	22.72

Sección Técnica del Cauze

Método de Manning y Strickler

$$B = (Q^{1/2}/S^{1/5}) (n K^{5/3})^{3/(3+5m)}$$

n K m

Fig. 57. CÁLCULO DEL ANCHO ESTABLE\_ KM 0+625 - 0+660



Fig. 58. CÁLCULO DEL ANCHO ESTABLE\_ KM 0+660 - 0+681

TABLA XXIV. RESUMEN DEL CÁLCULO DEL ANCHO ESTABLE B (m) POR LOS DIFERENTES MÉTODOS

TRAMO	PENDIENTE (m/m)	Q diseño (m <sup>3</sup> /s)	B (m)				
			RECOMENDACIÓN PRÁCTICA	PETITS	SIMONS	BLENCH	MANNING
0+000 - 0+065	0.0104	92.40	23.88	42.68	27.88	34.80	31.86
0+065 - 0+120	0.0719	92.40	23.88	42.68	27.88	34.80	21.64
0+120 - 0+190	0.0833	92.40	23.88	42.68	27.88	34.80	21.01
0+190 - 0+250	0.0563	92.40	23.88	42.68	27.88	34.80	22.73
0+250 - 0+320	0.0264	92.40	23.88	42.68	27.88	34.80	26.44
0+320 - 0+370	0.0584	92.40	23.88	42.68	27.88	34.80	22.56
0+370 - 0+450	0.0531	92.40	23.88	42.68	27.88	34.80	22.99
0+450 - 0+555	0.0613	92.40	23.88	42.68	27.88	34.80	22.34
0+555 - 0+625	0.0413	92.40	23.88	42.68	27.88	34.80	24.18
0+625 - 0+660	0.0564	92.40	23.88	42.68	27.88	34.80	22.72
0+660 - 0+681	0.1204	92.40	23.88	42.68	27.88	34.80	19.52

FUENTE: Elaboración Propia

De los cálculos hidráulicos realizados obtenemos un ancho estable variable, que va desde los 19.52 hasta 42.68 metros, para un caudal de diseño de 92.40 m<sup>3</sup>/s. En el caso de nuestro río y según la topografía que se ha realizado tenemos secciones que no pasan los como presenta bastante variabilidad en sus secciones del cauce, he optado por elegir un ancho estable de 12 m ya que esto se aproxima más a la realidad del ancho constante del río; tomando en cuenta que éste puede variar según la geomorfología del río.

### **3.4.5.3 Evaluación de áreas inundadas**

#### **3.4.5.3.1 Descripción actual de la zona de estudio**

El superficie de influencia de todo el plan (aproximado de 0.681 Km de tramo crítico), el cauce que tiene un ancho promedio de 12.00 m, es un riesgo en el que existe la pérdida de infraestructura y unidades productoras (pérdida del bien capital, inundaciones o escasez de recurso hídrico), debido a la inexistencia de estructuras de protección, y algunas partes del cauce natural colmatado divagante por los escasos trabajos de encauzamiento, asociado a la baja cultura de prevención en los afectados.

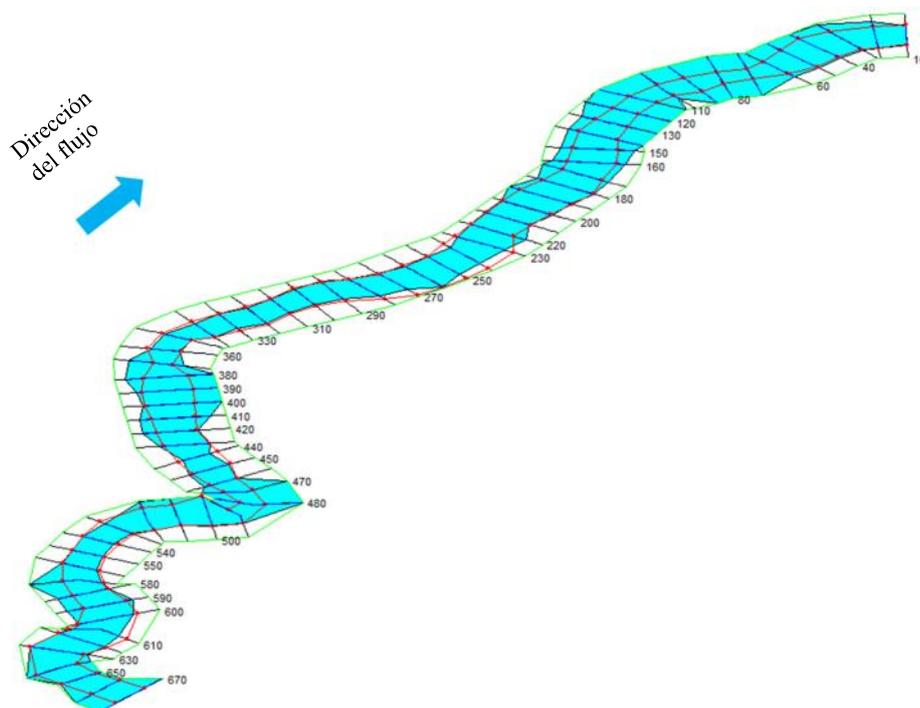
Teniendo en cuenta lo descrito, se define que el problema es que en el área o en la zona del cauce, se encuentran unidades productoras de bienes y servicios públicos (bienes capitales, infraestructura hidráulica y vías de comunicación), en riesgo frente a inundaciones y erosiones, generado por las escasas medidas estructurales (estructuras de protección y trabajos de encauzamiento) y no estructurales (capacitación en prevención de desastres).

Ante esta situación he visto por conveniente realizar mi proyecto de tesis con el fin de salvaguardar el bienestar de la población y dar una mejor atracción al distrito ya que está ubicado en una zona turística, y de esta manera también ser una persona productiva para mi tierra que me vio crecer.

#### **3.4.5.3.2 Modelamiento del río Catis, situación sin proyecto**

Al realizarse el modelamiento hidráulico de nuestro Río Catis en el programa HEC – RAS, se obtuvo como resultado que se producen desbordes afectando aproximadamente hasta 40 m fuera de su cauce de los márgenes en los cuales afectaría a viviendas y otros tipos de infraestructuras y zonas agrícolas que se encuentran a las riberas, siendo así una razón de gran importancia realizar una protección de los márgenes,

El análisis que se ha hecho se ha utilizado un caudal de diseño ya hallado en las secciones anteriores en la cual se obtuvo un resultado de 92.40 m<sup>3</sup>/s para un tiempo de retorno de 100 años. En la Figura siguiente, se puede apreciar los efectos producto del modelamiento:



**Fig. 59. RESULTADOS DEL MODELAMIENTO DEL RÍO CATÍS EN HEC – RAS (SIN PROYECTO)**



**Fig. 60. VISTA DE LOS SECTORES DE INUNDACIÓN QUE GENERARÍA EL RÍO CATÍS EN VISTA SATELITAL**

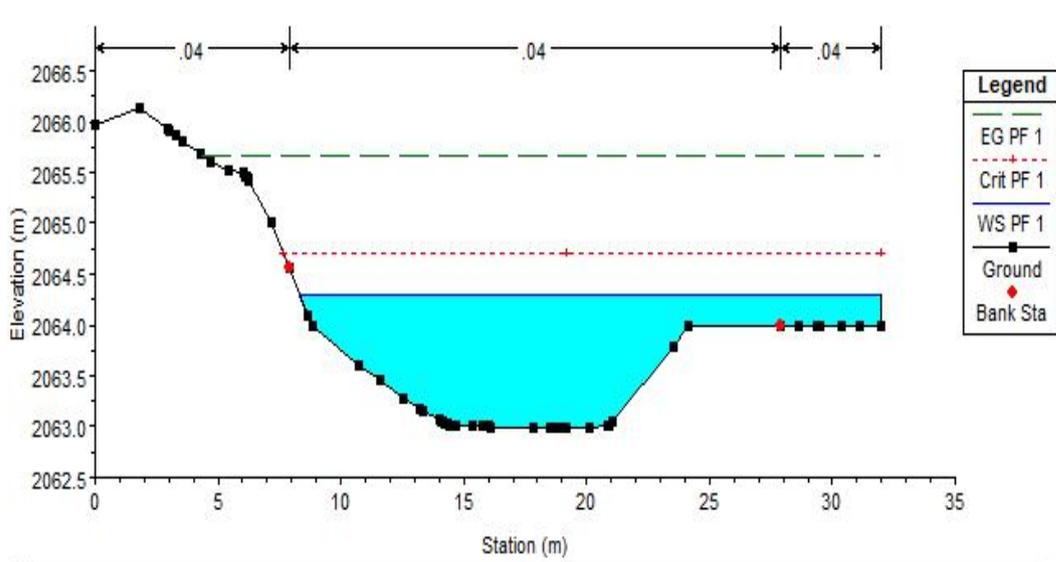


Fig. 61. SECCIÓN TRANSVERSAL INUNDADA 1

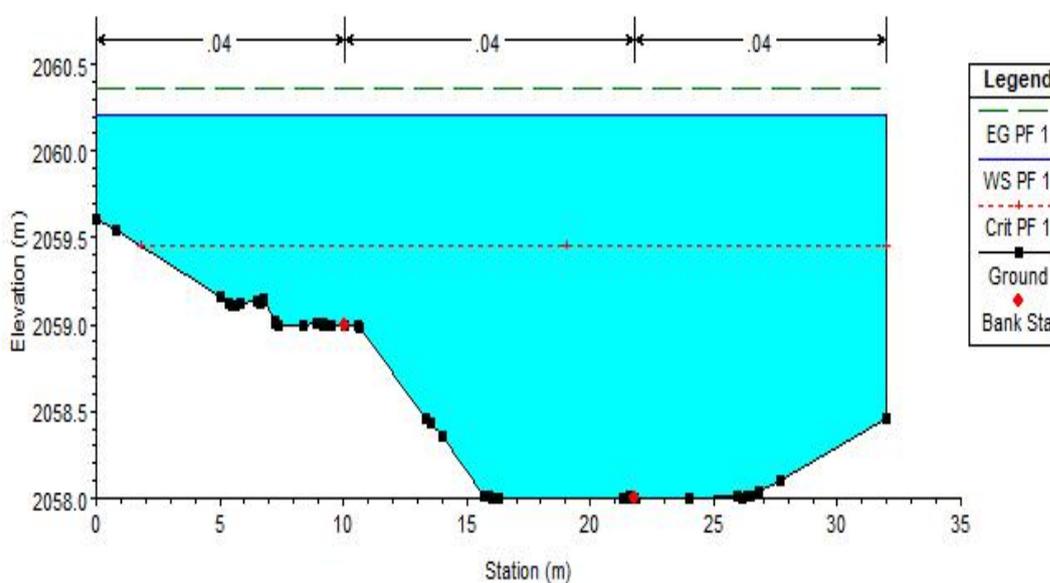


Fig. 62. SECCIÓN TRANSVERSAL INUNDADA 2

### 3.4.6 Estudio de impacto ambiental

La Estudio de Impacto Ambiental (EIA), es un instrumento que ayuda a la prevención para la gestión del medio ambiente, asegurando una calidad ambiental acorde con el grado de desarrollo y las circunstancias financieras y sociales de la población.

EL procedimiento para la obtención del Certificado del Impacto ambiental se inicia con la presentación del resumen de la memoria del proyecto por parte del generador en la que participa

el control ambiental de los proyectos, luego sigue con la elaboración de consultas frente a la intervención de los agentes socioeconómicos, continúa con en el proceso de participación pública y finaliza con la difusión de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) en la que toma la decisión de la administración ambiental sobre el proyecto.

La EIA se ha empezado a formalizarse, en la que en todos los proyectos debe tener un estudio para ver los impactos que generarían los proyectos al momento de su ejecución, donde las secuelas de una evaluación negativa son diversas según la legislación y el rigor con la que se aplique, en la que se puede dar por paralizado definitivamente del proyecto o caso contrario dejar la continuación.

El estudio siempre va dirigido a un proyecto en específico, no puede ser para varios proyectos ya que está definido en diferentes aspectos tales como: tipo de obra a ejecutarse, procedimientos constructivos, materiales a ser empleados, trabajos de mantenimiento en la fase operativa, etc.

### **3.4.6.1 Descripción del Proyecto**

#### **3.4.6.1.1 Población**

Según datos censales realizados por el INEI al año 2015, San Andrés de Cutervo tiene una población de 5259 habitantes, de los cuales un total de 4003 personas son alfabetos con un grado de educación secundaria como mínimo como se observa según la tabla obtenida del INEI (Anexo 5).

#### **3.4.6.1.2 Ubicación política**

El río Catis, cauce que se encuentra en la parte central del distrito, donde el tramo a ejecutar el proyecto se encuentra aprox. a 300 m hacia aguas arriba del Puente (Puente Rojo) y 381 m aguas abajo, en la que se protegerá ambos márgenes.

#### **3.4.6.1.3 Ubicación geográfica**

Geográficamente se encuentra entre, entre las coordenadas 752913.670 E; 9309556.355 N y 753165.815 E; 9310046.891N

### 3.4.6.1.4 Ecosistemas

**TABLA XXV. DATOS DEL ECOSISTEMA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS**

<b>Características Geología</b>	Geomorfología	En la región de Cajamarca existen cuatro grandes unidades catalogadas por sus características como paisajes dominantes: Altiplanicie, Colinoso, Montañoso y Planicie.
	Geología	Están formados por gran parte de arcilla tales como lutitas, lodolitas y margas, de color rojo y marrón amarillento, arenas y gravas, que su formación ha sucedido a través del transcurso de las eras geológicas, tal como en el paso del tiempo seguirá ocurriendo.
	Topografía	Es relativamente plana, con pendientes variables, con desniveles que van desde los 2088.48 msnm hasta los 2051.20 msnm.
<b>Características Físicas</b>	Clima y Aire	<p>En San Andrés de Cutervo de acuerdo a la zona geográfica su clima es muy variado, donde según los ecosistemas del Parque Nacional de Cutervo se encuentra clasificado como bosque muy húmedo–Montano Bajo Tropical, con una precipitación pluvial durante todo un año, un promedio de 200 a 300 mm y la biotemperatura anual es de 12 °C a 17 °C. La vaporización permisible es aprox. de 0.25 a un 0.50, siendo esto lo que establece un ambiente perhumedo. Así mismo se determinó una agrupación atmosférica de bosque nublado, siendo considerado así porque gran parte del año persiste húmedo.</p> <p>Las épocas de intensidades y frecuencias considerables de aguacero son los períodos de diciembre a marzo, los meses restantes del año las lluvias son variadas en la que no es muy exacto predecir las épocas de verano. Por lo general el clima está afectado por los vientos del Océano Pacífico y la Cordillera de los Andes.</p>

	<p>Hidrología</p>	<p>A nivel de la evaluación de las máximas avenidas, puede señalarse lo siguiente:</p> <p>En uno de los eventos que causo desastres en la población Sanandresina fue en el año 1994, en la que el río (Catis) que pasa por zona central del distrito, se desbordó, inundando con lodo y bolonería de gran tamaño a la mitad del distrito.</p>
	<p>Suelos</p>	<p>De acuerdo a la visita a campo se observó que los suelos existentes, están formados por gran parte de arcilla, arenas y gravas, también hay existencia de bolonería de gran tamaño los cuales son efectos de las grandes masas de lodo que trae el agua, que ha ido sucediendo al paso del tiempo.</p> <p>Presenta material arenoso de origen aluvial, con variantes de arena pobremente gradada, arena con finos, arenas limosas, arenas arcillosas y concentraciones menores de material fino como Arcillas y Limos de baja plasticidad.</p>
<p><b>Características Biológicas</b></p>	<p>Flora</p>	<p>El distrito de San Andrés conforma la mayor parte del Primer Parque Nacional, en la que tiene variedades en Orquídeas, hongos, Líquenes, y una vegetación arbórea medicinal y económicamente importante. Entre los árboles representativos tenemos el roble, ishpingo, cedro, cascarilla, higuerón, nogal, acerillo, babilla, aliso entre otros.</p> <p>El árbol más destacado tenemos el árbol de la quina, cuya planta es la máxima representante de la flora peruana, la cual se encuentra en uno de los símbolos de nuestro Escudo Nacional, Y lo que es lo más representante en el distrito de San Andrés son sus palmeras, quienes, con sus imponentes alturas y su color blanquecino, hacen que sea lo más llamativo del distrito.</p>

	Fauna	<p>Podemos encontrar especies como el oso de anteojos u oso andino, habita en diversos medios ubicados entre los 500 msnm y 4,500 msnm; el Gato Andino cuyo felino cuenta con el menor número de registros a nivel mundial, el Jaguar, este felino es el más poderoso de América, con un tamaño que alcanzan hasta 1.8 metros y puede llegar a pesar más de 130 kg, en la actualidad ya no se hay registro de avistamientos; oso hormiguero de tres dedos, el tigrillo, majaz de altura, el venado silvestre, la pacarana.</p> <p>Por el lado entre las aves tenemos el pilco o quetzal de cabeza dorada, al guácharo (ave nocturna de largo plumaje y el más llamativo del Parque Nacional), y el ave nacional que es el gallito de las rocas.</p>
	División geopolítica	San Andrés cuenta con 11 Centro Poblados.
<b>Características Socio - Cultural</b>	Demografía	Según INEI, la localidad de San Andrés de Cutervo tiene una población de 5259 habitantes hacia el año 2015.
	Nivel e Infraestructura Educativa	Nivel inicial: IEI 306, Nivel primario: IE. 10340, Nivel secundario: I.E. José Carlos Mariátegui.
	Vivienda	A nivel de la localidad San Andrés cuenta aproximadamente con 800 casas, de los cuales un 70 % son de material noble y lo restante de material rústico
	Salud	San Andrés de Cutervo cuenta con 7 establecimientos de salud los cuales pertenecen a la microred San Andrés de Cutervo, DISA Cutervo.
	Transporte y comunicaciones	Cuenta con carreteras a 10 Centros poblados, las cuales se encuentran en un estado medio, también cuenta con el acceso principal que es la carretera alternativa de la marginal de la sierra, la cual une las localidades de San Andrés de Cutervo con Sókota y Cutervo y también Santo Tomas, Pimpingos y Cuyca.

	Actividades Productivas	La principal actividad es la ganadería, siendo la zona más importante de toda la provincia de Cutervo, también se realiza la agricultura, produciendo lo que es la papa, maíz, frejol, alverja, arracacha, yuca, pituca, plátanos, naranja, lima.
--	-------------------------	---

FUENTE: Elaboración Propia

### **3.4.6.2 Aspectos e Impactos ambientales**

#### **3.4.6.2.1 Impactos en la Fase de Construcción**

##### **3.4.6.2.1.1 Sobre el medio físico**

#### **A. Impactos Positivos**

En el proceso constructivo se verá afectado el medio físico, no hay impacto positivo.

#### **B. Impactos Negativos**

#### **Calidad del Aire:**

##### **Aumento de concentración de sustancias en el medio**

- ✓ Proviene del resultado de la partida corte y relleno, y la maniobra de la máquina en la excavación en algunas zonas del estudio, modificará la calidad del aire con el aumento de partículas (polvo).
- ✓ En zonas urbanas se generan inconvenientes con las viviendas, ya que están expuestas al momento de ejecución de las obras, donde estas partículas de polvo logran forjar la aparición de alergias y otros males, forjando afectaciones a la salud.
- ✓ Este impacto afectará moderadamente la salud de la población, de modo estacional. Por ende, se tomará medidas de reducción de la propagación de partículas de polvo como es el regadío de agua a los materiales removidos, también otra medida sería disminuir las velocidades de los vehículos para evitar la propagación de polvo en zonas de trabajo.
- ✓ El tránsito vehicular es el que genera mayor cantidad de polvo, aun con ello se preverá que no exceda los Límites Máximos Permitidos (LMP).

##### **Aumento de Gases de Combustión**

- ✓ Las maquinarias y los equipos en la fase de construcción del proyecto, generarán la emisión de gases de combustión.
- ✓ Otra de las actividades que forjará gases es la quema de los desechos.

- ✓ Aun con el desarrollo de las actividades mixtas en el del plan, su esparcimiento y sus escenarios no ocasionarán se exceda los LMP, indicando que la concentración máxima permisible de SO es de 572 µg/m<sup>3</sup> (media aritmética diaria) y para NO<sub>2</sub> un 200 µg/m<sup>3</sup> (concentración máxima).
- ✓ La propagación de gases inquieta de forma análogo a la urbe en lo concerniente las enfermedades respiratorias. Para la reducción de las emisiones de gases de las maquinarias y vehículos, se realizará mantenimiento constantemente, aseverando su correcta operacionalizad. También los desechos serán quemados en áreas autorizadas, zonas retiradas de la ciudad.

### **Ampliación de Ruido Ambiental**

- ✓ Con el empleo de maquinarias para las labores de excavación y corte, también en el transporte de este, se elevarán los niveles de ruido, afectando a las viviendas y los negocios de las zonas donde se realicen las obras. No obstante, se espera que el aumento de los niveles de ruido no sea significativo, además que es temporal.
- ✓ El personal calificado que opere con maquinarias, los cuales generen altos niveles de ruido, tendrán la obligación de usar equipos de protección auditiva al igual que las personas que se encuentren en zonas altos niveles sonoros.
- ✓ Durante el tiempo de construcción, los equipos y maquinarias estarán suministradas con silenciadores y tendrán un mantenimiento continuo para la reducción de los ruidos de funcionamiento.
- ✓ La generación de ruido se considerará, un impacto de naturaleza temporal y local, con moderada significancia, ya que se cumplirá con el límite de 90 dBA (Lcq) como promedio diurno.

### **Relieve Geodinámico:**

#### **Transformación del Relieve**

- ✓ En el proyecto se realizará una pequeña modificación en el cauce del rio, con fines de protección a la población.
- ✓ Adicionalmente se requerirá de la nivelación de la sección del cauce.

### **Calidad del Suelo:**

#### **Obtención de Desmonte**

- ✓ La excavación y nivelación de los márgenes del río, demandará la ocupación de las zonas aledañas al cauce, ya que el material de excavación, será para uso de relleno en

algunas zonas. Esta actividad será transitoria puesto que durará mientras se realicen las labores de Obra.

- ✓ Las excavaciones dejarán un volumen de tierra excedente, que no podrá ser ubicado en el proceso de cierre de las zanjas, por lo que será dispuesto en un botadero especialmente preparado. El traslado está relacionado al aumento de polvo y también a la obstaculización del tránsito. Se considera este impacto negativo, pero de poca significación.

### **Contaminación del Suelo por Derrame de Combustible**

- ✓ En el proceso de construcción se utilizará vehículos como, excavadoras, volquetes, cargadores frontales y diversas maquinarias que contienen generadores de corriente, en el que operan con hidrocarburos. Existe la probabilidad de que un mal manejo de combustible o algún accidente en la zona, induzcan al derramamiento de combustibles sobre el suelo.
- ✓ Para el Plan de Manejo Ambiental se considerarán medidas para contener y enmendar derramamientos en los espacios en que se almacenan combustibles y lubricantes, instalando cubiertas impermeables para el suelo, también acondicionando con equipos de control de derrames (picos, absorbentes, palas, suelos, etc.) y bombas para la recarga de combustibles.

### **Calidad del Agua**

#### **Contaminación del Nivel Freática**

- ✓ El derramamiento accidental de combustible o el derrame de aguas negras que generan la contaminación del agua. Este tipo de derrames provocan la contaminación de las aguas subterráneas con microorganismos dañinos y con sustancias que perjudican la calidad del agua.
- ✓ El peligro de contaminación de las aguas subterráneas va a depender de la profundidad del nivel freático, el volumen de contaminantes esparcidos y la esponjosidad del suelo.
- ✓ Al tener en cuenta estas consideraciones, movilización del combustible no es en grandes cantidades, dando así una probabilidad baja de derrames. Es por ello que se considera un de moderada significancia y de poca posibilidad de ocurrencia.

### **3.4.6.2.1.2 Impactos sobre el medio biótico:**

#### **A. Impactos Positivos**

En el proceso constructivo se verá afectado el medio biótico, no hay impacto positivo.

#### **B. Impactos Negativos**

##### **Afectación a las Áreas Verdes**

- ✓ La ejecución de las obras requerirá la eliminación de áreas verdes que se encuentran al margen del cauce, para así realizar la colocación de las estructuras de protección.
- ✓ Por tamaño de las obras a ejecutarse se considera un impacto negativo, pero de baja significancia y de carácter transitorio, ya que, una vez culminadas las obras, se procederá con de la reposición de algunas áreas afectadas.

### **3.4.6.2.1.3 Impactos sobre el medio socio-económico:**

#### **A. Impactos Positivos**

##### **Social**

- ✓ Mejora los horizontes de Aprendizaje Laboral.
- ✓ Al iniciar la obra, se capacitará a todo el personal en los en los diferentes aspectos básicos como es de salud e higiene y la protección del medio ambiente.
- ✓ Como en todo proyecto siempre existirá la mano de obra que por primera vez este iniciando en este tipo de proyecto, por lo cual será un impacto positivo adquiriendo capacitación laboral, y así tener mejores experiencias para empleos futuros.

##### **Ingresos familiares**

- ✓ La contratación del personal de la zona del proyecto, forjará el aumento de los ingresos económicos de los familiares. También existirá un ingreso por parte del personal forastero, consumiendo los recursos del lugar, donde el comercio de bienes y servicios es mayor.
- ✓ Se es un impacto positivo puesto que este aumento es indefectible y de alta significancia para la zona de estudio.

## **B. Impactos Negativos**

### **Social**

- ✓ Las zonas de trabajo son un riesgo permisible para todas las personas que circulan por el espacio donde se realizan los trabajos. Existe una mayor probabilidad de accidentes para los niños y ancianos ya que estos se encuentran más expuestos.
- ✓ Como disposición de seguridad se debe considerar la señalización de todas las zonas de labor por medio de cintas señalizadores de riesgo y mallas de defensa y seguridad para la demarcación de la obra. Además, se tendrá que considerar conos de señalización para el desvío de tránsito, por parte del Contratista debe implementar de luces preventivas instando la colocación de una partida de impacto ambiental dentro de los gastos generales.
- ✓ Peligro de accidentes de los pobladores.
- ✓ Alteración del Tránsito Urbano.
- ✓ Como resultado del tránsito de vehículos de transporte de materiales, tendrán que plantear desvíos, aumentando así el tiempo de recorrido de los vehículos particulares y públicos ocasionando molestar en los pasajeros y conductores en general.
- ✓ Este impacto será remediado con una apropiada señalización y nuevas habilitaciones de áreas de aparcamiento provisionales para alojar los vehículos.
- ✓ Riesgo de aumento de enfermedades.
- ✓ Riesgo de incremento de accidentes ya sea en dentro o fuera de la zona del proyecto.

### **Económico**

#### **Abandono de Actividades Habituales**

- ✓ En el lugar del desarrollo del proyecto el desempleo es uno de los inconvenientes de moderada demanda, en donde la mayoría de población se dedica a la agricultura, en la que muchas veces no generan muchos ingresos como sería un proyecto en la zona de trabajo.
- ✓ Por lo que este tipo de proyectos tienen como fin, dar trabajo a la población de la zona del proyecto en la que captará a un buen grupo, siendo así considerada como impacto moderado, pero de baja posibilidad de ocurrencia.

#### **Disminución de la Calidad Visual**

- ✓ Las obras en ejecución del proyecto reducirán la calidad visual de las zonas aledañas, ya que estas generarán la emisión de partículas de polvo y la dispersión de gases de combustión.
- ✓ Se considerará de moderada significancia.

### **3.4.6.2.2 Impactos durante la fase de operación**

#### **A. Impactos Negativos**

##### **Variación de la Calidad de las Aguas Superficiales y Subterráneas**

- ✓ Posiblemente existe el peligro de que las aguas subterráneas sean alteradas con flujo de combustibles derramados que no tengan una buena disposición en la obra.
- ✓ Este impacto es de moderada significancia y de muy baja posibilidad de ocurrencia si se toman las previsiones correspondientes.

#### **B. Impactos Positivos**

##### **Aumento y Mejora de las Condiciones Higiénicas y Sanitarias**

- ✓ Las obras deberán contar con un plan de servicios de la salud, en la que beneficiará a la población laborante, para prevenir posteriores enfermedades.
- ✓ Este impacto se considera infalible y de alta significación.

##### **Mejora de los Servicios Públicos**

- ✓ En la fase de operación se mejorará la disponibilidad de los recursos para toda el área de trabajo. Siendo este impacto mejorará las calidades de vida la población beneficiando la formación de pequeñas empresas y negocios.

#### **Económico**

##### **Flujo Turístico**

- ✓ Dará un mejor realce en la visión de todas las personas, ya que gracias a esto se podría dar ampliación para nuevas aperturas de calles. Asimismo, mejoraría a la localidad, ya que con este proyecto generará la expansión de sus negocios, considerándose un impacto de alta posibilidad de ocurrencia y con un alto nivel de significación.

##### **Actividades Comerciales**

- ✓ Mejora de los ingresos locales, por lo que repercutirá en la mejora de la capacidad adquisitiva de los procesos de compra venta de productos en el área.
- ✓ Viene a ser un impacto de alta significancia.

##### **Revaloriza el Valor Inmueble**

- ✓ El valor de las viviendas o propiedades colindantes a las obras serán beneficiadas con el acrecentamiento de su valor comercial.

### **Suscitará al Desarrollo Urbano**

- ✓ Generará un impacto de desarrollo en la población, asimismo promoverá las actividades comerciales en la localidad.

#### **3.4.6.3 Evaluación del Impacto Ambiental**

La metodología empleada para la evaluación de impacto ambiental se utilizó la Matriz de Leopold, que tiene como fin discretizar las actividades antrópicas en las fases de construcción, operación y mantenimiento de las obras a ejecutarse.

Los factores ambientales se refieren a los elementos descritos en el diagnóstico ambiental, los cuales son: los recursos hídricos, suelo, fisiográfico, geomorfológico, vegetación, fauna y aspectos socioeconómicos cultural.

De la confrontación de los factores ambientales y las acciones humanas o antrópicas surgen los impactos ambientales positivos y negativos relevantes e irrelevantes.

Para la cuantificación de los impactos ambientales en magnitud e importancia, se hace uso de la matriz de interacción. Los valores oscilan entre 1 y 10, el valor 10 indica que es muy importante y de muy alta magnitud, el valor 1 indica un valor bajo en magnitud e importancia. El signo negativo (-) indica que el impacto es negativo y el positivo (+) que es satisfactorio para el medio ambiente.

El promedio o ponderación de impactos se realiza multiplicando la importancia (I) y magnitud (M) de cada casillero y luego sumando algebraicamente, el resultado negativo de las filas significa que existe un impacto negativo sobre el factor ambiental agua, clima, suelo, flora, fauna o socio-económico-cultural; el resultado positivo indica conservación de los factores ambientales.

El resultado final de la matriz global se calcula realizando la sumatoria de los impactos de la última columna, para su comprobación se realiza la sumatoria de la última fila, la sumatoria de ambos debe coincidir.

TABLA XXVI. MATRIZ DE LEOPOLD

MAGNITUD Expresa el grado de alteración potencial de la calidad ambiental del factor considerado, hace referencia a la dimensión, trascendencia y medida del efecto en si mismo			FASE DE CONSTRUCCIÓN					IMPACTO TOTAL			
			IMPORTANCIA  Valor ponderal que proporciona el peso relativo del efecto potencial y refleja la significación y relevancia del mismo, así como la extensión o parte del entorno afectado	OBRAS PROVISIONALES	OBRAS PRELIMINARES	SEGURIDAD EN OBRA	MOVIMIENTO DE TIERRAS	CONSTRUCCIÓN DE DEFENSAS RIBEREÑAS	MAGNITUD +/- IMPORTANCIA +/-	PONDERADO	
FACTORES AMBIENTALES	CARACTERÍSTICAS FÍSICO	AGUA	CURSOS DE AGUA				-2	-3	-5		
			ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA		-2		-3	-2	-7	6	-16
		SUELO	EROSIÓN		-1		-2	-2	-5	7	-8
			CAMBIO DE RELIEVE		2		2	1	5	8	-28
			AFECCIÓN CALIDAD DEL SUELO				-3	-4	-7	2	-4
		PAISAJE	ALTERACIÓN DEL PAISAJE	-1		-2	-2	-2	-7	2	-15
			AFECCIÓN CALIDAD DEL AIRE GASES DE COMBUSTIÓN	1		3	1	3	8	8	-6
		AIRE	AFECCIÓN CALIDAD DEL AIRE POR RUIDOS		1	1	-1	-1	-1	4	-1
	REDUCCIÓN A LA VEGETACIÓN		1				-1	0	3	0	
	CONDICIONES BIOLÓGICAS	FLORA		1				1	2	-1	
		FAUNA	PERTURBACIÓN DE LA FAUNA					-1	-1	1	-1
	SOCIO-CULTURAL	SALUD	DAÑOS A LA SALUD DEL TRABAJADOR				-2	-2	-4	1	-8
			GENERACIÓN DE EMPLEO		5		6	4	15	4	101
		CULTURAL	POBLACIÓN		7	1	7	6	20	6	14
	IMPACTO TOTAL		MAGNITUD +/-	0	3	-1	-12	-13	4	6	
			IMPORTANCIA	2	12	5	26	31			11
			PONDERADO	0	30	-4	0	-15	11		<b>VERDADERO</b>

Fuente: Elaboración Propio

### 3.4.6.4 Plan de manejo ambiental

El objetivo del Plan de Manejo Ambiental (PMA) es mitigar los impactos negativos de la construcción, operación y cierre.

A continuación, se muestran las responsabilidades y obligaciones a tomarse en cuenta durante la fase constructiva del Proyecto, que recaerán en el ingeniero residente de obra y/o constructor, supervisor de obra y titular del Proyecto:

Titular del Proyecto:

- ✓ Exigir al ingeniero residente y/o constructor, así como al supervisor de obra, el cumplimiento de los programas y las medidas contemplados en el presente Plan, así como de cualquier instrucción de índole ambiental que se disponga.

- ✓ Solicitar al ingeniero residente modificaciones o medidas adicionales que considere conveniente para el cuidado y mejoramiento del ambiente, previa coordinación con la autoridad competente.

### **3.4.6.5 Plan de medidas de mitigación de impacto ambiental**

Comprende el suministro de la mano de obra, material, equipo y la ejecución de las operaciones necesarias para la conservación del entorno medio ambiental, mitigando los impactos negativos que pudieran presentarse durante la ejecución de los trabajos.

Dentro de estas partidas el Contratista procederá a efectuar sin ser limitativos todos los trabajos necesarios para:

- ✓ La nivelación, conformación y restitución a su estado natural de las áreas utilizadas para campamentos, talleres e instalaciones del Contratista.
- ✓ Eliminación y/o disminución de polvo, ruidos molestos y/o malos olores durante la ejecución de la obra.

#### **3.4.6.5.1 Mitigación Ambiental**

##### **a. Acondicionamiento de botaderos**

El acondicionamiento de botaderos consiste en la dispersión de los materiales terrosos excedentes como consecuencia de la ejecución de la obra y que tienen que eliminarse y no constituyan peligro u obstáculo para esta o a terceros; la cual proviene de las partidas de limpieza y desbroce, demolición de concreto simple y ciclópeo y excedentes de relleno.

Empleando el tractor de oruga este material se explanará en la zona colindante a la obra tratando de rellenar partes bajas.

La Supervisión señalará los lugares o zonas de explanación de este material excedente. Esta partida se ejecutará solo con la aprobación de la Supervisión y se dará por concluida con la misma.

##### **Disposición del material excedente**

El material retirado podrá ser utilizado para construir plataformas de acceso a las obras que lo requieran. Si el material es rico en materia orgánica, podrá ser utilizado como tierras de abono en áreas donde los terrenos agrícolas de los pobladores se encuentren degradados, permitiendo de ésta manera recuperarlos.

### **b. Restauración de áreas afectadas por campamento**

La restauración de áreas afectadas por campamento comprende el suministro de la mano de obra y equipos necesarios para la ejecución de la restauración de las áreas afectadas por campamento, una vez concluidas las obras.

Comprende la remoción y demolición de todos los elementos utilizados en el acondicionamiento del campamento de obra y patio de máquinas y la posterior limpieza de las áreas afectadas.

El Contratista ejecutará las siguientes acciones comprendidas en esta partida:

- ✓ Eliminación de desechos: Los desmontes productos del desarmamiento del campamento serán reubicados a los almacenes de relleno dispuestos para tal fin, de tal modo que el ambiente quede libre de materiales de edificación y desechos en general.
- ✓ Clausura de depósitos y relleno sanitarios: La clausura de depósitos y rellenos sanitarios, para ello el material obtenido al inicio, envolviendo el área afectada y compactando el material que se use para rellenar.
- ✓ Eliminación de pisos: Los restos de los pisos que formaron parte del campamento deberán ser totalmente levantados y los residuos se trasladarán a los botaderos indicados por el Supervisor o acondicionados en la zona. De esta manera se garantizará que el ambiente utilizado para estos propósitos permanezca libre de desmontes.
- ✓ Recuperación de la morfología: Se volverá a nivelar el terreno a las anteriores condiciones, asimismo las zonas que hayan sido compactadas deben ser humedecidos y removidas, acondicionándolo de acuerdo al paisaje circundante.
- ✓ Colocación de una capa superficial de suelo orgánico: Se ejecutará manipulando el material superficial (suelo orgánico) entre los 0.20 y 0.25 m, que primeramente fue removido y acumulado, antes de la edificación del campamento.

Se determinará las áreas restauradas realmente ejecutadas y aprobadas por el Supervisor. Se pagará de acuerdo al precio unitario contratado, una vez que el Supervisor haya verificado la terminación de la restauración del área del campamento, conforme a las indicaciones de las presentes especificaciones.

### **c. Revegetación de áreas afectadas**

Comprende el suministro de la mano de obra, materiales y herramientas necesarios para la ejecución de la plantación, reforestación, revegetación o reimplante de pastos y/o arbustos,

arboles, plantas de cobertura de terreno y en general de plantas de zonas o áreas que antes del inicio de los trabajos se encontraban con vegetación.

La revegetación del área afectada contempla las siguientes tareas:

- ✓ Restauración de áreas de vegetación que hayan sido alteradas por el proceso de construcción de la obra.
- ✓ Restauración de la superficie exterior de los depósitos de desechos y en las zonas aledañas donde se haya dañado y perdido la vegetación inicial, para permitir readecuar el paisaje a la morfología inicial.

### **3.4.6.6 Programa de salud, seguridad y medio ambiente**

#### **a. Seguridad del Personal**

- ) Revisar periódicamente los equipos, motores y vehículos para su reparación o reposición.
- ) Capacitar al personal de obra. (en temas de salud, seguridad y medio ambiente).
- ) Usar obligatoriamente el equipo de protección personal (EPP).

#### **b. Equipo de Protección Personal (EPP)**

El EPP cumple un papel muy importante en la prevención de daños a la salud. Está diseñado para proteger a los empleados en el lugar de trabajo de lesiones o enfermedades serias que puedan resultar del contacto con sustancias o elementos químicos, físicos, eléctricos, mecánicos y otros.

Los trabajadores que realicen actividades que puedan causar lesiones o trabajen en zonas que impliquen riesgos para la salud contarán con EPP, el cual está compuesto por los siguientes:

- ✓ Protectores auditivos, máscaras nasales, cascos de seguridad, botas con punta de acero, guantes, lentes de seguridad (según se la actividad), arneses (trabajos en altura).
- ✓ El personal que trabaje en zonas con niveles altos de ruido (80 db) contará con protectores auditivos.

#### **c. Procedimientos de Trabajo**

Cada tarea especializada que pueda o no ocasionar algún riesgo sobre la salud contará con un procedimiento específico. Este procedimiento consignará, entre otros aspectos, lo siguiente:

- ✓ La descripción, La responsabilidad, Equipo, Análisis de riesgo.

#### **d. Señalización**

Es parte de la prevención de accidentes una adecuada señalización de seguridad y salud en todas las zonas de trabajo. Algunos tipos de señalización que se deben tener en cuenta son los siguientes:

- ✓ Señalización de advertencia, que previene sobre algún tipo de peligro o situación potencialmente peligrosa.
- ✓ Señales de evacuación, que indican salidas de emergencia y acciones de evacuación.
- ✓ Seguridad de obligación, cuyas señales indican la necesidad de realizar una acción o de utilizar un equipo determinado.

#### **3.4.6.7 Plan de manejo de residuos**

El Plan de Manejo de Residuos considera todo el material de descarte y desecho que se obtenga, producto de las actividades. Este será aplicado para todas las fases del Proyecto.

##### **✓ Gestión de Residuos**

Los principios básicos que se tendrán en cuenta para la gestión de residuos en todas las fases del Proyecto son los siguientes:

- a) Generación y segregación: Los residuos producidos, serán recepcionados en los depósitos colocados en cada ambiente específico. Para el efecto, se dispondrán de recipientes que faciliten su manipulación, almacenaje del tipo de residuo esperado (de acuerdo con la instalación donde se ubique) y que permitan una rápida limpieza.
- b) Recolección: La recolección se efectuará según el programa de recojo, con una frecuencia y horario acorde con la generación diaria esperada.
- c) Transporte: La administración del Proyecto determinará, en cuanto se inicie la operación del Proyecto, los horarios para el transporte de los residuos.
- d) Almacenamiento: contarán con un lugar de almacenamiento intermedio que concentre temporalmente los residuos de estas instalaciones y servicios cercanos.
- e) Disposición final: La Empresa Contratista, contratará una Empresa Prestadora de servicios debidamente autorizada ante DIGESA, la cual realizará la disposición final de los residuos, desde el punto de sus actividades.

### ✓ Residuos peligrosos

Los residuos peligrosos como: bolsas de cementos y de aditivos e insumos peligrosos.

Y los Residuos Peligrosos Inflamables como: hidrocarburos usados, materiales impregnados con hidrocarburos.

Para el caso de hidrocarburos usados deben ser acumulados en cilindros que garanticen su almacenamiento, los cuales contarán con sus respectivas bandejas anti derrames.

### ✓ Residuos Generales

Estos residuos son los provenientes de los servicios higiénicos.

A continuación, se presenta la siguiente imagen.

#### Depósitos para residuos

CODIGO DE COLORES SEGÚN NTP 900.058.2005 PARA EL MANEJO DE



#### 3.4.6.8 Plan de contingencia

El objetivo del Plan de Contingencia es proporcionar los lineamientos generales para dar una respuesta inmediata y eficiente ante las eventualidades posibles para proteger la salud y la vida humana, y los bienes del Proyecto.

Durante la fase constructiva habrá una brigada de emergencia, la cual será la primera respuesta. Ante cualquier emergencia, se llamará a la Compañía de Bomberos Voluntarios del Perú -Cajamarca y a la Policía Nacional del Perú, quienes cuentan con personal perfectamente entrenado; a su llegada, ellos tomarán el liderazgo y conducirán la respuesta a la emergencia presentada.

La brigada de emergencia será liderada por el ingeniero residente. Esta estará integrada por trabajadores de la empresa, los cuales estarán entrenados y participarán en entrenamientos y ejercicios a fin de encontrarse preparados para responder ante emergencias.

### 3.4.6.9 Plan de capacitación

Como parte del plan de capacitación se ha incorporado temas relacionados a los temas ambientales y de seguridad. La capacitación y sensibilización son unas de las más importantes herramientas, pues el Personal toma conciencia de la problemática.

Dicho Plan se implementará en toda la etapa constructiva del Proyecto. Ver Cuadro de Capacitación y Entrenamiento.

Asimismo, el entrenador tendrá que contar con un área específica para impartir las capacitaciones, las evidencias de las capacitaciones las registrará en una Lista de Asistencia.

### 3.4.6.10 Plan de monitoreo ambiental

El plan de monitoreo ambiental permitirá alcanzar el cumplimiento de las indicaciones y medidas preventivas y correctivas a fin de lograr la conservación y uso sostenible de los recursos naturales y el cuidado del medio ambiente durante la construcción del Proyecto.

Los objetivos específicos del plan de monitoreo son los siguientes:

- ✓ Conocer el efecto real causado por los impactos, a través de mediciones en los componentes ambientales señalados más adelante.
- ✓ Detectar de manera temprana cualquier efecto no previsto y no deseado, de modo que sea posible controlarlo definiendo y adoptando medidas o acciones apropiadas y oportunas.

## 3.4.7 Diseño Hidráulico estructural

### 3.4.7.1 Cálculo del tirante

Para calcular el tirante se empleó la fórmula de Manning – Strickler:

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

Donde:

Q: Caudal de Diseño (m<sup>3</sup>/s).

S: Pendiente del tramo en estudio (m/m)

B: Ancho estable (m)

Ks: Coeficiente que está en función de las características naturales del cauce. (expresión es “1/n”).

**TABLA XXVII. VALORES Ks PARA CAUCES NATURALES**

DESCRIPCIÓN	Ks
CAUCE CON FONDO SÓLIDO SIN IRREGULARIDADES = 40	40
CAUCES DE RÍO CON ACARREO IRREGULAR = 33 - 35	33
CAUCES DE RÍOS CON VEGETACIÓN = 30 - 35	35
CAUCES NATURALES CON DERRUBIO E IRREGULARIDADES = 30	30
CAUCES DE RÍO CON FUERTE TRANSPORTE DE ACARREO = 28	28
TORRENTES CON PIEDRAS DE TAMAÑO DE UNA CABEZA = 25 - 28	25
TORRENTES CON DERRUBIO GRUESO Y ACARREO MÓVIL = 19 - 22	20

Fuente: Manual de Hidrología

Para la aplicación de la fórmula se utilizó los siguientes datos:

Q diseño: 92.40 m<sup>3</sup>/s

B= 12.00 m

Ks=33 (cauces de río con acarreo irregular)

Se obtuvo los siguientes resultados de tirante para cada kilometraje del cauce del río Catis.

**TABLA XXVIII. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL TIRANTE**

KILOMETRAJE (km)	S (m/km)	t (m)
0+000 - 0+060	0.0010	3.32
0+060 - 0+120	0.0072	1.84
0+120 - 0+200	0.0083	1.76
0+200 - 0+260	0.0056	1.98
0+260 - 0+320	0.0026	2.48
0+320 - 0+440	0.0053	2.01
0+440 - 0+560	0.0061	1.93
0+560 - 0+660	0.0056	1.97
0+660 - 0+680	0.0100	1.66

Fuente: Elaboración propia

### 3.4.7.2 Cálculo de la socavación

Para la obtención del resultado hemos empleado la fórmula de Lischtvan – Levediev, puesto que este método es el más usado en el Perú, para lo que es el cálculo de socavación general. Se basa en la suposición que el caudal unitario obtenido para cada franja en que se divide el cauce natural, permanece invariable durante el proceso erosivo, para ello se tiene que aplicar con los debidos ajustes para los diferentes casos de cauces definidos o no, materiales de fondo friccionantes o cohesivos y para condiciones de distribución de los materiales del fondo del cauce homogénea o heterogénea.

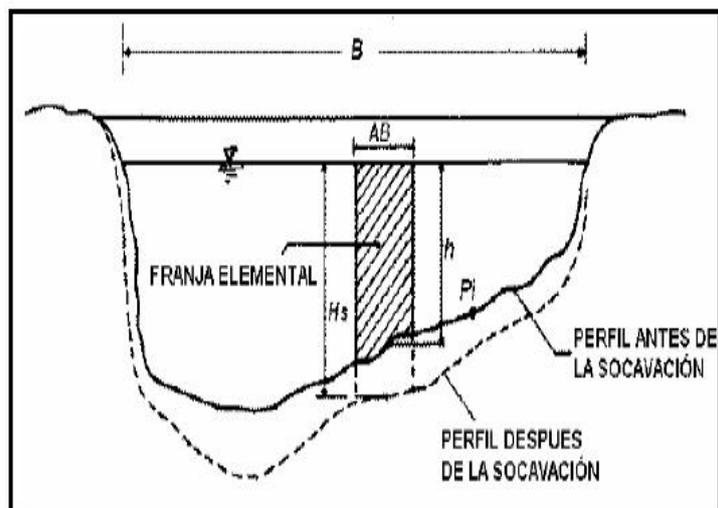


Fig. 63 PERFIL DE SOCAVACIÓN EN UNA SECCIÓN TRANSVERSAL

Según el manual de Hidrología del Ministerio de transportes, nos muestra dos fórmulas, una para suelos granulares y otra para suelos cohesivos en la que se definirán de acuerdo al diámetro medio de la partícula, el cual se va a obtener del estudio de mecánica de suelos realizado.

Fórmula para el cálculo del tirante de socavación de suelos granulares:

$$t_s = \left[ \frac{\alpha t^{\frac{5}{3}}}{0.68 \beta D_m^{0.2}} \right]^{\frac{1}{1+x}}$$

Donde:

- $t_s - t$  : Profundidad de socavación (m)
- $t$  : Tirante de agua (m)
- $D_m$  : Diámetro característico del lecho (mm)
- $\beta$  : Coeficiente de frecuencia.
- $\mu$  : Factor de corrección por contracción del cauce.
- $x$  : Factor de corrección por forma de transporte de sedimentos.

Para suelos cohesivos:

$$t_s = \left[ \frac{\alpha t^{\frac{5}{3}}}{0.68 \beta \mu \gamma_s^{1.1}} \right]^{\frac{1}{1+x}}$$

Donde:

- $t_s - t$  : Profundidad de socavación (m)
- $t$  : Tirante de agua (m)
- $\gamma_s$  : Peso específico del sedimento del lecho (T/m<sup>3</sup>)
- $\beta$  : Coeficiente de frecuencia.

- $\mu$  : Factor de corrección por contracción del cauce.  
 : Factor de corrección por forma de transporte de sedimentos.

Pasamos a determinar la determinación del tamaño dominante de las partículas, en la cual según mediante las visitas a campo se pudo determinar que en todo el lecho del río Catis el Dm es de 120 mm en la cual se verificará en la siguiente tabla el tipo de material y determinar si es suelo cohesivo o granular.

**TABLA XXIX. CLASIFICACIÓN DE LAS PARTÍCULAS SEGÚN SU TAMAÑO**

CLASIFICACION SEGÚN EL TAMAÑO DE PARTICULAS			
TAMAÑO (MM)			TIPO DE MATERIAL
4000	-	2000	CANTO RODADO GRANDE
2000	-	1000	CANTO RODADO MEDIO
1000	-	500	CANTO RODADO PEQUEÑO
500	-	250	CASCAJO GRANDE
250	-	130	CASCAJO PEQUEÑO
130	-	64	GRAVA MUY GRUESA
64	-	32	GRAVA GRUESA
32	-	16	GRAVA MEDIA
16	-	8	GRAVA FINA
8	-	4	GRAVA MUY FINA
4	-	2	ARENA MUY GRUESA
2	-	1	ARENA GRUESA
1	-	0.5	ARENA MEDIA
0.5	-	0.25	ARENA FINA
0.25	-	0.125	ARENA MUY FINA
0.125	-	0.062	LIMO GRUESO
0.062	-	0.031	LIMO MEDIO
0.031	-	0.016	LIMO FINO
0.016	-	0.008	LIMO MUY FINO
0.008	-	0.004	ARCILLA GRUESA
0.004	-	0.002	ARCILLA MEDIA
0.002	-	0.001	ARCILLA FINA
0.001	-	0.0005	ARCILLA MUY FINA

Fuente: Unión Geofísica Americana (AGU)

Con el  $D_m = 120$  mm se obtuvo que es un material de tipo “Grava muy gruesa”, por lo que se determinó que es un suelo de tipo no cohesivo (granular), por lo tanto, corresponde utilizar la fórmula:

$$t_s = \left[ \frac{\alpha t^{\frac{5}{3}}}{0.68 \beta D_m^{0.2}} \right]^{\frac{1}{1+x}}$$

- ❖ Entonces procedemos a hallar el coeficiente  $\alpha$  en la que se obtiene con la relación siguiente:

$$\alpha = \frac{Q}{t_m^{5/3} B \mu}$$

Donde:

- ✓ El caudal ya es conocido  $Q = 92.40$  m<sup>3</sup>/s,
- ✓ El tirante ( $t_m$ ) ya se calculó anteriormente para los diferentes kilometrajes,
- ✓ B es el ancho estable que es igual a 12 m
- ✓ El coeficiente de contracción  $\mu$  se calcula en función a las velocidades del flujo, para lo cual se aplicará la fórmula de Manning:  $V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n}$
- ✓ El coeficiente de rugosidad de Manning  $n = 0.030$  (Cauces de río con acarreo irregular).

**TABLA XXX. RESULTADOS DE LAS VELOCIDADES CON RESPECTO AL TIRANTE**

KILOMETRAJE (km)	t (m)	V (m/s)
0+000 - 0+060	3.32	1.75
0+060 - 0+120	1.84	3.55
0+120 - 0+200	1.76	3.73
0+200 - 0+260	1.98	3.26
0+260 - 0+320	2.48	2.49
0+320 - 0+440	2.01	3.20
0+440 - 0+560	1.93	3.36
0+560 - 0+660	1.97	3.25
0+660 - 0+680	1.66	3.97

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Luego de hallar las velocidades medias en los kilometrajes correspondientes, procedemos al cálculo del número de Froude, en el cual se tiene que tener en cuenta que debe ser un flujo subcrítico, para de esta manera evitar la excesiva erosión en el cauce.

TABLA XXXI. RESULTADOS OBTENIDOS EN EL CÁLCULO DEL NÚMERO DE FROUDE

KILOMETRAJE (km)	t (m)	V (m/s)	FROUDE (F)
0+000 - 0+060	3.32	1.75	0.31 --> FLUJO SUBCRÍTICO
0+060 - 0+120	1.84	3.55	0.84 --> FLUJO SUBCRÍTICO
0+120 - 0+200	1.76	3.73	0.90 --> FLUJO SUBCRÍTICO
0+200 - 0+260	1.98	3.26	0.74 --> FLUJO SUBCRÍTICO
0+260 - 0+320	2.48	2.49	0.50 --> FLUJO SUBCRÍTICO
0+320 - 0+440	2.01	3.20	0.72 --> FLUJO SUBCRÍTICO
0+440 - 0+560	1.93	3.36	0.77 --> FLUJO SUBCRÍTICO
0+560 - 0+660	1.97	3.25	0.74 --> FLUJO SUBCRÍTICO
0+660 - 0+680	1.66	3.97	0.98 --> FLUJO SUBCRÍTICO

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Para lo que es el coeficiente de contracción  $\mu$  se obtiene de la siguiente tabla.

TABLA XXXII. COEFICIENTE DE CONTRACCIÓN  $\mu$  CON RELACIÓN A LA VELOCIDAD MEDIA

Coeficiente de Contracción, $\mu$							
Velocidad (m/s)	Ancho efectivo del cauce						
	10 m	13 m	16 m	18 m	21 m	25 m	30 m
<1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
1.5	0.94	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.99
2	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98
2.5	0.90	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97
3	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96
3.5	0.87	0.90	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96
>4.00	0.85	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95

TABLA XXXIII. RESULTADOS DEL COEFICIENTE DE CONTRACCIÓN  $\mu$  CON RESPECTO A LA VELOCIDAD MEDIA DE CADA KILOMETRAJE

KILOMETRAJE (km)	V (m/s)	$\mu$
0+000 - 0+060	1.75	0.94
0+060 - 0+120	3.55	0.89
0+120 - 0+200	3.73	0.89
0+200 - 0+260	3.26	0.90
0+260 - 0+320	2.49	0.93
0+320 - 0+440	3.20	0.90
0+440 - 0+560	3.36	0.90
0+560 - 0+660	3.25	0.90
0+660 - 0+680	3.97	0.89

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Para lo que es el valor del coeficiente  $\beta$ , se encuentra en relación con el periodo y de la probabilidad de retorno, en el que, adoptados un valor de 1, verificar la siguiente tabla:

**TABLA XXXIV. VALORES DEL COEFICIENTE  $\beta$ , DE ACUERDO AL PERIODO DE RETORNO**

<b>VALORES DEL COEFICIENTE <math>\beta</math></b>		
<b>Periodo de Retorno (Años)</b>	<b>Probabilidad de Retorno (%)</b>	<b>Coficiente <math>\beta</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

Una vez obtenidos los valores correspondientes, calculamos el

**TABLA XXXV. RESULTADO DEL COEFICIENTE CON RESPECTO A SU KILOMETRAJE**

<b>KILOMETRAJE (km)</b>	
0+000 - 0+060	1.11
0+060 - 0+120	3.13
0+120 - 0+200	3.37
0+200 - 0+260	2.74
0+260 - 0+320	1.82
0+320 - 0+440	2.67
0+440 - 0+560	2.86
0+560 - 0+660	3.72
0+660 - 0+680	3.72

**Fuente:** Elaboración propia

- ❖ Luego pasamos a la determinación del valor de “x” y de su relación “ $\frac{1}{x+1}$ ”, para ello hacemos uso de la siguiente tabla.

TABLA XXXVI. COEFICIENTES X PARA SUELOS GRANULARES O COHESIVOS

SELECCIÓN DE x EN SUELOS COHESIVOS (Tn/m <sup>3</sup> ) o SUELOS NO COHESIVOS (mm)					
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			

Se tiene en cuenta que, si el suelo es cohesivo, los valores de “x” y de “1/(x+1)” este se determina en función del peso específico; pero en este caso, siendo el suelo granular, los valores se determinan en función del Dm.

El valor correspondiente a Dm = 120 mm, se determina utilizando la tabla anterior, interpolado los valores comprendidos entre D = 90 mm y D = 140 mm, obteniéndose 0.274 y 0.78, respectivamente.

Todos los resultados obtenidos se reemplazan en la fórmula del tirante de socavación  $t_s$ , teniendo como resultado.

TABLA XXXVII. RESULTADOS DEL TIRANTE DE SOCAVACIÓN

KILOMETRAJE (km)	1/(x+1)	t <sub>s</sub> (m)
0+000 - 0+060	0.78	2.46
0+060 - 0+120	0.78	2.57
0+120 - 0+200	0.78	2.57
0+200 - 0+260	0.78	2.55
0+260 - 0+320	0.78	2.48
0+320 - 0+440	0.78	2.55
0+440 - 0+560	0.78	2.55
0+560 - 0+660	0.78	2.55
0+660 - 0+680	0.78	2.57

Fuente: Elaboración propia

La profundidad de socavación ( $H_s$ ), viene a ser la diferencia del tirante de socavación y el tirante normal, el cual a sido determinado en los procesos del cálculo hidráulico.

$$H_s = t_s - t$$

TABLA XXXVIII. RESULTADO DE LA PROFUNDIDAD DE SOCAVACIÓN DEL RIO CATIS

KILOMETRAJE (km)	t <sub>s</sub> (m)	t (m)	H <sub>s</sub> (m)
0+000 - 0+060	2.46	3.32	0.00
0+060 - 0+120	2.57	1.84	0.73
0+120 - 0+200	2.57	1.76	0.81
0+200 - 0+260	2.55	1.98	0.57
0+260 - 0+320	2.48	2.48	0.00
0+320 - 0+440	2.55	2.01	0.54
0+440 - 0+560	2.55	1.93	0.62
0+560 - 0+660	2.55	1.97	0.58
0+660 - 0+680	2.57	1.66	0.91

Fuente: Elaboración propia

### 3.4.7.3 Cálculo estructural

#### 3.4.7.3.1 Altura de dique (muro)

La altura del muro  $H_M$  se determina sumando el tirante hidráulico más el borde libre.

$$H_M = t + B$$

- ❖ El borde libre (BL) se obtiene de la siguiente manera:

$$B = \phi e$$

- ✓ El coeficiente  $\phi$  está en función del caudal, siendo  $\phi = 1.1$ , ya que tenemos un caudal  $Q = 92.40 \text{ m}^3/\text{s}$ , se halla con la siguiente tabla.

TABLA XXXIX. COEFICIENTE  $\zeta$  PARA LA DETERMINACIÓN DEL BORDE LIBRE

CAUDAL MÁXIMO M3/S		$\zeta$
3000.00	4000.00	2
2000.00	3000.00	1.7
1000.00	2000.00	1.4
500.00	1000.00	1.2
0.00	500.00	1.1

- ✓ El valor “ e ” está en relación con la velocidad media entre la aceleración de la gravedad:

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

Entonces el borde libre BL de acuerdo a los diferentes kilometrajes del cauce del rio viene a ser:

TABLA XL. RESULTADOS DEL BORDE LIBRE EN LA ALTURA DEL MURO

KILOMETRAJE (km)	$e = V^2/2g$	BL
0+000 - 0+060	0.16	0.17
0+060 - 0+120	0.64	0.71
0+120 - 0+200	0.71	0.78
0+200 - 0+260	0.54	0.60
0+260 - 0+320	0.32	0.35
0+320 - 0+440	0.52	0.57
0+440 - 0+560	0.57	0.63
0+560 - 0+660	0.54	0.59
0+660 - 0+680	0.80	0.88

Fuente: Elaboración propia

Ya obtenido el borde libre y teniendo el tirante hidráulico, las alturas de muro son:

TABLA XLI. RESULTADOS DE LA ALTURA DE MURO HM

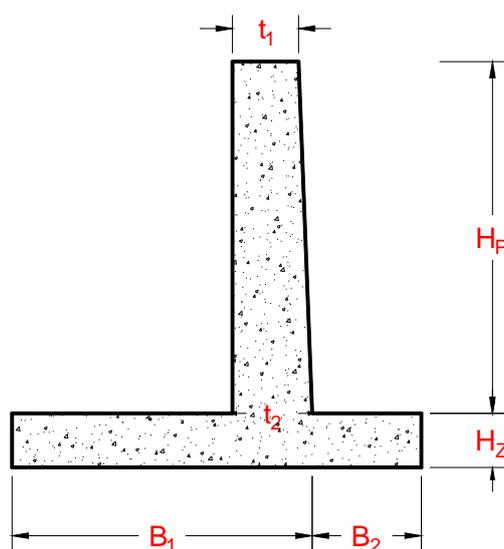
KILOMETRAJE (km)	$H_M$	ADOPTAMOS $H_M$
0+000 - 0+060	3.49	3.5
0+060 - 0+120	2.55	2.6
0+120 - 0+200	2.54	2.6
0+200 - 0+260	2.58	2.6
0+260 - 0+320	2.83	2.9
0+320 - 0+440	2.58	2.6
0+440 - 0+560	2.56	2.6
0+560 - 0+660	2.56	2.6
0+660 - 0+680	2.54	2.6

Fuente: Elaboración propia

### 3.4.7.3.2 Muro concreto armado

#### DATOS:

FSD	=	1.50
FSV	=	1.75
ANGULO FRIC. INTERNO	=	24°
COEF. EMP. ACTIVO $K_a$	=	0.433
COEF. FRICCION DESL. $f$	=	0.50
PESO DE RELLENO	=	1.80 Ton/m <sup>3</sup>
PESO MURO CONCRETO	=	2.40 Ton/m <sup>3</sup>
SOBRECARGA $W_s/c$	=	0.50 Ton/m <sup>2</sup>
ALTURA EQUIV. S/C --> $H_o$	=	0.278
ALTURA PANTALLA $H_p$	=	2.60 m
CAPACID. PORTANTE $G_t$	=	0.90 Kg/cm <sup>2</sup>
CONCRETO $f'_c$	=	280 kg/cm <sup>2</sup>
ACERO $f_y$	=	4200 kg/cm <sup>2</sup>

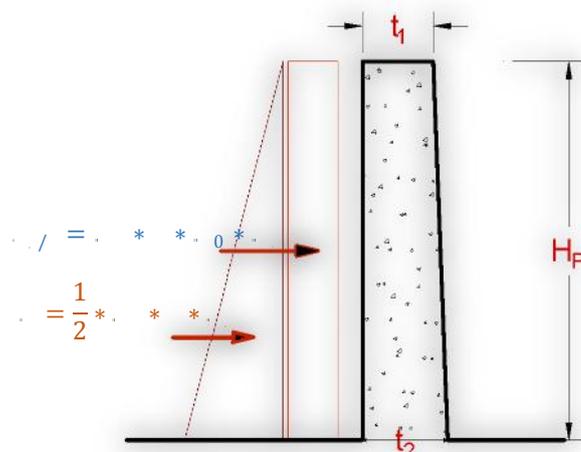


**Fig. 64. DATOS A DETERMINAR EN EL MURO**

Fuente: Elaboración propia

### 3.4.7.3.3 Dimensionamiento de la pantalla

Para ello consideramos como dato inicial que el espesor del muro ( $t_1$ ) en la parte superior es de 0.25 m. y sabiendo que la altura de la pantalla es de  $H_p = 2.60$  m



**Fig. 65. FUERZAS ACTUANTES SOBRE LA PANTALLA**

Fuente: Elaboración propia

Se aplica momentos en la base.

$$M_b = K_a * \gamma * H_0 * \frac{H_p^2}{2} + K_a * \gamma * \frac{H_p^3}{6}$$

$$M \text{ (En la base)} = 2.87 \text{ Ton-m}$$

$$M_u = 1.7M = 4.88 \text{ Ton-m}$$

$$\text{Cuantía (asumida)} = 0.004$$

$$d = 0.183 \text{ m}$$

$$t_2 = 0.231 \text{ m}$$

$$\text{Usar } t_2 = \mathbf{0.350 \text{ m}}$$

$$d = 0.302 \text{ m} \quad (\text{Rec.7.00cm.- acero } \varnothing=5/8'')$$

Por lo tanto, consideramos un ancho de pantalla en la parte inferior de  $t_2 = 0.35$ , para tener una mejor resistencia ante el corte.

#### 3.4.7.3.4 Verificación por corte

$$V_d = 2.432 \text{ Ton-m} \quad (\text{Cortante a una altura: } H_p - d)$$

$$V_{du} = 1.7V_d = 4.134 \text{ Ton-m} \quad (\text{Cortante Ultimo})$$

$$t_d = 0.290 \text{ m} \quad (\text{Peralte a una distancia "d"})$$

$$V_c = \varnothing * 0.5\sqrt{f'_c} * b * t_d = 21.861 \text{ Ton} \quad (\text{Cortante admisible})$$

$$V_{ce} = 2/3 * V_c = 14.574 \text{ Ton} \quad (\text{Cortante admisible efectivo por traslape en la base})$$

$$V_{ce} > V_{du} \quad \mathbf{BIEN}$$

### 3.4.7.3.5 Dimensionamiento de la zapata

Calculamos la altura de la zapata  $H_z$  :

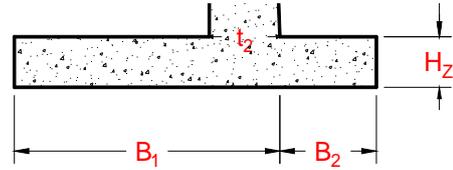
$$H_z = t_2 + 0.05 = 0.400 \text{ m}$$

$$\text{Usar } H_z = \mathbf{0.40 \text{ m}}$$

$$H = H_z + H_p = 3.000 \text{ m}$$

$$H_e = H_z + H_p + H_o = 3.278 \text{ m}$$

$$\text{PESO PROMEDIO } \gamma_m = 2.00 \text{ Ton/m}^3 \text{ (Del concreto y del suelo)}$$



Determinamos el dimensionamiento por estabilidad al deslizamiento.

$$B_1 \geq F * \frac{k_a * \gamma * H_e}{2 * f * \gamma_m}$$

$$B_1 = 1.823 \text{ m}$$

$$\text{Usar: } \mathbf{2.00 \text{ m}}$$

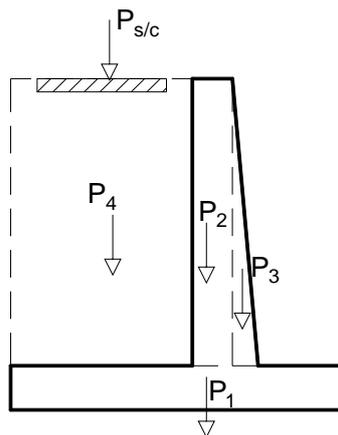
Determinamos el dimensionamiento por estabilidad al volteo.

$$B_2 \geq \left[ \frac{f}{3} * \frac{F}{F} - \frac{B_1}{2H_e} \right] * H_e$$

$$B_2 = -0.363 \text{ m}$$

$$\text{Usar: } \mathbf{0.800 \text{ m (mín } H_z)}$$

### 3.4.7.3.6 Verificación por estabilidad



**Fig. 66. FUERZAS RESISTENTES EN EL MURO**

Fuente: Elaboración propia

TABLA XLII. VALORES DE LAS FUERZAS RESISTENTES DEL MURO

FUERZAS RESISTENTES			
P	PESO	BRAZO	MOMENTO
	(Ton)	(m)	(Ton-m)
P1	2.688	1.400	3.763
P2	1.560	1.025	1.599
P3	0.312	0.867	0.27
P4	7.722	1.975	15.251
Ps/c	0.825	1.975	1.629
<b>TOTAL</b>	<b>13.107</b>		<b>22.512</b>

Fuente: Elaboración propia

TABLA XLIII. VALORES DE LAS FUERZAS ACTUANTES EN EL MURO

FUERZAS ACTUANTES			
	FUERZA (ton)	BRAZO(m)	MOMENTO
Es/c	0.618	1.500	0.927
E	3.337	1.000	3.337
<b>TOTAL</b>	<b>3.955</b>		<b>4.264</b>

Fuente: Elaboración propia

**Estabilidad al volteo**

$$F = \frac{\sum M}{\sum M} \frac{r}{a} > 1.7$$

$$\text{FSV} = 5.280$$

$$\text{FSV} > 1.750 \quad \text{BIEN}$$

**Estabilidad al deslizamiento**

$$F = \frac{f * \sum F}{\sum F} \frac{r\epsilon}{a} > 1.5$$

$$\text{FSD} = 1.657$$

$$\text{FSD} > 1.500 \quad \text{BIEN}$$

**Presiones sobre el terreno (hundimiento)**

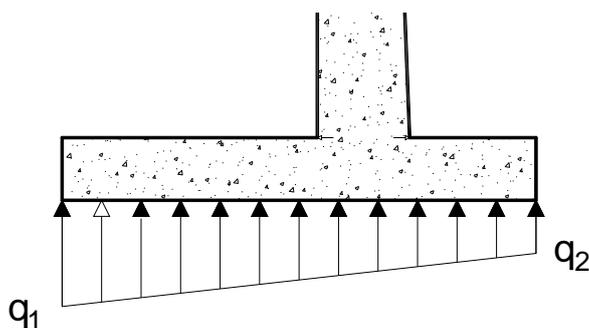


Fig. 67. ESFUERZOS ACTUANTES SOBRE EN LA BASE

Fuente: Elaboración propia

Como ya se mencionó en los datos, la capacidad portante es de  $Gt = 0.90 \text{ kg/cm}^2$ , esto se obtuvo del estudio de mecánica de suelos que se realizó con la muestra obtenida en campo.

Verificamos si la resultante cae dentro del tercio central en la zapata:

$$\begin{aligned} X_o &= 1.392 \text{ m} \\ e &= 0.010 \text{ m} \\ B/6 &= 0.467 \text{ m} \\ B/6 > e &\quad \text{¡BIEN! RESULTANTE DENTRO} \\ &\quad \text{DEL TERCIO CENTRAL} \end{aligned}$$

Luego obtenemos los esfuerzos actuantes:

$$\begin{aligned} q_1 &= 0.478 \text{ Kg/cm}^2 \\ q_2 &= 0.458 \text{ Kg/cm}^2 \\ q_1 < Gt &\quad \text{CUMPLE} \\ q_2 < Gt &\quad \text{CUMPLE} \end{aligned}$$

### 3.4.7.3.7 Diseño de la pantalla (Método de la Rotura)

#### 3.4.7.3.7.1 Refuerzo Vertical

##### Armadura principal en la base (Cara Interior)

$$\begin{aligned} M_u &= 4.88 \text{ Ton-m} \\ t_2 &= 35.00 \text{ Cm} \\ d &= 30.20 \text{ Cm} \\ b &= 100.00 \text{ Cm} \\ F'_c &= 280 \text{ Kg/cm}^2 \\ F_y &= 4200 \text{ Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

##### Acero mínimo en la parte de arriba

.min =	0.0033		
As.min =	9.97 $\text{Cm}^2$	USAR 1Ø1/2" @	12.9 Cm
b =	0.0283		13.0 Cm
.max =	0.0213		

$$As_{max} = 64.18 \text{ Cm}^2$$

#### Acero en la parte de abajo

$$a = 0.76 \text{ Cm}$$

$$As = 9.97 \text{ Cm}^2 \quad \text{OK, } As_{min} < As < As_{max}$$

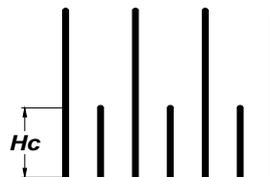
$$\text{USAR } 1\text{Ø}1/2" @ 12.9 \text{ Cm}$$

$$13.0 \text{ Cm}$$

#### Altura de corte para $\mu/2$

$$H_{\text{corte}} = 0.638 \text{ m}$$

$$\text{USAR: } = 0.800 \text{ m}$$



#### Armadura secundaria (Cara Exterior)

$$\text{min} = 0.0015$$

$$As_{min} = 4.53 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{USAR SÓLO EN CARA EXTERIOR}$$

$$\text{USAR } 1\text{Ø}3/8" @ 15.7 \text{ Cm}$$

$$16.0 \text{ Cm}$$

#### 3.4.7.3.2 Refuerzo Horizontal

Aquí calculamos para lo que es el acero en contracción y temperatura en la que se considera un

$$Ast = 0.0020bt$$

$$Ast \text{ arriba: } 5.00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$2/3Ast = 3.33 \text{ cm}^2/\text{m} \quad 3/8" @ 21 \text{ Cm} \quad \text{cara contacto con intemperie}$$

$$1/3Ast = 1.67 \text{ cm}^2/\text{m} \quad 3/8" @ 43 \text{ Cm} \quad \text{cara contacto con suelo}$$

$Ast$

$$\text{interm.: } 6.00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$2/3Ast = 4.00 \text{ cm}^2/\text{m} \quad 3/8" @ 18 \text{ Cm} \quad \text{cara contacto con intemperie}$$

$$1/3Ast = 2.00 \text{ cm}^2/\text{m} \quad 3/8" @ 36 \text{ Cm} \quad \text{cara contacto con suelo}$$

$$Ast \text{ abajo: } 7.00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$2/3Ast = 4.67 \text{ cm}^2/\text{m} \quad 3/8" @ 15 \text{ Cm} \quad \text{cara contacto con intemperie}$$

$$1/3Ast = 2.33 \text{ cm}^2/\text{m} \quad 3/8" @ 30 \text{ Cm} \quad \text{cara contacto con suelo}$$

#### 3.4.7.3.8 Diseño de la zapata (Método de la Rotura)

##### Cargas por metro de ancho

$$W_{\text{relleno}} = 4.68 \text{ Ton/m} \quad (\text{peso del relleno})$$

$$W_{\text{pp}} = 0.96 \text{ Ton/m} \quad (\text{peso propio})$$

$$W_{\text{s/c}} = 0.50 \text{ Ton/m} \quad (\text{peso sobrecarga})$$

### 3.4.7.3.8.1 Zapata Anterior (Izquierda)

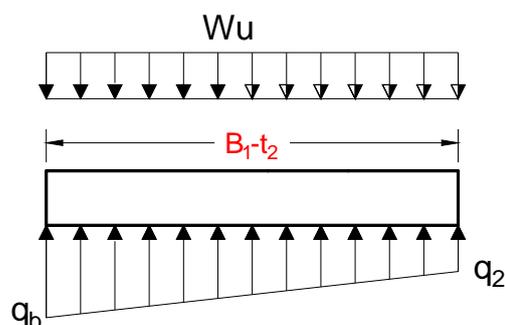
$$\begin{aligned}
 W &= 0.96 \text{ Ton/m} \\
 W_u &= 7.26 \text{ Ton/m} \\
 M_u &= 2.3 \text{ Ton-m} \\
 d &= 31.55 \text{ Cm} \quad (\text{Recubrimiento } 7.5 \text{ cm. y } 1/2 \text{ acero } 3/4'') \\
 b &= 100.00 \text{ Cm} \\
 F'_c &= 280 \text{ Kg/cm}^2 \\
 F_y &= 4200 \text{ Kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W &= 0.009 \\
 A_s &= 1.96 \text{ Cm}^2 \\
 A_{smin} &= 10.41 \text{ Cm}^2
 \end{aligned}$$

USAR ACERO Ø1/2" @ 12 Cm

### 3.4.7.3.8.2 Zapata Posterior (derecha)

$$\begin{aligned}
 q_b &= 4.70 \text{ Ton/m} \\
 q_2 &= 4.58 \text{ Ton/m} \\
 W &= 6.14 \text{ Ton/m} \\
 W_u &= 8.75 \text{ Ton/m} \\
 M &= 2.07 \text{ Ton-m} \\
 M_u &= 3.1 \text{ Ton-m} \\
 d &= 34.20 \text{ Cm} \\
 b &= 100.00 \text{ Cm} \\
 F'_c &= 280 \text{ Kg/cm}^2 \\
 F_y &= 4200 \text{ Kg/cm}^2
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 W &= 0.011 \\
 A_s &= 2.41 \text{ Cm}^2 \\
 A_{smin} &= 11.29 \text{ Cm}^2
 \end{aligned}$$

USAR ACERO Ø1/2" @ 11 Cm

### Verificación por cortante

$$\begin{aligned}
 q'_d &= 4.67 \text{ Ton/m} \\
 V_{du} &= 0.00 \text{ Ton} \\
 V_c &= 25.78 \text{ Ton} \\
 V_c > V_{du} & \quad \mathbf{BIEN}
 \end{aligned}$$

### Refuerzo Transversal

$$\begin{aligned}
 A_{st} &= 7.20 \text{ Cm}^2 \quad \text{USAR ACERO } \text{Ø}1/2'' \text{ @ } 18 \text{ Cm} \\
 \text{Armadura de montaje (3/8'' o 1/2'')} & \\
 A_{Smontaje} & \quad \text{USAR ACERO } \text{Ø}3/8'' \text{ @ } 34 \text{ Cm}
 \end{aligned}$$

### 3.4.7.3.9 Diseño de muros de Gaviones

#### 3.4.7.3.9.1 Cálculo hidráulico

##### a. Sección estable

Adoptamos el mismo razonamiento de cálculo que el del muro de concreto, ya que el caudal que se determinó se asume que es uniforme en todo el estudio del proyecto, así como todas las características del cauce.

El ancho estable que se determinó es de 12 metros, pero existirá excepciones donde se adapte al cauce del río, pudiendo ser mayores dimensiones.

##### b. Cálculo del tirante

Se considera un tirante en los primeros 120 metros de 3.32 m.

##### c. Cálculo de profundidad de socavación

En los cálculos se obtuvo los siguientes datos y lo que es en la zona de gaviones la profundidad es:

KILOMETRAJE (km)	$t_s$ (m)	$t$ (m)	$H_s$ (m)
0+000 - 0+060	2.46	3.32	0.00
0+060 - 0+120	2.57	1.84	0.73
0+120 - 0+200	2.57	1.76	0.81

Fuente: Elaboración Propia

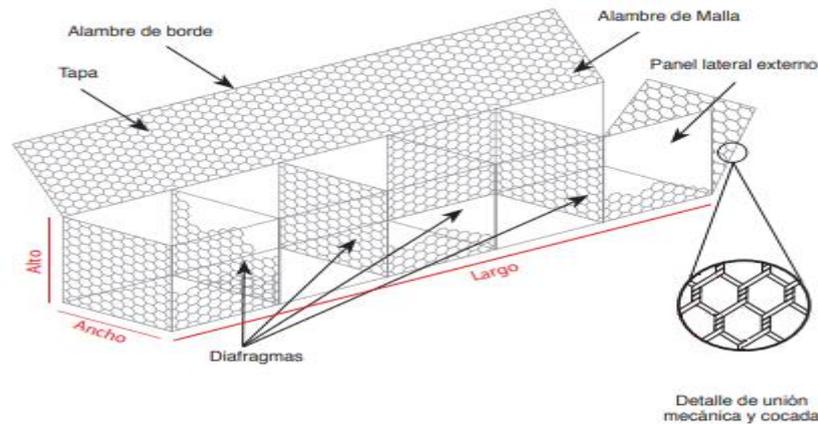
##### d. Predimensionamiento

Para el presente diseño se establecerán las dimensiones del de gavión tipo caja, este tipo de defensa, es una estructura metálica, en forma de paralelepípedo, producido a partir de un único tejido de malla hexagonal de doble torsión, las cuales forman la base, las paredes frontal y trasera, y la tapa.

Las dimensiones de los gaviones caja son estandarizadas:

- ✓ El largo, múltiplo de 1 m, varía de 1 m a 5 m
- ✓ El ancho va de 1 m, 1.5, 2 m
- ✓ El alto va de 0,5 m, 1,0 m.

Este método de protección a los márgenes de los ríos, es bien fácil de aplicar ya que son estructuras flexibles. Si se desea otras dimensiones, se pueden pedir al fabricante que te abastezca.



**Fig. 68. GAVIÓN TIPO CAJA**

Para el diseño de la defensa con gaviones tipo caja se consideró un alto de muro de 4.0 m, esto es justificada con el resultado de la altura de tirante más la dimensión del borde libre

#### **e. Dimensiones del gavión**

Cada caja de gavión tendrá la altura de 1.5m, el desfase de las dos hiladas superiores será 0.5 m, finalmente la corona tendrá un ancho de 1 m.

Estas dimensiones se calcularon para un 1 m de largo del gavión, para posteriormente ser reproducido en los 180 metros a ser cubiertos y respectivamente de la estructura.

#### **f. Profundidad de cimentación**

La profundidad de cimentación es diez veces la altura del muro del gavión, pero siempre mayor a 0.30 m

$$T = \frac{H}{10}$$

$$T = \frac{4.0 \text{ m}}{10} = 0.4 \text{ m}$$

Asumimos una profundidad  $T = 0.50 \text{ m}$ .

Con este valor para el diseño, la altura de muro total se suma con la altura de cimentación, dando un valor de 4.5 m.

### 3.4.7.3.9.2 Estabilidad de la estructura

#### Datos obtenidos del terreno

Coefficiente de Presión Activa ( $K_a$ )=	<b>0.33</b>	
Densidad del terreno ( $G_s$ )=	<b>1.800</b>	tf/m <sup>3</sup>
Altura libre de diseño ( $H$ )=	<b>4.50</b>	m
Sobre carga ( $w$ )=	<b>0.00</b>	t/m <sup>2</sup>
Altura (Sobre carga $H'$ ) =	<b>0.00</b>	m
Coefficiente de fricción $f$ =	<b>0.50</b>	

El Peso específico de Gaviones es  $\rho = 2800 \text{ Kg/m}^3$

#### a. Verificación de la Estabilidad por Volteo

Calculamos las fuerzas resistentes

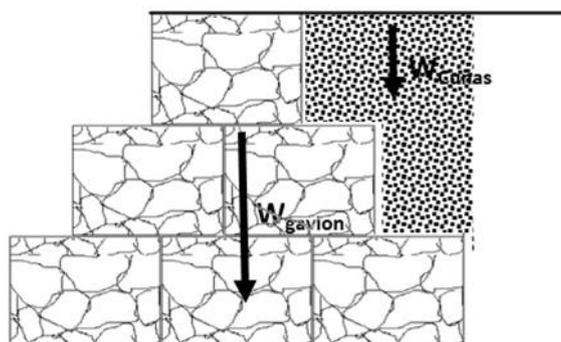


Fig. 69. FUERZAS RESISTENTES EN EL MURO DE GAVIONES

ELEMENTO	FUERZA ( tf/m)	BRAZO ( m )	MOMENTO ( tf*m/m)
Gaviones	21.370	1.500	32.054
Cuñas de Relleno	4.253	2.583	10.984
<b>Fvo=</b>	<b>25.622</b>	<b>Mvo=</b>	<b>43.039</b>

Calculamos las fuerzas actuantes

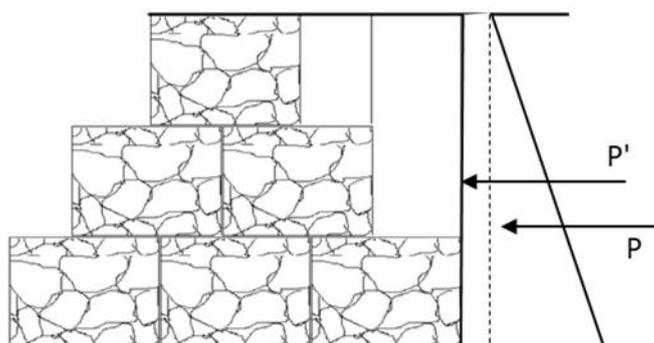


Fig. 70. FUERZAS ACTUANTES EN EL MURO DE GAVIONES

ELEMENTO	FUERZA ( tf/m)	BRAZO ( m )	MOMENTO ( tf*m/m)
$P=K_a * s * H=$	6.087	1.500	9.131
$P'=K_a * s * H'=$	0.000	2.250	0.000
<b>F =</b>	<b>6.087</b>	<b>M =</b>	<b>9.131</b>

$$F = \frac{\sum M}{\sum F} \frac{r}{a} > 2$$

$$\boxed{M_{vo}/ M = 4.71} \geq 2.00 \quad \text{OK}$$

### b. Verificación de la Estabilidad por Deslizamiento

$$F = \frac{f * \sum F}{\sum F} \frac{r}{a} > 1.5$$

$$\boxed{f * M_{fr}/ M_f = 2.10} \geq 1.50 \quad \text{OK}$$

### c. Verificación de la Estabilidad por Presiones

Punto de aplicación de la normal

$$X = M_{vo}/ F_{vo} = \frac{43.039 - 9.131}{25.622} = 1.32 \text{ m}$$

Cálculo de la excentricidad.

$$e = \frac{B}{2} - X < \frac{B}{6}$$

$$e = (L/2) - X = 1.500 - 1.32 = 0.18$$

$$B/6 = 3/6 = 0.5$$

$$0.18 < 0.50 \quad \text{OK (Entonces no existes tracciones)}$$

$$q_1 = 0.867 \text{ Kg/cm}^2 \quad q_1 < G_t \quad \text{CUMPLE}$$

$$q_2 = 0.552 \text{ Kg/cm}^2 \quad q_2 < G_t \quad \text{CUMPLE}$$

Al calcular se observa que todos los chequeos son correctos, las dimensiones del muro están bien definidas.

Entonces se obtiene una altura de defensa ribereña de 4.5 m en el análisis de diseño estructural, la cual se ha propuesto apilarla en 3 capas de gaviones con las siguientes dimensiones: 1ra camada de gaviones (3 gaviones de 1.00 x 1.50), 2da camada de gaviones (2 gaviones de 1.00 x 1.50 x 1.50m) y la 3ra camada de gaviones (1 gaviones de 1.00 x 1.50 x 1.50m), dicha apilación

estructural propuesta cumple con el chequeo por deslizamiento, volteo y presiones en el análisis de estabilidad estructural elaborado.

### **3.4.8 Costos, Presupuesto y Programación de Obra**

#### **3.4.8.1 Especificaciones Técnicas**

##### **3.4.8.1.1 OBRAS PRELIMINARES**

###### **3.4.8.1.1.1 MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO**

###### **Descripción**

El Residente deberá proveer y transportar los equipos y herramientas necesarias para la ejecución de la obra, con el debido adelanto para su uso en la obra, de modo que no forje atraso frente al cronograma de ejecución aprobado.

El Residente, al calcular su costo, deberá considerar que parte del equipo puede trasladar por sus propios medios como los volquetes y que el resto de las maquinarias deberá ser trasladado en camiones plataforma (tractor, cargador frontal, etc.). La partida contiene la desmovilización correspondiente al finalizar la obra.

El coste de la movilización y desmovilización ha sido determinado considerando que los equipos serán movilizados desde la ciudad de Chiclayo.

El Residente de Obra, antes iniciar el traslado de los equipos mecánicos a la zona de la obra, deberá contar con la aprobación del Ingeniero Inspector, según corresponda. Este deberá verificar las condiciones de los mismos, pudiendo rechazar al equipo que no cuente con las condiciones respectivas o que no se concuerden a lo estipulado en las presentes especificaciones.

###### **Unidad de medida**

Global (glb).

###### **Método de Medición**

Esta partida se considera con una medición de forma global (Gbl).

###### **Forma de Pago**

Se reconocerá un 50% del costo total del convenio para esta partida, después de comprobarse el ingreso a obra del total del equipo mínimo requerido en el expediente técnico, con la conformidad del Ingeniero Supervisor. El monto y pago compondrá la compensación general por toda la mano de obra, equipos, herramientas, materiales e imprevistos necesarios para

finalizar la partida. Igual porcentajes se reconocerá cuando se desmovilice el equipo después de su uso en obra.

### 3.4.8.1.1.2 TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN

#### Descripción

Basándose en los planos y levantamientos topográficos del Proyecto, sus referencias y BMs, La empresa Ejecutora procederá al replanteo general del proyecto, de tal motivo de ser oportuno se realizará algunos ajustes necesarios a los escenarios encontrados en el terreno. El Contratista será el responsable del replanteo topográfico, el cual será inspeccionado y aprobado por el Supervisor. Así mismo deberá proveer del personal calificado, los equipos y materiales que demanden para el replanteo, estacado, referenciación, monumentación, cálculo y registro de datos, como del cuidado y resguardo para el control total de la obra.

Los datos obtenidos del presente trabajo, deberá estar a disposición en todo momento para la inspección por el Supervisor.

Se deberá cumplir con las siguientes exigencias:

- ✓ **Personal:** Se agrupará en cuadrillas de topografía, lo suficiente como para tener un flujo ordenado que permita la correcta ejecución de los trabajos para el cumplimiento del cronograma.  
El personal será lo suficientemente calificado, el cual estará bajo el dominio y control de un Ingeniero especializado en topografía con suficiente experiencia.
- ✓ **Equipo:** Se deberá contar el equipo topográfico necesario, idóneo para el trabajo dentro de los rangos de tolerancia especificados. De la misma manera se abastecerá con el equipo para el cálculo, procesamiento y dibujo.
- ✓ **Materiales:** Se suministrará con material adecuado para la monumentación, estacado, pintura y herramienta. Al utilizar las estacas se tendrá en cuenta que deben contar con las dimensiones suficientes como para ser visibles en el momento de la ejecución de la obra.

#### Consideraciones generales

Se deberá coordinar con el Supervisor sobre el establecimiento de los puntos de control geodésico, el sistema de campo a emplear, la monumentación, sus referencias, tipo de marcas en las estacas, colores y el resguardo que se implementará en cada caso.

La realización de topografía y de control estará relacionado con la siguiente tabla de tolerancias.

**TABLA XLIV. TOLERANCIAS PARA TRABAJOS DE LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS**

	TOLERANCIAS FASE DE TRABAJO	
	HORIZONTAL	VERTICAL
Georreferenciación	1:100 000	± 5 mm.
Puntos de Control	1:10 000	± 5 mm.
Puntos del eje, (PC), (PT), puntos en curva y referencias	1:5 000	± 10 mm.
Otros puntos del eje	± 50 mm.	± 100 mm.
Sección transversal y estacas de talud	± 50 mm.	± 100 mm.
Alcantarillas, cunetas y estructuras menores	± 50 mm.	± 20 mm.
Muros de contención	± 20 mm.	± 10 mm.
Límites para roce y limpieza	± 500 mm.	--
Estacas de subrasante	± 50 mm.	±10 mm.
Estacas de rasante	± 50 mm.	± 10 mm.

Los formatos a manejar y en cualquier etapa serán anticipadamente admitidos por el Supervisor.

Cualquier trabajo topográfico y de control que no cumplan con las tolerancias anteriormente especificadas será rechazado. La aprobación del estacado por el Supervisor no absuelve al Contratista de su compromiso de corregir probables errores que se logren ser descubiertos en la fase trabajo y de asumir sus costos asociados.

### **Requerimientos para los trabajos**

Comprenden los siguientes requisitos:

**a. Georreferenciación:** Se establecerá puntos de control mediante coordenadas UTM, donde los puntos elegidos se encontrarán en zonas cercanas y de fácil acceso, y se verá que no sean dañados por las obras o por el tráfico vehicular y peatonal. Los puntos serán monumentados en concreto con una placa de bronce en su parte superior en el que se precisará el punto por la intersección de dos líneas.

**b. Puntos de Control:** Estos pueden ser afectados por las obras, por lo que deberán ser reubicados en otras áreas y así permitir el avance de las labores.

**c. Sección Transversal:** Estas estarán referentes al eje del cauce del río, donde el espaciamiento entre secciones excederá los 20 m. en distancias en tangente y de 10 m. en tramos de curvas. De existir quiebres abruptos se considerará secciones a una distancia no menor a 5 m.

Se considerará puntos con la suficiente extensión para evidenciar la presencia de viviendas, cultivos, obras de pase, canales, etc.; que, por estar cercanos al cauce del río, pueden ser afectadas por las obras de protección del río. Así como también para que pueda considerarse los taludes de corte y relleno hasta los límites que indique el Supervisor.

**d. Estacas de Talud y Referencias:** Las estacas de talud establecerán en el área de trabajo el punto de empalme de los taludes de la sección transversal del diseño del encauzamiento con los niveles del terreno natural. Estas serán colocadas afuera de las zonas de la limpieza del terreno y estarán registradas con los datos de control y el trabajo a realizar.

**e. Límites de Limpieza y Roce:** Estos estarán señalados a ambos márgenes del cauce del río.

**f. Muros de Contención y Gaviones:** Se tendrá en cuenta el perfil longitudinal de toda el área a encauzar de acuerdo al proyecto. En donde haya presencia de quiebres y cada 5 m. se deberán considerar secciones transversales, respetando los términos que el Supervisor indique.

#### **Unidad de medida**

kilometro (km).

#### **Método de medición**

La partida de Topografía y Georeferenciación se medirá en kilómetro (km).

#### **Forma de pago**

Todo el trabajo realizado será medido y luego verificado, para su posterior pago al precio de contrato de la partida “Topografía y Georeferenciación”.

La partida Topografía y Georeferenciación será por kilómetro realizado.

### 3.4.8.1.1.3 DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO

#### Descripción

Esta partida consiste en el desbroce y limpieza de los márgenes del río Catis, en los espacios que serán construidas las estructuras de encauzamiento, los cuales los márgenes se encuentran cubiertos de maleza, pastos, cultivos, y vegetación arbórea, en la que esta partida se encarga de que el área de trabajo quede limpio y libre para iniciar los demás trabajos.

Se tendrá en cuenta en esta partida que el desbroce y limpieza comprenderá la tala de árboles, por lo que deben hacer uso de equipos de mano (sierra), con el fin de evitar perjuicios. Se tendrá en cuenta que en algunas zonas existe muros de contención, los cuales serán removidos en su totalidad, haciendo uso de maquinaria para evitar algún accidente.

#### Materiales

El desmonte obtenido del resultado de la realización de la partida desbroce y limpieza, se colocarán en un ambiente adecuado dispuesto por el Supervisor. Estos desmontes por ningún motivo se colocarán en espacios donde impida el tránsito o zonas de trabajo,

#### Equipos

El equipo empleado tendrá que ser compatible con las operaciones de la partida que se realiza, previa aprobación por el Supervisor, habiendo inspeccionado su capacidad y eficiencia que esté de acuerdo a la programación y al acatamiento de los requerimientos de las especificaciones.

Los equipos empleados deberán contar con un sistema de implementación de silenciadores para evitar perturbar la tranquilidad en la zona urbana.

#### Requerimientos de construcción

**a. Realización de los trabajos:** Se efectuarán en las áreas indicadas en los planos o por el Inspector, teniendo en cuenta las instrucciones admitidas, con las debidas medidas cautelares para lograr escenarios de seguridad gratas.

**b. Eliminación de troncos y raíces:** En las áreas en donde se deban realizar las labores de excavación, los troncos, raíces y otros materiales inconvenientes, serán removidos hasta una profundidad no mínimo de sesenta centímetros (60 cm.) desde el nivel de la cimentación del proyecto.

Los huecos quedados como resultado de la extracción de los troncos y raíces serán llenados con el material que se haya obtenido del corte de los márgenes, este se procederá a la compactación hasta lograr un grado de compactación similar al del suelo adyacente.

**c. Eliminación de Capa Vegetal:** La eliminación del manto vegetal se realizará con anticipación al inicio de las labores en un tiempo moderado para que la vegetación no torne a desarrollarse.

**d. Remoción y habilitación de materiales:** Los árboles cortados que sean aptos de beneficio, serán desramados y cortados a tamaño útil, tales se dispondrán en una zona aprobada por el Supervisor.

Los materiales restantes que provienen del desbroce y la limpieza se retirarán de la zona de trabajo, los cuales se transportarán y depositarán en establecimientos adecuados aprobados por el Supervisor.

Si las autoridades competentes y las medidas de Protección del Medio Ambiente lo permiten, el excedente vegetal y desechos que no tienen ningún beneficio, quemarse en una zona adecuada para evitar la dispersión del fuego. Para ello el Contratista estará comprometido de dar solución de ser el caso si existe algún conflicto como resultado de dicho proceso.

No se permitirá el adiconamiento de materiales de desecho a los terraplenes.

**e. Aprobación de los Trabajos:** Las actividades de desbroce y limpieza se considera completada cuando el área de trabajo se encuentra libre de desechos, permitiendo la continuación de las actividades del proyecto.

### **Unidad de medida**

Hectárea (Ha)

### **Método de medición**

Esta partida se considera una unidad de medida por hectárea (Ha), cuya área desbrozada y limpiada se considerará las zonas dentro del proyecto, las cuales serán indicados en los planos o de ser el caso por el Supervisor.

No se admitirán las medidas de cuyas áreas (vías de acceso, campamentos, almacenes de materiales) han sido despejadas de los espacios fuera de trabajo, por lo cual el contratista se responsabilizará de los gastos excedentes en esta partida.

**Forma de pago**

Se pagará por partida (Desbroce y Limpieza del Terreno), en la que se tendrá en cuenta el cumplimiento de esta especificación y la aceptación plena por el Supervisor.

**3.4.8.1.1.4 TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO****Descripción**

El Ingeniero Residente proveerá de una cuadrilla de topografía para la realización de las labores de control en todo el proceso de ejecución del encauzamiento del río, en el que el topógrafo estará en permanente para lo que es el trazo y replanteo total de la obra, conteniendo la monumentación de los BMs y tomando dato de todas las operaciones necesarias para su posterior metrado de las actividades de movimiento de tierras.

Antes del inicio de los trabajos, el Ingeniero está en la obligación de revisar todos los datos topográficos mencionados en los planos finales y puede corregir los mismos.

El tipo de estructuras planteados en el proyecto, se realizarán conforme a los trazos, desniveles y dimensiones manifiestas en los planos, los cuales puede ser rectificadas por el Ingeniero Supervisor.

En caso de hallar diferencias entre los escenarios reales del terreno y los planos presentados, el Ingeniero Residente podrá adecuar el trazo a los escenarios existentes del terreno, siempre y cuando cuenten con la aprobación con el Ingeniero Supervisor.

El Residente no realizara las labores de rellenos, ni pondrá materiales que afecten en el trazo y desniveles dados, si no cuentan anticipadamente con el levantamiento topográfico de las secciones transversales o no tiene al alcance la distancia mencionadas en los planos y admitidas por el Ingeniero Supervisor.

**Unidad de medida**

Metros Cuadrados (m<sup>2</sup>)

**Método de medición**

Esta partida se considerará con una la unidad de medida de metros cuadrados, los cuales serán verificadas y admitidas por el Ingeniero Supervisor.

**Forma de pago**

Se pagará por partida en la que se tendrá en cuenta el cumplimiento de esta especificación y la aceptación plena por el Supervisor.

**3.4.8.1.1.5 EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS**

Comprende al provisionamiento de los recursos humanos, materiales y equipos necesarios para ejecución de la partida de excavación para las estructuras de muros de contención y la utilización de gaviones en algunos tramos con fines de encauzamiento del río.

La zona de trabajo será delimitada por el Ingeniero Residente, teniendo en cuenta la partida de trazo y replanteo según los planos. El material que se ha extraído se acomodará en una zona adecuada aprobada por el Ingeniero Supervisor, de tal manera que no obstruya la realización de los trabajos que posteriores.

En el proceso de las obras de trabajo, se podrá realizar variaciones de las dimensiones de los taludes a excavar, la cual deberán ser aprobados por el Ingeniero Supervisor

Los materiales obtenidos del proceso de excavación podrán ser llevados a un área almacenamiento dispuestos, si es que el Ingeniero Residente indica que no tienen las características apropiadas como material de rellenos.

**Unidad de medida**

Metro cúbico (m<sup>3</sup>)

**Método de medición**

Esta partida se considerará con una la unidad de medida en metros cúbicos de material excavado, los cuales serán verificadas y admitidas por el Ingeniero Supervisor.

**Forma de pago**

Se pagará de acuerdo a la cuantificación del metrado avanzando en cuenta el cumplimiento de esta especificación.

### **3.4.8.1.1.6 RELLENO CON MATERIAL PROPIO PARA ESTRUCTURAS**

#### **Descripción**

En esta partida consiste en la utilización del material obtenido en los cortes, perfilado o excavación de la zona del proyecto, para los cuales serán dispuestos como rellenos en las zonas de muros de gaviones como también en zonas de muros de contención, para ello se colocarán en diferentes capas, teniendo en cuenta que el grado de compactación sea el adecuado según el tipo de material obtenido

#### **Requisitos de los materiales**

Los materiales que serán empleados en la fase de relleno, deben estar libres de sustancias contaminadas, de materia orgánica, raíces y otros elementos dañinos. La utilización deberá ser aprobado por el Supervisor, quien verificará que estos materiales no dificulten con la duración de las estructuras.

De ser el caso de la existencia de material expansivo en la zona, se procederá a la estabilización antes de colocación en la obra, previa autorización del Supervisor.

También, deben satisfacer las siguientes exigencias de calidad:

- ✓ Desgaste de los Ángeles con no mayor al 60% (MTC E 207)
- ✓ Tipo de Material según clasificación AASHTO: A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-6 y A-3

#### **Equipos**

Los que serán empleados en la compactación de los rellenos, serán los adecuados para así dar una mejor garantía sobre la realización de los trabajos y que se cumplen con los requerimientos de esta sección.

#### **Exigencias de Construcción**

El Contratista le corresponderá comunicar al Supervisor, con suficiente anticipación al inicio de las labores de los rellenos, para que verifique los trabajos topográficos, la calidad de la superficie a cimentar y las propiedades y lugares de ubicación de los materiales a emplear.

Se colocará el relleno cuando el muro de contención tenga un alcance del 80% de su resistencia, para este no afecte la durabilidad de la estructura.

### **Extensión y compactación del material**

El material de relleno se colocará en capas de espesor semejante, para luego proceder a humedecer, de ser necesario, o de ser el caso de que el material tenga una humedad excesiva, por el cual el Contratista tomará las medidas correspondientes tomando como una solución al secado por aireación o sino a la añadidura y mezcla de componentes secos como es el caso de la cal viva. Una vez ya obtenido la humedad adecuada, se procederá a la compactación mecánica de la correspondiente capa, teniendo en cuenta que hay zonas inaccesibles para el empleo de equipos mecánicos, pudiendo autorizarse el empleo de compactadoras manuales ayudando a cumplir con los niveles de densidad

La realización de los trabajos con rellenos se debe realizar con mucha precaución, para evitar las presiones excesivas y dañar la estructura.

### **Capas filtrantes**

En el caso de estar en la ubicación de capas filtrantes detrás de los muros de encauzamiento se colocarán y compactarán antes o paralelamente con los demás materiales de relleno, teniendo la cautela de la no contaminación.

### **Acabado**

A la finalización de cada jornada, la última capa debe tener una superficie bien compactada y nivelada, con una inclinación suficiente que admita el agua proveniente de las lluvias escurra sin riesgo de erosión.

### **Limitaciones en la ejecución**

La realización de la presente partida no se llevará a cabo si hay presencia de bajas temperaturas menores a los dos grados Celsius (2 ° C) o de lluvias, los cuales hacen que el material de relleno sea trasladado o colmaten de material contaminante.

### **Unidad de medida**

Metro Cubico (m<sup>3</sup>)

### **Método de Medición**

La unidad de medida para esta partida será el metro cúbico (m<sup>3</sup>) de material compactado, siendo medido en su lugar final, y admitido por el Supervisor. No se considerará el volumen

ocupado por las estructuras de encauzamiento, tubos de drenaje y cualquier otro elemento de drenaje protegido por el relleno.

No se realizará la medición ni pago para los rellenos y capas filtrantes que se encuentren fuera de la zona del proyecto, ya sea por error o por beneficio para la maniobra de sus equipos.

### **Forma de Pago**

Se pagará de acuerdo a la cuantificación del metrado avanzando en cuenta el cumplimiento de esta especificación.

### **3.4.8.1.2 MUROS DE CONTENCIÓN**

#### **3.4.8.1.2.1 CONCRETO (F'C 100 Kg/cm<sup>2</sup>)-SOLADO**

#### **Generalidades**

En la presente partida comprende a la construcción del muro de contención con concreto armado, en la que una parte del concreto estará en contacto con el suelo, por lo que se tendrá hacer una capa denominada solado que sirve para dar una nivelación del suelo a cimentar y así tener una superficie plana para su posterior construcción de la zapata

#### **Dosificación**

Viene a ser un concreto ciclópeo con una relación Cemento – Hormigo de 1:8, relación que será respetada conforme a las dimensiones señaladas en los planos de estructuras.

Se tendrá en cuenta que todos los materiales cumplirán con todos los requisitos de calidad convenientes en las especificaciones técnicas para la elaboración de concreto.

#### **Ejecución**

Ya una vez realizado la verificación de las excavaciones, se continuará con el vaciado, ejecutando la mezcla de estos materiales haciendo uso de mezcladora mecánica.

Tener en cuenta que para el mezclado se empleará agua potable o agua libre de contaminantes que puedan perjudicar el concreto; primero se empapará las zanjas, luego se vacía una capa de concreto como mínimo de 10 cm, para proceder a la colocación de las piedras las cuales quedarán completamente embutidas.

**Unidad de medida**

Metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**Método de Medición**

El área o superficie por la cual se pagará el vaciado del solado en la zona de construcción se tendrá en cuenta tal las presentes especificaciones técnicas, los planos del proyecto y la indicación expresa el Ingeniero Supervisor

**Forma de pago**

Se pagará de acuerdo a la cuantificación del metrado avanzando en cuenta el cumplimiento de esta especificación.

**3.4.8.1.2.2 CONCRETO (F'C 280 Kg/cm<sup>2</sup>)****Descripción**

El concreto empleado cumplirá con los requisitos de la norma E 060, cuya comprobación y acatamiento de las exigencias de f'c se basa a los resultados de las muestras de concreto experimentadas y comprobadas conforme a las normas del INTICTEC 339, 036, 339, 033, 339, 034.

Se considera un valor de f'c, al promedio del resultado de 2 probetas después de realizar el ensayo a los 28 días de haber sido moldeadas

Bases son elementos de apoyo sobre la cual descargan las cargas verticales, este elemento está sometido a flexo – compresión, corte y punzonamiento en este caso se adoptó zapata corrida, sobre un solado especificado anteriormente.

El concreto utilizado para estos elementos estructurales es F'c = 280 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Proceso Constructivo**

Para la elaboración de los diferentes tipos de concretos se deberá seguir recomendaciones del estudio de diseño de mezclas, en el cual se indican las canteras, las igualdades a utilizar, y otras exigencias adicionales con relación de los materiales:

**a. Agregado grueso:** Puede ser de origen natural o chancada, cuyas partículas deben estar limpias, ser angulares, duras, compactas, textura rugosa y libres de materia orgánica u otros elementos dañinos.

**b. Agregado fino:** Puede ser de origen natural o fabricada, cuyas partículas deben estar limpias, ser angulares, duras, compactas, textura rugosa y libres de materia orgánica u otros elementos dañinos.

El contratista utilizará este agregado previo control de calidad aprobación por el supervisor, se tomará en cuenta y verificarán los estudios de diseño de mezclas así también debe verificarse las canteras.

**c. Agua:** El agua que se empleará tanto para mezcla y curado de las estructuras deberá ser de preferencia potable, fresca, limpia, libre impurezas excesivas, ya que, de no ser de buena calidad, esta interfiere en la resistencia del concreto, afectando su durabilidad, provocando eflorescencias y originando la corrosión en la armadura.

No se empleará en ninguna de las acciones ya sea elaboración del concreto, curado, o en la limpieza de los equipos, aquellas aguas que no cumplan con las exigencias anteriores.

**d. Cemento:** El cemento a emplear será el portland tipo 1, que cumpla con la norma ITINTEC 334.009 y se utilizará el mismo que se utilizó para la elección de las proporciones de la mezcla.

**e. Almacenamiento De Los Materiales En Obra:** Los materiales se almacenarán en obra para evitar su deterioro o contaminación.

Con respecto al acopio del cemento en obra, el Residente tomará en cuenta las siguientes consideraciones:

- ✓ El cemento se almacenará y manipulará de manera que siempre sea posible su manejo según el orden de llegada a la obra.
- ✓ No se admitirá en obra sacos de cemento cuya envoltura esté imperfecta; o cuyo pesaje no corresponde a lo normado.
- ✓ El cemento se acumulará en obra en un lugar apropiado que este cubierto, fresco, libre de humedad, sin contacto con el suelo o agua. Se acumularán en pilas hasta de diez con el fin de proporcionar su fácil control y manejo.

Los agregados se acopiarán de manera de imposibilitar la separación de los mismos, su contaminación o su mezclado con otros materiales ya sea diferente granulometría o propiedades. El área de acopio será adecuadamente amplia y de fácil acceso para facilitar su acomodo y traslado al lugar de mezclado.

Las varillas de acero se acumularán en un establecimiento sellado y seco, no dispuesto en el suelo y cubiertos de todo aquel elemento contaminante como grasas, suciedad, etc.

El agua a utilizar para la elaboración del conglomerado se acumulará, de prioridad que sea en estanques metálicos o silos.

### **Mezclado del concreto**

El residente ejecutará la fase de mezclado de los materiales para la realización del concreto de manera que logre el cumplimiento de los objetivos:

- ✓ Cubrir el área del agregado con pasta;
- ✓ Lograr una apropiada mezcla de los materiales en toda la aglomeración del concreto, logrando una mezcla semejante;
- ✓ Volver a repetir la estructura y firmeza de la mezcla tanda a tanda.

### **Control antes de la colocación del concreto**

Para la realización del vaciado del concreto, primero el contratista y el supervisor deberán verificar que:

- ✓ El encofrado deberá estar correctamente arriostrado, humedecido y aceitado; con sus debidas cotas, alineado y con dimensiones correspondientes a los indicados en los planos.
- ✓ La armadura de acero y otros materiales o elementos que intervenga en el embebido con concreto deberá estar adecuadamente ubicados y estar libre de impurezas que puedan perjudicar en la resistencia del concreto.
- ✓ No debe haber la presencia de agua, hielo, nieve o presencia de desechos en los espacios que vaciados de concreto. Los dispositivos de albañilería que estarán en contacto con el concreto serán humedecidos apropiadamente.

- ✓ En la zona de trabajo deben estar todos los materiales y equipos necesarios para la preparación, cuidado y curado del concreto, para obtener la óptima resistencia del concreto.

### **Recomendaciones generales de colocación del concreto**

Durante la colocación del concreto en los diferentes componentes estructurales se tendrá en cuenta un proceso que disminuya segregación de los materiales.

El lapso de tiempo entre el comienzo del mezclado del concreto y la terminación de la compactación debe ser en un periodo muy corto; y también no se deberá exceder de los 30 mm de asentamiento entre el mezclado y colocación de este.

De producir algún imprevisto con el proceso de vaciado del concreto, este proceso se restablecer lo antes posible para evitar que el material se fragüe y no permita el correcto vibrado.

Se evitará que las armaduras y elementos empapados se desplacen sus lugares señalados en los planos. También deben estar libres de mortero por sobre el nivel de vaciado del concreto.

Para lugares donde compactación, o colocación del concreto no es accesible por motivos de la armadura, se recomienda al iniciar el vaciado colocar un manto de mortero de unos 50 mm. grosor de consistencia plástica, para que este pueda llegar a cubrir todos los elementos del componente de la estructura.

### **Proceso de colocación del concreto**

El concreto será acumulado lo más cerca posible de su establecimiento final, teniendo en cuenta que no se depositarán en grandes cantidades en un solo espacio para posteriormente ser disperso a todo lo extenso del encofrado. Se realizará operaciones de colocación del concreto evitando la segregación y se deberá conservar la cohesividad y uniformidad de la mezcla.

La consistencia para este tipo de estructura debe permitir el recubrimiento de todos los elementos estructurales, asimismo debe llenarse en su totalidad los encofrados realizados, evitando las cangrejeras.

La colocación del concreto se realizará en capas que no excedan los 45 cm para evitar las fallas en la resistencia de la estructura. Cada capa se colocará cuando la primera aún se

encuentra en estado plástico con el fin de permitir la inserción del vibrador, para descartar las juntas de vaciado, y conseguir una estructura compacta.

Durante el proceso de vaciado la altura máxima será de 1.5 m. Para alturas de mayor caída se procederá al uso de embudos de bajada que se conservarán colmados e inmersos en la masa de concreto. En estructuras esbeltas y grandes, se recomienda realizar aberturas en el encofrado para el vaciado del concreto y de esta manera evitando la segregación del material.

### **Curado del concreto**

La realización del curado del concreto poseerá el objetivo de conservar a la estructura en las correctas con condiciones de humedad y temperatura que admitan la hidratación del cemento.

El curado se realiza al inicio durante el fraguado, cuando este con la dureza suficiente como para que con el proceso empleado no afecte la superficie.

### **Control de calidad del concreto después del vaciado**

El control se realizará en un laboratorio, donde el Contratista está en la obligación de suministrar al técnico todas las facilidades para el apropiado cumplimiento de sus funciones; en el que el resultado de los ensayos deberá admitir certificar las características finales del concreto, las cuales serán razonables con respecto valor de seguridad El Supervisor y el contratista realizarán un programa de ensayo de materiales y concreto antes de iniciar la obra, permitiendo de esta manera disminuir las probabilidad de alguna falla en los resultados o la interpretación de los mismos.

La remoción de los encofrados se efectuará conforme a un plan que además de impedir que se originen esfuerzos anormales en la estructura, tendrá las siguientes consideraciones:

- ✓ Las características, dimensiones, tipo de material, calidad y ubicación de los componentes estructurales.
- ✓ Temperatura del concreto al instante de su colocación y después su vaciado.
- ✓ Escenarios del clima y curado a los que ha estado expuesto de la estructura, por el cual puedan haber dañado el proceso de fraguado y endurecimiento.

**Unidad de medida**

Metro cubico (m<sup>3</sup>)

**Método de Medida**

La puesta de la Mezcla de Concreto se medirá en m<sup>3</sup> según la resistencia que especifica en los planos.

**Forma de Pago**

Se pagará de acuerdo a la cuantificación del metrado avanzando en cuenta al cumplimiento de esta especificación y que sea admitido por el Supervisor; teniendo en cuenta el presente pago constituye el total por mano de obra, herramientas y contratiempos presentados.

**3.4.8.1.2.3 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN SECO****Descripción**

Los encofrados tienen el cargo de confinar y moldear al concreto con el objetivo de poseer elementos estructurales con alineamiento y dimensiones especificadas de acuerdo a los planos. Estos podrán de diferentes materiales como metal, madera, plástico u otro tipo de material bastante rígido y cuyas condiciones semejantes de eficiencia.

Los encofrados poseerán una firmeza conveniente para resistir con seguridad y sin imperfecciones estimables a las cargas atribuidas por su propio peso, también deber resistir al empuje del concreto y sobrecarga en las tarimas de trabajo que no excedan los 300 Kg/m.

**Proceso Constructivo**

Los encofrados deberán ser de fácil montaje y desmontaje las cuales se realizarán sin golpes, ni sacudidas; y sin hacer uso de equipos que puedan afectar la superficie de la estructura.

El Superviso aprobará el proceso constructivo de los encofrados, siempre y cuando cumplan con las debidas especificaciones. Con la inspección y conformidad de los planos de encofrados el Contratista no liberará de su compromiso de ejecutar una proporcionada construcción y mantenimiento de estos, así como del correcto funcionamiento.

El sistema de encofrados estará arriostrado a otras estructuras de soporte para impedir el desplazamiento lateral del encofrado, en el proceso de vaciado del concreto.

Si el Supervisor evidencia que la estructura de los encofrados no cuenta con los requisitos correspondientes, este ordenará la paralización del proceso del trabajo, hasta su subsanación de insuficiencias observadas.

En la siguiente tabla se muestran las tolerancias aceptables en el acabado del concreto:

<b>En la vertical de la arista y superficies de columnas, placas y muros:</b> En cualquier longitud de 3 m. En todo lo largo	6 mm 20 mm
<b>En el alineamiento de aristas y superficies de vigas y losas:</b> En cualquier longitud de 3m. En cualquier longitud de 6m En todo lo largo	6 mm 10 mm 20 mm
<b>En la sección de cualquier elemento</b>	-5 mm + 10 mm
<b>En la ubicación de huecos:</b> pases, tuberías, etc.	5 mm

### **Desencofrado**

El desencofrado se procederá en el momento que el concreto tenga la suficiente resistencia, como para no sufrir desperfectos en el momento de la remoción de estas, para dar garantía en la calidad de la estructura.

Este proceso se realizará de acuerdo a un plan, que evita que se ejerza esfuerzos adicionales o riesgosos para la estructura, se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

- ✓ Las características, dimensiones, tipo de material, calidad y ubicación de los componentes estructurales.
- ✓ Temperatura del concreto al instante de su colocación y después su vaciado.
- ✓ Escenarios del clima y curado a los que ha estado expuesto de la estructura, por el cual puedan haber dañado el proceso de fraguado y endurecimiento.

### **Disposiciones generales**

El desencofrado se efectuará de manera sucesiva, antes de ello se tuvo que verificar que el concreto haya endurecido. La destitución del encofrado se realizará lo más delicado posible para evitar los daños en la estructura. Se evadirán golpes, vibraciones, para evitar grietas o roturas en las aristas de la estructura.

Se tendrá en cuenta que no se apliquen cargas adicionales estructura recién vaciada, ni se tratará de desplazar algún puntal, hasta que toda la estructura tenga la resistencia necesaria para el soporte de su propio peso

No se ejercerá presión de equipos, materiales sobre las estructurales no consolidadas que estén recientemente desencofradas, los cuales generen el riesgo de la estabilidad o calidad de la estructura.

Se debe remediar algunos vicios superficiales mientras el concreto aun no haya cumplido con su total resistencia.

Las juntas serán liberadas de todos los componentes de los encofrados que se opongan al correcto funcionamiento.

### **Términos de desencofrado**

Si no se cuenta con los resultados de ensayos de resistencia y calidad del concreto, se tomará en cuenta como una pauta los términos siguientes, con el motivo de establecer el comienzo del desencofrado:

- ✓ Encofrados laterales de vigas y muros: 1 a 3 días.
- ✓ Fondos de vigas, viguetas, entradas de arcos, disponiendo de puntales de seguridad eficazmente distribuidos: 14 días.
- ✓ Despeje total de los puntales de seguridad en los elementos estructurales tales como losas, viguetas, vigas y arcos: 21 días.

En todos los trabajos de esta partida se estará en coordinación tanto el Contratista como el Supervisor, para admitir el comienzo del apuntalamiento y arriostamiento, así como la remoción total del armazón.

Con el objetivo de mayor facilidad de desencofrado, estas pueden ser revestidas con aceite soluble u otro componente, previa aprobación del Supervisor y Proyectista.

Los términos mínimos de desencofrados son los siguientes, exceptuando los señalados en los planos:

Columnas	36 horas
Vigas, costados	48 horas
Vigas, fondos	21 días
Aligerados, losas macizas	7 días
Fondo de escalera	8 días

#### **Unidad de Medida**

Metro cuadrado (m<sup>2</sup>)

#### **Método de Medida**

La actividad es medida en m<sup>2</sup> siendo igual al encofrado

Se utilizará madera corriente para esta partida el cual es medido en m<sup>2</sup>

#### **Forma de Pago**

Se pagará de acuerdo a la cuantificación del metrado avanzando en cuenta al cumplimiento de esta especificación y que sea admitido por el Supervisor; teniendo en cuenta el presente pago constituye el total por mano de obra, herramientas y contratiempos presentados.

### **3.4.8.1.2.4 ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2**

#### **Descripción**

Las barras de acero de refuerzo lisas o corrugas; las mallas, el alambre corrugado, las barras soldadas, etc, todas estas cumplir con lo especificado en la Reglamento Nacional de Edificación, capítulo E 060 "Concreto Armado".

#### **Ensayo de los materiales**

El Supervisor ordenará en cualquier fase de la ejecución del proyecto, la revisión del certificado de calidad de los materiales que se están empleando. Estos ensayos se realizarán conforme a las Normas ITINTEC; como es el caso de las barras corrugadas de refuerzo, estas cumplirán con las especificaciones brindadas por la norma ITINTEC 341.031 y para el alambre

corrugado la Norma ITINTEC 341.068. No correspondiendo un diámetro de alambre menor a 5.5 mm. Para una resistencia a la fluencia mayor a 4,200 Kg/Cm<sup>2</sup>.

### **Habilitación del acero para el Proceso Constructivo**

Si alguna barra de acero se observa la presencia de óxido, escamas, o una mixtura de ambos, se aceptará en el uso de la obra, siempre y cuando las extensiones son pequeñas y el peso de un ejemplar de es cepillado, son mínimas que a lo especificado en la norma.

La armadura a utilizar tendrá cumplimiento con todas las formas y dimensiones, según lo especificado en el plano. Se cortarán y doblarán en frío, no permitiéndose el redoblado de la barra.

Los diámetros de doblado, medidos a la cara interna de la barra, no será menor a:

<b>Diámetro</b>	<b>Longitud</b>
<b>a. En barras longitudinales:</b>	
Barras de 3/8" ó 1"	6 db
Barras de 1 1/8 o 1 3/8"	8 db
<b>b. En estribos:</b>	
Estribos de 3/8" o 5/8"	4 db
Estribos de 3/4" y mayores	6 db

### **Tolerancias de habilitación**

- ✓ A lo extenso de toda la barra el corte: + 2.5 cm.
- ✓ Todos los estribos, espirales o soportes, en los extremos variarán: + 1.2 cm
- ✓ Demás dobleces con dimensiones: + 2.5 cm

### **Colocación**

La ubicación de las armaduras de refuerzo se realizará a lo dispuesto en los planos de detalles cumpliendo las exigencias anteriormente indicadas. En el proceso del vaciado del concreto se debe tener en cuenta que el acero estará libre de partículas de polvo, grasa, aceites, pintura y todas aquellas sustancias que puedan perturbar la armadura o la adherencia correcta, así como también que toda la armadura se encuentre correctamente embebida.

Se tendrá en cuenta durante el proceso de vaciado, que la armadura no se desplace incumpliendo las tolerancias admitidas. Para conservar las barras en su posición se puede utilizar espaciadores de hechos de concreto, plástico o metal, admitido por el Supervisor.

### **Empalmes**

Si se expresa en los planos, en las especificaciones técnicas para este tipo de proyecto no se realizarán el empleo de empalmes en los aceros, toda esta previa autorización del Supervisor.

Si los empalmes son inevitables, se colocarán zonas donde las barras no generen muchos esfuerzos. La resistencia al empalme como mínimo será de igual al de las barras sin contar con este tipo de procedimiento.

### **Recubrimientos**

Todas las armaduras de refuerzos, serán correctamente protegidas con el debido recubrimiento, ya sea indicado en los planos o en las especificaciones, siendo en ninguno de los casos menor al diámetro de la barra más 5 milímetros.

### **Unidad de Medida**

Kilogramo (kg).

### **Método de Medida**

La medición del acero es en Kg. utilizando varillas de 5/8" y 1/2" con estribos de 3/8" cuya armadura es sujeto con alambre N° 16 empleando según indica en los planos.

### **Forma de Pago**

Se pagará de acuerdo a la cuantificación del metrado avanzando en cuenta al cumplimiento de esta especificación y que sea admitido por el Supervisor; teniendo en cuenta el presente pago constituye el total por mano de obra, herramientas y contratiempos presentados.

## **3.4.8.1.3 GAVIONES**

### **3.4.8.1.3.1 CORTE, PERFILADO Y REFINE EN TALUD DE DIQUE**

#### **Descripción**

Esta partida reside en el corte de los márgenes del río considerado a los materiales excedentes como material propio para relleno, para la posterior construcción del muro, así también como

el perfilado, refine, acondicionamiento y limpieza del talud del margen del río que permanecerá en contacto con la malla geotextil.

### **Método de Ejecución**

El corte del sobre ancho se realizará con maquinaria hasta los niveles indicados en el plano de diseño o lo indicado por el Supervisor.

Esta partida hará uso de la mano de obra y solamente se efectuará en la zona del talud que permanecerá en contacto con la malla geotextil, esta área estará libre de impurezas y de piedras angulosas puedan dañar al geotextil.

### **Unidad de medida**

Metro cuadrado (m<sup>2</sup>)

### **Método de Medición**

La superficie por la cual se realizará el pago del corte, perfilado y refine en talud de dique es aquella en contacto con la malla geotextil en su posición final, como se indica en las especificaciones mostradas, planos y/o indicación expresa por el Supervisor.

### **Forma de Pago.**

Se pagará de acuerdo a la cuantificación del metrado avanzando en cuenta al cumplimiento de esta especificación y que sea admitido por el Supervisor; teniendo en cuenta el presente pago constituye el total por mano de obra, herramientas y contratiempos presentados.

## **3.4.8.1.3.2 RECOLECCIÓN Y APILAMIENTO DE PIEDRA DE RÍO**

### **Descripción**

En la presente partida se empleará el uso del personal no calificado para lo que es la recolección de las piedras del cauce del río Catis, siendo estas de mediano tamaño, para su posterior acumulación en zonas aledañas al proyecto.

### **Unidad de medida**

Metro cuadrado (m<sup>3</sup>)

### Método de medición

La labor se medirá conforme a las disposiciones anteriormente mencionadas en metros cúbico (m<sup>3</sup>) de piedra recolectada y apilada.

### Forma de pago

Se realizará el pago conforme al volumen de piedra avanzado y colocado en su posición.

### 3.4.8.1.3.3 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MALLA GEOTEXTIL 300 GR/M2

#### Descripción

La partida residirá en el suministro e instalación de la malla Geotextil no tejido, que sirva como control de materiales finos en la parte posterior de la estructura de gaviones y debajo de los colchones reno para reducir la velocidad residual en la superficie inferior en contacto con el suelo.

#### Materiales

Estas mallas serán de fibras sintéticas, que estarán compuestas como mínimo con el 85% en peso de poliéster, polipropileno o poliamidas. Deben ser muy resistentes a la descomposición como consecuencia a la ostentación de la luz solar, independientes de fallas que perturben sus propiedades físicas y de permeabilidad, y deberán cumplir con los siguientes requisitos.

**TABLA XLV. PROPIEDADES DE GEOTEXTIL**

PROPIEDAD	MÉTODO DE ENSAYO	UNIDAD	VALOR
Gramaje	ASTM D 5261	g/m <sup>2</sup>	300 (1)
Resistencia a la Tracción	ASTM D 4632	N	950
Elongación a la Tracción	ASTM D 4632	%	>50
Resistencia al Punzonamiento	ASTM D 4833	N	730
Resistencia al Reventado	ASTM D 3786	KPa	3265
Desgarre Trapezoidal	ASTM D 4533	N	480
Aber. Apar. de Poros (AOS)	ASTM D 4751	mm	0.15
Permisividad	ASTM D 4491	seg -1	1.7
Estabilidad Rayos Ultravioleta	ASTM D 4355	%	50 @ 500 hr

### **Método de construcción**

La malla de geotextil será suministrada con cubierta para protección hacia la humedad y la exhibición a los rayos solares antes de su ubicación en la zona del trabajo. Estos rollos se almacenarán en una zona libre de sustancias contaminantes. Por ningún motivo el geotextil estará expuesto a los rayos solares por un tiempo mayor a los 14 días.

Al momento de conducir la malla hacia la obra se tendrá la precaución debida para que estos no sean dañados. La zona donde se instalará será perfilada y estar libre de obstáculos que consigan perjudicar el geotextil. No se permitirá el exceso de polvo o humedad en el geotextil, ni tampoco presencia la de piedras. El Ingeniero Residente por ningún motivo pondrá en operación algún equipo sobre el geotextil.

El geotextil será desenvuelto tan dócilmente como sea posible sobre el área dispuesta, sin ninguna presencia de dobleces. En los taludes, la malla será anclada en la corona y para luego desenrollar hacia parte inferior. De ser el caso de que el viento lo levantara, se procederá a la colocación de costales de arena u distinto material que no genere desperfecto.

Para instalar la malla en unión con el suelo, se deberá tener cuidado de no dejar zonas vacías con respecto al suelo inferior. Los geotextiles contiguos serán cosidos o solapados como mínimo 50 cm, teniendo en cuenta que la malla situada aguas arriba estará sobre sobre la malla situado aguas abajo.

### **Unidad de medida**

Metro cuadrado (m<sup>2</sup>)

### **Método de medición**

La malla geotextil será contabilizada en las zonas donde según los planos se colocarán gaviones o son indicadas pro el ingeniero supervisor. Esto descarta los traslapes realizados.

### **Forma de pago**

Se pagará de acuerdo a la cuantificación del metrado avanzando en cuenta al cumplimiento de esta especificación y que sea admitido por el Supervisor; teniendo en cuenta el presente pago constituye el total por mano de obra, herramientas y contratiempos presentados.

### 3.4.8.1.3.4 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GAVIÓN TIPO CAJA

#### Descripción

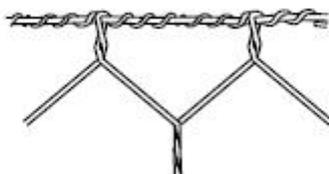
Esta partida refiere a las obras realizadas con Gaviones tipo Caja, los cuales se ejecutarán conforme a las siguientes especificaciones con las exigencias ajustados en los planos.

#### Materiales

El Gavión Caja es un elemento de forma paralelepípedo, compuesto por piedras confinadas interiormente y cubiertas por una malla de alambre de acero cubierto con un recubrimiento de Aluminio 5%, Zinc 95% + Tierras Raras (ASTM A856) y recubierto adicionalmente con PVC.

Este tipo de estructuras está dividido en celdas mediante membranas intermedias. Todos los bordes libres de la red serán recogidos mecánicamente al alambre de borde de forma que estas no se liberen. (Ver detalle)

*Detalle de la unión mecánica de la malla con el alambre de borde*



**Fig. 71. DETALLE DE MALLA.**

#### Red Metálica

Las particularidades indispensables que deben poseer este tipo de malla a emplear son las siguientes:

- ✓ Debe tener una estructura consistente de difícil deshilar.
- ✓ Poseer una buena resistencia mecánica y resistir a las diferentes anomalías
- ✓ Facilidad de instalación.

La estructura será de malla hexagonal a doble torsión, conseguida enlazando los alambres por tres medios giros, pudiendo impedir que se desteja la malla por algún rompimiento esporádico de los alambres que la conforman.

Las aberturas de la red será de 10 x 12 cm para los Gaviones Caja.

El material que será empleado en el fabricado de las cajas y en las acciones de amarre y tensión en el proceso de ejecución de la obra, el acero debe ser el recocido con carga de fractura media a superior a 3,800 Kg/cm<sup>2</sup> y a una elasticidad no inferior al 12%.

Se tendrá en cuenta las siguientes propiedades:

<b>PROPIEDADES DE LAS MALLAS PARA USO DE GAVIONES</b>	
✓	Peso específico entre 1,300 y 1,350 Kg/m <sup>3</sup> , de acuerdo con la ASTM D 792-66 (79).
✓	Dureza entre 50 y 60 shore D, de acuerdo con la ASTM D 2240-75 (ISO 868-1978).
✓	Pérdida de peso por volatilidad a 105°C por 24 horas no mayor a 2% y a 105°C por 240 horas no mayor a 6%, de acuerdo con la ASTM D 1203-67 (74) (ISO 176-1976) y la ASTM D 2287-78.
✓	Carga de rotura mayor a 210 Kg/cm <sup>2</sup> de acuerdo con la ASTM D 412-75.
✓	Estiramiento mayor que 200% y menor que 280%, de acuerdo con la ASTM D 412-75.
✓	Módulo de elasticidad al 100% de estiramiento mayor que 190 Kg/cm <sup>2</sup> , de acuerdo con la ASTM D 412-75.
✓	Pérdida de peso por abrasión menor que 190 mg, según la ASTM D 1242-56 (75).
✓	Temperatura de fragilidad, Cold Bend Temperature, menor que -30°C, de acuerdo con la BS 2782-104 A (1970), y Cold Flex Temperature menor que +15°C, de acuerdo con la BS 2782-150 B (1976).
✓	La máxima penetración de la corrosión desde una extremidad del hilo cortado, deberá ser menor de 25 mm cuando la muestra fuera sumergida por 2,000 horas en una solución con 5% de HCl (ácido clorhídrico 12 Be).

El diámetro a emplear en la malla de los gaviones será de 3.70 mm y para el alambre de amarre y tensión será de 3.20 mm.

Por lo tanto, la especificación será la siguiente:

✓	Abertura de la malla: 10 x 12 cm
✓	Diámetro del alambre de la malla: 3.70 mm (PVC)
✓	Diámetro del alambre de borde: 4.40 mm (PVC)
✓	Recubrimiento del alambre: Zn – 5 Al – MM (ASTM A856)
✓	Revestimiento adicional: PVC

### **Piedra**

La piedra a emplear deberá ser de buena calidad, densidad, durable, estará libre componentes encajados en su superficie y sin deterioros que dañen permanecía de la obra.

Con lo que respecta al tamaño, las piedras serán lo más normal posible, cuyas dimensiones so estarán entre la mayor abertura de la red y dos veces su abertura. Se aceptará el 5% de la mole del gavión como máximo. Lo preferible es que la piedra esté entre 6” y 10”, lo cual antes de la ejecución de la obra, el Supervisor verá si la piedra es apta o no.

### **Ejecución**

Como primer punto el Constructor debe contar con el debido permiso del Supervisor, si los materiales que se emplearan cuentan con los requisitos correspondientes, en todo caso de existir alguna modificatoria, ya sea en las dimensiones, el tipo de malla o la boloneria a colocarse deberá tener la previa conformidad del Supervisor, para su posterior ejecución

El espacio donde se cimentará con los gaviones, debe estar correctamente nivelada los cuales serán constatados por el Supervisor; se comprobará que el material de base sea conforme a la resistencia de cargas a que quedará sumiso, de ser beneficioso los niveles pueden ser modificadas hasta localizar escenarios apropiados.

Para el armado y ubicación de los gaviones se ejecutará de acuerdo a los detalles del fabricante. Los módulos serán desdoblados sobre una área rígida y plana, levantando las mallas de cada lado y situados las divisiones en su lugar. Inmediatamente se procede al amarre de los cuatro bordes en contacto y las membranas con las mallas laterales. También se procederá al amarre de las celdas adyacentes, a lo extenso de todos los bordes.

En el proceso de maniobra de relleno de los gaviones, se colocará de dos a más tirantes de alambre a un tercio de altura de la celda 1.50 m. En cuestión de que los gaviones sean rellenos anticipadamente y elevados para su ubicación, se colocará tirantes verticales.

Ya al consumir con llenado de los gaviones, se provendrá a tapar el gavión y luego se coserá sólidamente todos los bordes. Se tendrá en cuenta que llenado del gavión este al límite, de modo tal cubierta quede extendida.

**Unidad de Medida**

Metro cuadrado (m<sup>2</sup>)

**Método de Medición**

Esta partida de Gaviones se medirá por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de malla conforme con las dimensiones de los planos y las exigencias de las especificaciones mostradas.

**Formas de pago**

Se pagará de acuerdo a la cuantificación del metrado avanzando en cuenta al cumplimiento de esta especificación y que sea admitido por el Supervisor; teniendo en cuenta el presente pago constituye el total por mano de obra, herramientas y contratiempos presentados.

### **3.4.8.1.4 VARIOS**

**3.4.8.1.4.1 SEÑALES PREVENTIVAS (0.60mx0.60m),**

**3.4.8.1.4.2 SEÑALES REGLAMENTARIOS (0.60mx0.60m) y**

**3.4.8.1.4.3 SEÑALES INFORMATIVAS (2.5mx1.5m)**

#### **Descripción**

En la presente partida se ostenta las Disposiciones Generales a ser empleadas para los trabajos de Señalización Vertical.

La Señalización Vertical se refiere a la provisión, acaparamiento, transporte e establecimiento de los dispositivos de control de tránsito y prevención y que son instalados en las vías o zonas urbanas para indicar, normalizar, ubicar y facilitar algunos niveles de seguridad a la población.

Dentro de la Señalización Vertical, también conforma a lo que es Señalización Ambiental las cuales son consignadas a fundar conocimiento sobre la preservación de los recursos naturales,

arqueológicos, humanos y culturales que puedan existir adentro del ambiente de la obra.

#### **Materiales**

Para la elaboración y disposición de los elementos de señalización vertical, estos deben cumplir los siguientes requerimientos:

#### **Postes de Soporte**

Los postes son los elementos sobre los cuales van acoplados los paneles con la señalización que tengan una superficie no mayor de 1,2 m<sup>2</sup>.

Los postes estarán fundados en el terreno y lograrán ser elaborados en madera, con una sección cuadrada.

Estos serán esbozados con una extensión acorde con las dimensiones del panel y su lugar de su ubicación.

#### **Material retroreflectivo**

El material que se empleará en los paneles será reflexivo y visible al por los peatones.

### Tipos de material retroreflectivo

TIPOS DE MATERIAL RETROREFLECTIVO.	USO
Tipo I: Conformado por una lámina retroreflectiva de mediana intensidad que contiene microesferas de vidrio dentro de su estructura. Este tipo generalmente es conocido como "Grado Ingeniería".	Se utiliza este material en señales permanentes de tránsito de caminos rurales y caminos de bajo flujo de tránsito, señalización de zonas en construcción (temporal).
Tipo IV: Conformado por una lámina retroreflectiva de alta intensidad que contiene elementos microprismáticos no metalizados dentro de su estructura.	Se utiliza en substratos plásticos recuperables tales como: tambores, tubos y postes empleados en zonas de construcción y mantenimiento.
Tipo V: Conformado por una lámina retroreflectiva de súper alta intensidad que contiene elementos microprismáticos metalizados dentro de su estructura.	Se utiliza en zonas de construcción (temporal).

#### Condiciones para las láminas

✓ Adherencia: La laminan tiene un lado adherente sensible a la presión, la aplicación al panel de las señales será de la Clase 1 de la clasificación 4.3 de la norma ASTM D-4956.

El protector de la parte posterior de la plancha deberá admitir una eliminación fácil sin necesidad de empapar en agua y a la vez no se removerá, romperá ninguna parte del adhesivo.

✓ Flexibilidad: Enrollar la plancha retroreflectiva en 1 segundo (1 s.) junto de un mandril de 3,2 mm. con el adherente en unión con el mandril.

#### Requerimientos de Construcción

La elaboración de las señales se efectuará teniendo en consideración el tipo y calidad de los materiales detallados.

Previo inicio de la producción de las señales, el Supervisor verificará que se encuentre conforme a los planos, documentación del proyecto y el establecimiento definitivo de cada una de las señales.

El material retroreflectivo que se instale en los cuadros será en planchas de un solo fragmento, igualmente los símbolos y letras. No se consentirá la unión, desacople y traslapes de material.

### **Excavación y Cimentación**

El responsable verificará que los hoyos para el cimiento de la disposición de las señales verticales de circulación, se encuentren conforme a las medidas señaladas en los planos y documentaciones del proyecto.

El cimiento de los mástiles y estructura de soporte se realizará con concreto ciclópeo.

Se admite para dar verticalidad y dureza a los mástiles y soportes que se empleen en el cimiento, se realizará dos mantos de piedra de no mayor de 4 pulgadas, antes del vaciado del concreto.

### **Instalación**

Las señales tendrán un ángulo de entre 75° y 90°, ubicándose a los márgenes derechos de la vía, teniendo en cuenta la dirección del tránsito. En el caso de las señales informativas se podrían ubicar en otros espacios, pudiendo ser visible esta señal.

El Contratista colocará las señales de modo que el poste y las estructuras de soporte presenten una dominante verticalidad.

### **Aceptación de los Trabajos**

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

#### (a) Controles

Durante la fabricación e instalación de las señales y dispositivos el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

Comprobar que todos los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad.

Verificar los valores de retroreflectividad.

#### (b) Calidad de los materiales

Las señales verticales de tránsito solo se aceptarán si su instalación está en todo de acuerdo con las indicaciones de los planos y de la presente especificación. Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deberán ser subsanadas por el Contratista a plena satisfacción del Supervisor.

#### Instalación

La instalación de las señales será evaluada y aceptada según lo indicado.

**Unidad de medida**

Unidad (Uni)

**Método de medición**

La medida se realizará por señal, comprendido el poste, instalada y aprobada por el Supervisor.

**Forma de pago**

Se pagará de acuerdo a la cuantificación del metrado avanzando en cuenta al cumplimiento de esta especificación y que sea admitido por el Supervisor; teniendo en cuenta el presente pago constituye el total por mano de obra, herramientas y contratiempos presentados.

**3.4.8.1.5 OBRA UÑA ANTISOCAVANTE****3.4.8.1.5.1 EXCAVACIÓN PARA OBRAS DE DEFENSA Y ROCA (UÑA)****Descripción.**

Las actividades a desarrollar se refieren a ejecutar el corte del dique en los taludes, y el cauce en el pie del talud, para alojar el enrocado de protección.

**Método de ejecución**

Las labores se ejecutarán con dispositivo mecánico y de acuerdo al diseño de las secciones transversales de protección, debiendo deprimirse la napa freática que se pueda presentar a fin de llegar a los niveles de fundación de la uña y de acuerdo a diseño.

Las sobre excavaciones en la uña deberán ser rellenadas convenientemente tan luego se proceda a la colocación respectiva de la roca, así mismo el material restante de los cortes practicados será dispuesto y acomodado o extendido en el talud exterior del dique.

**Unidad de medida**

Metro cubico (m<sup>3</sup>)

**Método de medición**

La presente partida se medirá por el metro cúbico (m<sup>3</sup>) de corte efectuado.

**Formas de pago**

Se pagará de acuerdo a la cuantificación del metrado avanzando en cuenta al cumplimiento de esta especificación y que sea admitido por el Supervisor; teniendo en cuenta el presente pago constituye el total por mano de obra, herramientas y contratiempos presentados.

**3.4.8.1.6 PROTECCIÓN AMBIENTAL****3.4.8.1.6.1 PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL****3.4.8.1.6.1.1 MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA****3.4.8.1.6.1.2 MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE****3.4.8.1.6.1.3 MONITOREO DE RUIDO****3.4.8.1.6.2 PROGRAMA DE CIERRE DE OBRA****3.4.8.1.6.2.1 ACONDICIONAMIENTO DE MATERIAL EXCEDENTE****Descripción**

Percibe las labores de limpieza de obra o eliminación de todo tipo de material de desecho producto de la ejecución de los trabajos y de excavaciones, dejando el cauce del río libre de escombros, incluyendo el transporte a botaderos autorizados. La ubicación de los botaderos será coordinada con el Residente y de Supervisor.

**Unidad de medida**

Metro cubico (m3).

**Método de Medición**

Las medidas se realizarán por el método del promedio de áreas extremas u otro método común aplicable, por metro cúbico (m3) de volumen eliminado.

**Forma de Pago**

Se pagará de acuerdo a la cuantificación del metrado avanzando en cuenta al cumplimiento de esta especificación y que sea admitido por el Supervisor; teniendo en cuenta el presente pago constituye el total por mano de obra, herramientas y contratiempos presentados.

## 3.4.8.2 Costo Directo

TABLA XLVI. COSTO DIRECTO

PARTIDAS		UND	METRADO	PRECIO (S/)	PARCIAL (S/)
<b>I.- ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS</b>					<b>6 669 244.82</b>
<b>01 OBRAS PRELIMINARES (TRABAJOS PRELIMINARES)</b>					<b>1 568 261.71</b>
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	glb	1.00	14 000.00	14 000.00
01.02	TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN	km	17025.00	2.66	45 286.50
01.03	DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO	ha	5.68	3 175.45	18 036.56
01.04	TRAZOS, NIVELES Y REPLANTEO	m2	17075.00	2.48	42 346.00
01.05	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS	m3	23035.77	8.69	200 180.84
01.06	RELLENO CON MATERIAL PROPIO PARA ESTRUCTURAS	m3	18895.29	66.07	1 248 411.81
<b>02 MURO DE CONTENCIÓN</b>					<b>4 560 683.52</b>
02.01	CONCRETO (F'C 100 Kg/cm2)-SOLADO	m2	277.48	328.41	91 127.21
02.02	CONCRETO (F'C 280 Kg/cm2)	m3	1908.90	473.65	904 150.49
02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN SECO	m2	2623.60	46.39	121 708.80
02.04	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	Kg	718934.66	4.79	3 443 697.02
<b>03 GAVIONES</b>					<b>404 971.74</b>
03.01	CORTE, PERFILADO Y REFINE EN TALUD DE DIQUE	M2	2400.00	12.09	29 016.00
03.02	RECOLECCIÓN Y APILAMIENTO DE PIEDRA DE RIO	M3	3720.00	17.58	65 397.60
03.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MALLA GEOTEXTIL 300 GR/M2	M2	2399.94	31.06	74 542.14
03.04	SUMINISTRO E INTALACION DE GAVION TIPO CAJA	M2	2400.00	98.34	236 016.00
<b>04 VARIOS</b>					<b>7 907.10</b>
04.01	SEÑALES PREVENTIVAS (0.60mx0.60m)	uni	6.00	419.74	2 518.44
04.02	SEÑALES REGLAMENTARIOS (0.60mx0.60m)	uni	3.00	750.52	2 251.56
04.03	SEÑALES INFORMATIVAS (2.5mx1.5m)	uni	3.00	1 045.70	3 137.10
<b>05 OBRA UÑA ATISOCAVANTE</b>					<b>106 550.52</b>
05.01	EXCAVACION PARA OBRAS DE DEFENSA	m3	663.04	9.59	6 358.55
05.02	ROCA (UÑA)	m3	663.04	151.11	100 191.97
<b>06 PROTECCIÓN AMBIENTAL</b>					<b>20 870.23</b>
<b>06.01 PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL</b>					<b>6 171.53</b>
06.01.01	MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA	glb	1.00	1 683.65	1 683.65
06.01.02	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE	glb	1.00	3 707.38	3 707.38
06.01.03	MONITOREO DE RUIDO	glb	1.00	780.50	780.50
<b>06.02 PROGRAMA DE CIERRE DE OBRA</b>					<b>14 698.70</b>
06.02.01	ACONDICIONAMIENTO DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	4140.48	3.55	14 698.70

Teniendo como resultado un costo directo de S/ 6'669,244.82

## 3.4.8.3 Análisis de Precios unitarios

TABLA XLVII. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

Cod.	Insumos	Unidad	Cuadr.	Cantidad	PRECIO S/	PARCIAL
<b>01.01 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS</b>						
<b>Rendimiento: 1 glb/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por: glb</b>	<b>14000.00</b>
<b>OTROS BIENES Y SERVICIOS</b>						
1603	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS	glb		1.0000	14000.00	14000.00
						<b>14000.00</b>

Cod.	Insumos	Unidad	Cuadr.	Cantidad	PRECIO S/	PARCIAL
<b>01.02 TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN</b>						
<b>Rendimiento: 500 m2/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por: m2</b>	<b>2.66</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
1003	TOPOGRAFO	hh	1	0.0160	25.36	0.41
1009	PEON	hh	3	0.0480	17.01	0.82
1010	NIVELADOR	hh	1	0.0160	20.36	0.33
						<b>1.56</b>
<b>MATERIALES</b>						
1202	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.0020	22.29	0.04
1213	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.0050	3.50	0.02
1238	MADERA TORNILLO	p2		0.0500	5.07	0.25
1604	PINTURA ESMALTE SINTÉTICO	gal		0.0033	51.45	0.17
1671	YESO DE 28 KG	BOL		0.0020	8.30	0.02
1672	CORDEL	und		0.0500	1.50	0.08
1696	ACERO CORRUGADO FY=4200	KG		0.0150	2.49	0.04
						<b>0.62</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.56	0.08
3948	ESTACIÓN TOTAL	hm	1	0.0160	15.00	0.24
3949	NIVEL TOPOGRÁFICO	hm	1	0.0160	10.00	0.16
						<b>0.48</b>

Cod.	Insumos	Unidad	Cuadr.	Cantidad	PRECIO S/	PARCIAL
<b>01.03 DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO</b>						
<b>Rendimiento: 1 ha/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por: ha</b>	<b>3175.45</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
1002	OPERARIO	hh	2	16.0000	23.80	380.80
1009	PEON	hh	2	16.0000	17.01	272.16
						<b>652.96</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	652.96	32.65
3964	TRACTOR DE ORUGAS D6GDE 140-160HP	hm	1	8.0000	277.43	2219.44
3966	MOTOSIERRA	hm	2	16.0000	16.90	270.40
						<b>2522.49</b>

Cod.	Insumos	Unidad	Cuadr.	Cantidad	PRECIO S/	PARCIAL
<b>01.04 TRAZOS, NIVELES Y REPLANTEO</b>						
<b>Rendimiento: 500 m2/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por: m2</b>	<b>2.48</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
1003	TOPOGRAFO	hh	1	0.0160	25.36	0.41
1009	PEON	hh	3	0.0480	17.01	0.82
1010	NIVELADOR	hh	1	0.0160	20.36	0.33
						<b>1.56</b>
<b>MATERIALES</b>						
1207	CLAVOS DE ALAMBRE PARA MADERA C/C DE 3"	KG		0.0050	3.65	0.02
1238	MADERA TORNILLO	p2		0.0500	5.07	0.25
1604	PINTURA ESMALTE SINTÉTICO	gal		0.0033	51.45	0.17
						<b>0.44</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.56	0.08
3948	ESTACIÓN TOTAL	hm	1	0.0160	15.00	0.24
3949	NIVEL TOPOGRÁFICO	hm	1	0.0160	10.00	0.16
						<b>0.48</b>

Cod.	Insumos	Unidad	Cuadr.	Cantidad	PRECIO S/	PARCIAL
<b>01.05 EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS</b>						
<b>Rendimiento: 350 m3/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por: m3</b>	<b>8.69</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
1002	OPERARIO	hh	1	0.0229	23.80	0.55
1009	PEON	hh	4	0.0914	17.01	1.55
						<b>2.10</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.10	0.11
3947	EXCAVADORA SOBRE ORUGA 115-165 HP 0.75-14 Y3	hm	1	0.0229	283.18	6.48
						<b>6.59</b>

Cod.	Insumos	Unidad	Cuadr.	Cantidad	PRECIO S/	PARCIAL
<b>01.06 RELLENO CON MATERIAL PROPIO PARA ESTRUCTURAS</b>						
<b>Rendimiento: 50 m3/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por: m3</b>	<b>66.07</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
1008	OFICIAL	hh	1	0.1600	18.84	3.01
1009	PEON	hh	5	0.8000	17.01	13.61
						<b>16.62</b>
<b>MATERIALES</b>						
1226	AGUA	m3		0.1200	19.18	2.30
						<b>2.30</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	16.62	0.83
3935	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 5.8 HP	hm	2	0.3200	32.95	10.54
3964	TRACTOR DE ORUGAS D6GDE 140-160HP	hm	0.5	0.0800	277.43	22.19
3965	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135Hp 10-12 Ton	hm	1	0.1600	84.96	13.59
						<b>47.15</b>

Cod.	Insumos	Unidad	Cuadr.	Cantidad	PRECIO S/	PARCIAL
<b>02.01 CONCRETO (F°C 100 Kg/cm2)-SOLADO</b>						
					<b>Costo unitario directo por: m3</b>	<b>328.41</b>
<b>Rendimiento: 18 m3/DIA</b>						
<b>MANO DE OBRA</b>						
1002	OPERARIO	hh	3	1.3333	23.80	31.73
1008	OFICIAL	hh	3	1.3333	18.84	25.12
1009	PEON	hh	6	2.6667	17.01	45.36
						<b>102.21</b>
<b>MATERIALES</b>						
1202	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		4.5000	22.29	100.31
1226	AGUA	m3		0.1800	19.18	3.45
1246	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.7500	65.00	48.75
1247	GASOLINA 84 OCTANOS	gln		0.2800	11.50	3.22
1618	ARENA ZARANDEADA	m3		0.5000	12.03	6.02
1643	LUBRICANTES, GRASAS Y FILTROS	glb		5.0000	7.86	39.30
1644	ADITIVO CURADOR	gal		0.1900	18.00	3.42
						<b>204.47</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	102.21	5.11
3938	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1	0.4444	31.50	14.00
3940	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1	0.4444	5.90	2.62
						<b>21.73</b>

Cod.	Insumos	Unidad	Cuadr.	Cantidad	PRECIO S/	PARCIAL
<b>02.02 CONCRETO (F°C 280 Kg/cm2)</b>						
					<b>Costo unitario directo por: m3</b>	<b>473.65</b>
<b>Rendimiento: 18 m3/DIA</b>						
<b>MANO DE OBRA</b>						
1002	OPERARIO	hh	3	1.3333	23.80	31.73
1008	OFICIAL	hh	3	1.3333	18.84	25.12
1009	PEON	hh	6	2.6667	17.01	45.36
						<b>102.21</b>
<b>MATERIALES</b>						
1202	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		11.0000	22.29	245.19
1226	AGUA	m3		0.1800	19.18	3.45
1246	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.7500	65.00	48.75
1247	GASOLINA 84 OCTANOS	gln		0.2800	11.50	3.22
1618	ARENA ZARANDEADA	m3		0.5000	12.03	6.02
1643	LUBRICANTES, GRASAS Y FILTROS	glb		5.0000	7.86	39.30
1644	ADITIVO CURADOR	gal		0.2100	18.00	3.78
						<b>349.71</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	102.21	5.11
3938	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1	0.4444	31.50	14.00
3940	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1	0.4444	5.90	2.62
						<b>21.73</b>

Cod.	Insumos	Unidad	Cuadr.	Cantidad	PRECIO S/	PARCIAL
<b>02.03 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN SECO</b>						
<b>Rendimiento: 20 m2/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por: m2</b>	<b>46.39</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
1016	OPERARIO ENCOFRADOR	hh	1	0.4000	24.57	9.83
1017	OFICIAL ENCOFRADOR	hh	1	0.4000	18.84	7.54
						<b>17.37</b>
<b>MATERIALES</b>						
1673	PLANCHA METÁLICA 90*300	m2		0.0240	1062.00	25.49
1674	PUNTAL METÁLICO TELESCÓPICO, DE HASTA 3M DE ALTURA	uni		0.0300	38.44	1.15
1675	BERENJENO DE PVC, DE VARIAS DIMENSIONES Y 2500 mm DE LONGITUD	uni		1.3380	1.00	1.34
1676	AGENTE DESMONTANTE A BASE DE ACEITES ESPECIALES EMULSIONABLE EN AGUA PARA ENCOFRADOS METÁLICOS FENÓLICOS O DE MADERA	uni		0.0300	5.69	0.17
						<b>28.15</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	17.37	0.87
						<b>0.87</b>

Cod.	Insumos	Unidad	Cuadr.	Cantidad	PRECIO S/	PARCIAL
<b>02.04 ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2</b>						
<b>Rendimiento: 250 Kg/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por: Kg</b>	<b>4.79</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
1002	OPERARIO	hh	1	0.0320	23.80	0.76
1008	OFICIAL	hh	1	0.0320	18.84	0.60
1009	PEON	hh	1	0.0320	17.01	0.54
						<b>1.90</b>
<b>MATERIALES</b>						
1248	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	KG		0.0500	3.50	0.18
1696	ACERO CORRUGADO FY=4200	KG		1.0500	2.49	2.61
						<b>2.79</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.90	0.10
						<b>0.10</b>

Cod.	Insumos	Unidad	Cuadr.	Cantidad	PRECIO S/	PARCIAL
<b>03.01 CORTE, PERFILADO Y REFINE EN TALUD DE DIQUE</b>						
<b>Rendimiento: 250 M2/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por: M2</b>	<b>12.09</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
1002	OPERARIO	hh	1	0.0320	23.80	0.76
1009	PEON	hh	4	0.1280	17.01	2.18
						<b>2.94</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.94	0.09
3947	EXCAVADORA SOBRE ORUGA 115-165 HP 0.75-14 Y3	hm	1	0.0320	283.18	9.06
						<b>9.15</b>

Cod.	Insumos	Unidad	Cuadr.	Cantidad	PRECIO S/	PARCIAL
<b>03.02 RECOLECCIÓN Y APILAMIENTO DE PIEDRA DE RIO</b>						
<b>Rendimiento: 400 M3/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por: M3</b>	<b>17.58</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
1009	PEON	hh	20	0.4000	17.01	6.80
						<b>6.80</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	6.80	0.20
3947	EXCAVADORA SOBRE ORUGA 115-165 HP 0.75-14 Y3	hm	1	0.0200	283.18	5.66
3971	VOLQUETE 6X4 330 HP 15 M3	hm	1	0.0200	245.84	4.92
						<b>10.78</b>

Cod.	Insumos	Unidad	Cuadr.	Cantidad	PRECIO S/	PARCIAL
<b>03.03 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MALLA GEOTEXTIL 300 GR/M2</b>						
<b>Rendimiento: 400 M2/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por: M2</b>	<b>31.06</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
1008	OFICIAL	hh	1	0.0200	18.84	0.38
1009	PEON	hh	2	0.0400	17.01	0.68
						<b>1.06</b>
<b>MATERIALES</b>						
1645	GEOMEMBRANA DRENAJE	m2		1.0000	29.97	29.97
						<b>29.97</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.06	0.03
						<b>0.03</b>

Cod.	Insumos	Unidad	Cuadr.	Cantidad	PRECIO S/	PARCIAL
<b>03.04 SUMINISTRO E INTALACION DE GAVION TIPO CAJA</b>						
<b>Rendimiento: 100 M2/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por: M2</b>	<b>98.34</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
1008	OFICIAL	hh	2	0.1600	18.84	3.01
1009	PEON	hh	20	1.6000	17.01	27.22
						<b>30.23</b>
<b>MATERIALES</b>						
1700	ALAMBRE GALVANIZADO CLASE III Y/O RECUBRIDO DE PVC	KG		4.0000	6.00	24.00
						<b>24.00</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	30.23	0.91
3934	CARGADOR RETROEXCAVADOR 62 HP 1 YD3	hm	2	0.1600	270.00	43.20
						<b>44.11</b>

Cod.	Insumos	Unidad	Cuadr.	Cantidad	PRECIO S/	PARCIAL
<b>04.01 SEÑALES PREVENTIVAS (0.60mx0.60m)</b>						
					<b>Costo unitario directo por: uni</b>	<b>419.74</b>
<b>Rendimiento: 6 uni/DIA</b>						
<b>MANO DE OBRA</b>						
1002	OPERARIO	hh	1	1.3333	23.80	31.73
1008	OFICIAL	hh	1	1.3333	18.84	25.12
						<b>56.85</b>
<b>MATERIALES</b>						
1604	PINTURA ESMALTE SINTÉTICO	gal		0.0165	51.45	0.85
1646	PERNOSC1/4" X 3"	pza		2.0000	1.82	3.64
1648	LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	p2		3.8800	12.58	48.81
1649	SOLDADURA AWS E6011	kg		0.0800	10.60	0.85
1650	FIBRA DE VIDRIO DE 4mm ACABADO	m2		0.3600	210.12	75.64
1651	ANGULO DE ACERO 1"X1"X3/16"	m		2.4000	3.98	9.55
1652	PLATINA DE ACERO 2" X 1/8"	m		1.5400	3.42	5.27
1653	DISOLVENTE XILOL	gal		0.0270	37.13	1.00
1654	PINTURA ANTICORROSIVA	gal		0.0165	31.47	0.52
1655	TINTA SERIGRÁFICA NEGRA O ROJA	gal		0.0165	1109.19	18.30
1656	TUBO DE FIERRO GALVANIZADO D=2" e=2.5mm	m		3.6000	22.71	81.76
						<b>246.19</b>
<b>OTROS BIENES Y SERVICIOS</b>						
1657	SUBCONTRATO (INSTALACIÓN DE SEÑALES PREVENTIVA P2A)	uni		1.0000	96.26	96.26
						<b>96.26</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	56.85	2.84
3950	SOLDADORA ELÉCTRICA TRIFÁSICA 400A	hm	1	1.3333	13.20	17.60
						<b>20.44</b>

Cod.	Insumos	Unidad	Cuadr.	Cantidad	PRECIO S/	PARCIAL
<b>04.02 SEÑALES REGLAMENTARIOS (0.60mx0.60m)</b>						
					<b>Costo unitario directo por: uni</b>	<b>750.52</b>
<b>Rendimiento: 6 uni/DIA</b>						
<b>MANO DE OBRA</b>						
1002	OPERARIO	hh	1	1.3333	23.80	31.73
1008	OFICIAL	hh	1	1.3333	18.84	25.12
						<b>56.85</b>
<b>MATERIALES</b>						
1604	PINTURA ESMALTE SINTÉTICO	gal		0.0160	51.45	0.82
1646	PERNOSC1/4" X 3"	pza		4.0000	1.82	7.28
1648	LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	p2		11.6300	12.58	146.31
1649	SOLDADURA AWS E6011	kg		0.1000	10.60	1.06
1650	FIBRA DE VIDRIO DE 4mm ACABADO	m2		1.0800	210.12	226.93
1651	ANGULO DE ACERO 1"X1"X3/16"	m		6.0000	3.98	23.88
1652	PLATINA DE ACERO 2" X 1/8"	m		2.8600	3.42	9.78
1653	DISOLVENTE XILOL	gal		0.0270	37.13	1.00
1654	PINTURA ANTICORROSIVA	gal		0.0160	31.47	0.50
1655	TINTA SERIGRÁFICA NEGRA O ROJA	gal		0.0600	1109.19	66.55
1656	TUBO DE FIERRO GALVANIZADO D=2" e=2.5mm	m		5.1600	22.71	117.18
1658	PLANCHA METALICA ASTM A36 e=1/4" 0.125mX.0125m	pza		2.0000	2.75	5.50
						<b>606.79</b>
<b>OTROS BIENES Y SERVICIOS</b>						
1659	SUBCONTRATO (INSTALACIÓN DE SEÑALES REGLAMENTARIAS P2A)	uni		1.0000	66.44	66.44
						<b>66.44</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	56.85	2.84
3950	SOLDADORA ELÉCTRICA TRIFÁSICA 400A	hm	1	1.3333	13.20	17.60
						<b>20.44</b>

Cod.	Insumos	Unidad	Cuadr.	Cantidad	PRECIO S/	PARCIAL
<b>04.03 SEÑALES INFORMATIVAS (2.5mx1.5m)</b>						
<b>Rendimiento: 6 uni/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por: uni</b>	<b>1045.70</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
1002	OPERARIO	hh	1	1.3333	23.80	31.73
1008	OFICIAL	hh	1	1.3333	18.84	25.12
						<b>56.85</b>
<b>MATERIALES</b>						
1604	PINTURA ESMALTE SINTÉTICO	gal		0.1000	51.45	5.15
1646	PERNOSC1/4" X 3"	pza		4.7600	1.82	8.66
1648	LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	p2		10.8200	12.58	136.12
1649	SOLDADURA AWS E6011	kg		0.0800	10.60	0.85
1650	FIBRA DE VIDRIO DE 4mm ACABADO	m2		1.0100	210.12	212.22
1651	ANGULO DE ACERO 1"X1"X3/16"	m		4.6000	3.98	18.31
1652	PLATINA DE ACERO 2" X 1/8"	m		2.8800	3.42	9.85
1654	PINTURA ANTICORROSIVA	gal		0.1000	31.47	3.15
1655	TINTA SERIGRÁFICA NEGRA O ROJA	gal		0.2500	1109.19	277.30
1656	TUBO DE FIERRO GALVANIZADO D=2" e=2.5mm	m		10.4200	22.71	236.64
1658	PLANCHA METALICA ASTM A36 e=1/4" 0.125mX.0125m	pza		2.3800	2.75	6.55
						<b>914.80</b>
<b>OTROS BIENES Y SERVICIOS</b>						
1660	SUBCONTRATO (INSTALACIÓN DE SEÑALES INFORMATIVAS P2A)	uni		1.0000	71.21	71.21
						<b>71.21</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	56.85	2.84
						<b>2.84</b>

Cod.	Insumos	Unidad	Cuadr.	Cantidad	PRECIO S/	PARCIAL
<b>05.01 EXCAVACION PARA OBRAS DE DEFENSA</b>						
<b>Rendimiento: 310 m3/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por: m3</b>	<b>9.59</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
1008	OFICIAL	hh	1	0.0258	18.84	0.49
1009	PEON	hh	4	0.1032	17.01	1.76
						<b>2.25</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.25	0.11
3947	EXCAVADORA SOBRE ORUGA 115-165 HP 0.75-14 Y3	hm	0.5	0.0129	283.18	3.65
3964	TRACTOR DE ORUGAS D6GDE 140-160HP	hm	0.5	0.0129	277.43	3.58
						<b>7.34</b>

Cod.	Insumos	Unidad	Cuadr.	Cantidad	PRECIO S/	PARCIAL
<b>05.02 ROCA (UÑA)</b>						
<b>Rendimiento: 300 m3/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por: m3</b>	<b>151.11</b>
<b>OTROS BIENES Y SERVICIOS</b>						
1683	TRANSPORTE DE ROCA	m3		1.0000	127.04	127.04
1684	ACOPIO DE MATERIAL	m3		1.0000	5.98	5.98
1685	CARGUIO DE MATERIAL	m3		1.0000	7.84	7.84
1686	COLOCACION Y ACOMODO DE ROCA	m3		1.0000	10.25	10.25
						<b>151.11</b>

Cod.	Insumos	Unidad	Cuadr.	Cantidad	PRECIO S/	PARCIAL
<b>06.01.01 MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA</b>						
<b>Rendimiento: 1 glb/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por: glb</b>	<b>1683.65</b>
<b>OTROS BIENES Y SERVICIOS</b>						
1663	SUBCONTRATO (MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA)	glb		1.0000	1683.65	1683.65
						<b>1683.65</b>

Cod.	Insumos	Unidad	Cuadr.	Cantidad	PRECIO S/	PARCIAL
<b>06.01.02 MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE</b>						
<b>Rendimiento: 1 glb/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por: glb</b>	<b>3707.38</b>
<b>OTROS BIENES Y SERVICIOS</b>						
1664	SUBCONTRATO (MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE)	glb		1.0000	3707.38	3707.38
						<b>3707.38</b>

Cod.	Insumos	Unidad	Cuadr.	Cantidad	PRECIO S/	PARCIAL
<b>06.01.03 MONITOREO DE RUIDO</b>						
<b>Rendimiento: 1 glb/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por: glb</b>	<b>780.50</b>
<b>OTROS BIENES Y SERVICIOS</b>						
1665	SUBCONTRATO (MONITOREO DE LA CALIDAD DEL RUIDO)	glb		1.0000	780.50	780.50
						<b>780.50</b>

Cod.	Insumos	Unidad	Cuadr.	Cantidad	PRECIO S/	PARCIAL
<b>06.02.01 ACONDICIONAMIENTO DE MATERIAL EXCEDENTE</b>						
<b>Rendimiento: 250 m3/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por: m3</b>	<b>3.55</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
1008	OFICIAL	hh	1	0.0320	18.84	0.60
1009	PEON	hh	2	0.0640	17.01	1.09
						<b>1.69</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.69	0.08
3964	TRACTOR DE ORUGAS D6GDE 140-160HP	hm	0.2	0.0064	277.43	1.78
						<b>1.86</b>

### 3.4.8.4 Fórmula polinómica

#### Conformación de monomios

TABLA XLVIII. CONFORMACIÓN DE MONOMIOS

N°M	N° IU	IU	ELEMENTO	COEF. INICIAL	SIMB. AGRUP.	% INCID.	COEF. ACUM.
1	1	47	Mano de obra (incluido leyes sociales)	0.235	J	100.00	0.235
2	2	03	Acero de construcción corrugado	0.215	A	100.00	0.215
3	3	49	Maquinaria y equipo importado	0.132	MH	90.41	0.146
	4	37	Herramienta manual	0.014	MH	9.59	
4	5	21	Cemento portlan tipo I	0.054	CAA	63.53	0.085
	6	02	Acero de construcción liso	0.020	CAA	23.53	
	7	05	Agregado grueso	0.011	CAA	12.94	
5	8	39	Indice General de Precios al Consumidor	0.319	G	100.00	0.319
<b>TOTAL</b>				<b>1.000</b>			<b>1.000</b>

	Jr		Ar		MHr		CAAr		Gr					
K=	0.235	--	+	0.215	--	+	0.146	--	+	0.085	-	+	0.319	--
	Jo			Ao		MHo		CAAo		Go				

### 3.4.8.5 Programación de ejecución de obra



### 3.4.9 Diseño de obras Hidráulicas de pase de ser necesarios

Se considera a obras hidráulicas de pase a alcantarillas, viaductos, puentes, los cuales permitan las mejoras de las condiciones de la población.

En el caso de la presente tesis, se pensaba realizar el planteamiento de la mejora de un puente (llamado puente Rojo), el cual se encontraba en malas condiciones. Pero no se había tenido en cuenta de que el Expediente de la Reconstrucción del puente ya está en el Presupuesto del estado para su ejecución.

Datos Generales de la obra de construcción del Puente Rojo.

- ✓ Inicio de construcción en el 8 de febrero del 2019.
- ✓ Plazo de ejecución de la obra es de 60 días.
- ✓ Presupuesto Total de la obra del proyecto es de S/ 759,562.40
- ✓ La obra se ejecutará bajo la modalidad de ejecución Por Contrata – a Suma Alzada.

Detalle del puente.

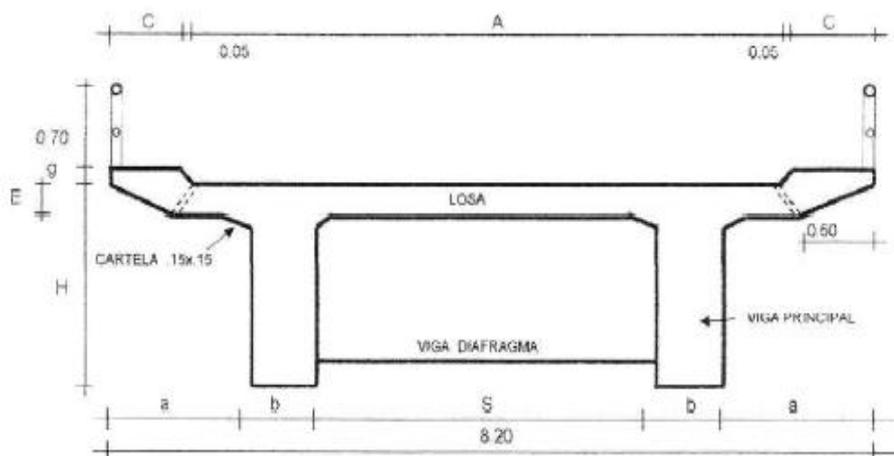
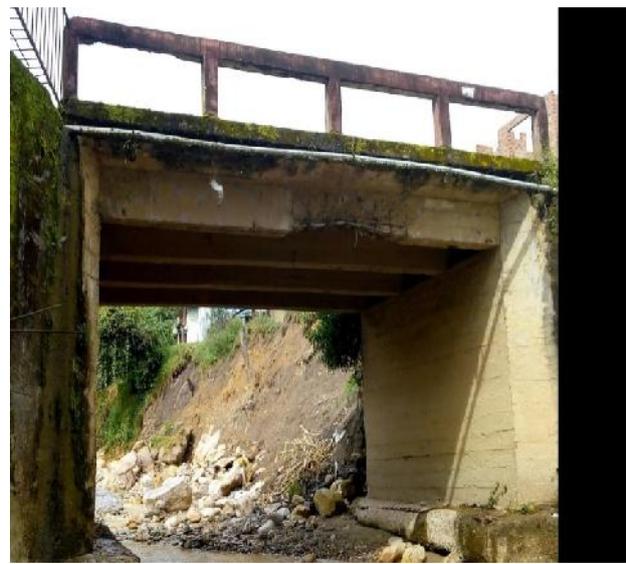
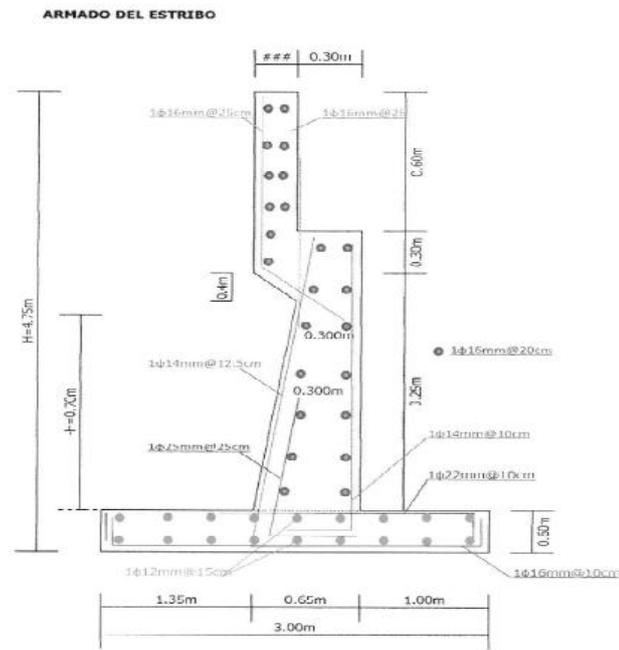


Fig. 72. SECCIÓN TÍPICA DEL PUENTE



**Fig. 74. ESTADO DEL PUENTE ANTES DE SU RECONSTRUCCIÓN.**

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 RESULTADOS**

#### **4.1.1 Estudio Topográfico**

- ✓ El BM de referencia para próximos replanteos cuyas coordenadas UTM 752907.585 E 9309649.115 N obtenidas con GPS datum WGS 84.
- ✓ En el levantamiento también se consideró la toma de los niveles del agua, el nivel máximo se consideró en los márgenes, por donde se pudo visualizar hasta que altura sabe llegar el agua en épocas de lluvia.
- ✓ La longitud del levantamiento de 0.681 Km.
- ✓ Se obtuvieron curvas de nivel con una distancia de 0.25 m las curvas menores y de 1 m las curvas mayores.
- ✓ Se obtuvo el perfil longitudinal de todo el tramo de estudio en el que se muestra los márgenes derechos e izquierdos, además los niveles mínimos y máximos del agua.
- ✓ Las secciones transversales se obtuvieron con una separación de 20 m en todo el tramo de estudio.
- ✓ Para lo que es el método de sección pendiente se obtuvo secciones cada 10 m en los primeros 75 metros, ya que necesitamos el detalle lo más puntual posible aplicar el cálculo y hallar el caudal máximo.

#### **4.1.2 Estudio de suelos**

En la siguiente tabla se muestra de manera ordenada los resultados de los ensayos de laboratorio obtenidos del estudio de mecánica de suelos.

TABLA L RESULTADOS POR CALICATA DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.

N° CALICATA	M	GRANULOMETRÍA (% ACUMULADO QUE PASA)										LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	DENOMINACION	H (%)
		1/2"	3/8"	1/4"	N°4	N°10	N°20	N°40	N°60	N°100	N°200							
C-1	M-1	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %	99.60 %	98.20 %	65.20 %	41.00 %	20.60 %	0.15 %	NP	NP	NP	SM	A-2-4 (0)	Arena limosa	10.16 %
C-1	M-2	59.00 %	56.00 %	53.00 %	51.60 %	45.60 %	41.20 %	31.80 %	28.30 %	22.30 %	0.20 %	NP	NP	NP	GM	A-1-b (0)	Grava limosa con arena	5.61 %
C-1	M-3	100.00 %	99.60 %	99.40 %	99.00 %	97.10 %	95.10 %	91.70 %	90.00 %	86.80 %	0.84 %	51.66 %	25.97 %	25.69 %	CH	A-7-6 (17)	Arcilla de alta plasticidad con arena	27.84 %
C-1	M-4	99.60 %	98.70 %	98.10 %	97.60 %	95.40 %	93.50 %	90.40 %	89.40 %	87.00 %	0.84 %	49.36 %	24.42 %	24.94 %	CL	A-7-6 (16)	Arcilla de baja plasticidad con arena	41.30 %
C-2	M-1	85.80 %	85.40 %	83.50 %	82.40 %	79.40 %	77.70 %	73.50 %	69.90 %	59.90 %	0.52 %	36.74 %	19.70 %	17.04 %	CL	A-6 (6)	Arcilla arenosa de baja plasticidad con grava	23.70 %
C-2	M-2	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %	99.60 %	99.00 %	94.70 %	88.20 %	66.60 %	0.50 %	26.69 %	15.17 %	11.52 %	CL	A-6 (3)	Arcilla arenosa de baja plasticidad	22.73 %
C-2	M-3	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %	99.30 %	97.50 %	85.60 %	77.10 %	63.20 %	0.54 %	37.08 %	16.56 %	20.52 %	CL	A-6 (8)	Arcilla arenosa de baja plasticidad	24.59 %
C-2	M-4	70.10 %	63.90 %	59.00 %	57.00 %	49.00 %	42.80 %	28.30 %	22.00 %	13.20 %	0.09 %	37.08 %	16.56 %	20.52 %	SP-SC	A-1-6 (0)	Arena pobremente graduada con arcilla y grava	25.39 %
C-3	M-1	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %	99.80 %	98.40 %	68.20 %	42.00 %	22.60 %	0.19 %	NP	NP	NP	SM	A-2-4 (0)	Arena limosa	11.39 %
C-3	M-2	74.80 %	71.40 %	69.30 %	68.20 %	63.00 %	59.20 %	51.90 %	49.80 %	44.70 %	0.43 %	NP	NP	NP	GM	A-4 (2)	Grava limosa con arena	18.89 %
C-3	M-3	100.00 %	99.80 %	99.70 %	99.40 %	97.60 %	95.70 %	92.60 %	91.00 %	88.90 %	0.87 %	37.21 %	17.91 %	19.30 %	CL	A-6 (12)	Arcilla de baja plasticidad	27.98 %
C-3	M-4	99.70 %	99.20 %	98.20 %	97.40 %	95.40 %	93.80 %	91.70 %	89.70 %	87.20 %	0.83 %	43.05 %	14.38 %	28.67 %	CL	A-7-6 (16)	Arcilla de baja plasticidad con arena	13.35 %
C-4	M-1	96.00 %	95.60 %	94.90 %	93.90 %	92.30 %	91.40 %	89.80 %	88.40 %	84.60 %	0.82 %	31.52 %	14.71 %	16.81 %	CL	A-6 (11)	Arcilla de baja plasticidad con arena	22.68 %
C-4	M-2	100.00 %	100.00 %	100.00 %	99.50 %	99.20 %	98.70 %	95.50 %	89.40 %	69.60 %	0.54 %	31.07 %	16.88 %	14.19 %	CL	A-6 (6)	Arcilla arenosa de baja plasticidad	20.48 %
C-4	M-3	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %	99.50 %	97.70 %	88.50 %	81.10 %	70.50 %	0.75 %	34.16 %	19.28 %	14.88 %	CL	A-6 (8)	Arcilla arenosa de baja plasticidad	16.70 %
C-4	M-4	99.70 %	99.20 %	98.50 %	96.00 %	92.20 %	88.90 %	81.70 %	78.50 %	75.10 %	0.75 %	35.29 %	14.59 %	20.70 %	CL	A-6 (12)	Arcilla de baja plasticidad con arena	22.92 %
C-5	M-1	100.00 %	99.70 %	97.50 %	96.20 %	91.00 %	85.90 %	75.60 %	67.90 %	53.30 %	0.44 %	34.71 %	18.06 %	16.65 %	SC	A-6 (4)	Arena arcillosa	16.22 %
C-5	M-2	96.20 %	94.30 %	88.50 %	85.20 %	67.50 %	53.70 %	40.20 %	35.70 %	29.00 %	0.25 %	33.57 %	20.13 %	13.44 %	SC	A-2-6 (0)	Arena arcillosa	17.55 %
C-5	M-3	64.90 %	56.10 %	47.20 %	44.20 %	32.10 %	24.40 %	14.30 %	10.70 %	5.50 %	0.03 %	NP	NP	NP	GP	A-1-a (0)	Grava pobremente graduada con arena	5.85 %
C-5	M-4	100.00 %	97.50 %	94.30 %	92.20 %	84.70 %	78.90 %	69.50 %	64.80 %	54.90 %	0.46 %	33.13 %	17.61 %	15.52 %	SC	A-6 (4)	Arena arcillosa	27.25 %
C-6	M-1	100.00 %	99.80 %	97.80 %	96.20 %	93.00 %	88.80 %	79.60 %	73.10 %	59.30 %	0.52 %	32.88 %	14.22 %	18.67 %	CL	A-6 (6)	Arcilla arenosa de baja plasticidad	14.88 %
C-6	M-2	97.90 %	95.70 %	90.80 %	86.80 %	71.60 %	59.00 %	48.20 %	43.10 %	37.00 %	0.31 %	33.54 %	16.00 %	17.54 %	SC	A-2-6 (1)	Arena arcillosa	21.35 %
C-6	M-3	94.80 %	92.30 %	89.90 %	87.90 %	86.30 %	84.30 %	82.60 %	81.70 %	80.30 %	0.80 %	NP	NP	NP	ML	A-4 (9)	Limo de baja plasticidad con grava	19.13 %
C-6	M-4	100.00 %	98.00 %	95.50 %	93.20 %	87.80 %	81.70 %	72.90 %	67.90 %	58.50 %	0.51 %	33.15 %	11.48 %	21.67 %	CL	A-6 (7)	Arcilla arenosa de baja plasticidad	22.67 %
C-7	M-1	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %	99.60 %	98.40 %	95.40 %	73.30 %	55.40 %	0.52 %	NP	NP	NP	ML	A-4 (4)	Limo arenoso de baja plasticidad	0.11 %
C-7	M-2	80.80 %	59.50 %	57.20 %	55.20 %	52.70 %	49.50 %	44.10 %	23.80 %	16.00 %	0.12 %	NP	NP	NP	GP-GM	A-1-b (0)	Grava pobremente graduada con limo y arena	0.20 %
C-7	M-3	100.00 %	99.70 %	99.50 %	99.00 %	97.40 %	96.00 %	93.90 %	92.10 %	90.20 %	0.89 %	0.34 %	0.15 %	0.18 %	CL	A-6 (11)	Arcilla de baja plasticidad	0.18 %
C-7	M-4	99.80 %	99.30 %	98.00 %	94.80 %	92.30 %	88.50 %	86.50 %	84.00 %	80.60 %	0.77 %	0.32 %	0.11 %	0.21 %	CL	A-6 (13)	Arcilla de baja plasticidad con arena	0.26 %
C-8	M-1	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %	99.80 %	99.00 %	74.90 %	55.10 %	37.70 %	0.14 %	NP	NP	NP	SM	A-2-4 (0)	Arena limosa	0.17 %
C-8	M-2	78.80 %	59.10 %	56.10 %	54.30 %	50.90 %	47.10 %	39.60 %	34.20 %	26.80 %	0.25 %	NP	NP	NP	GM	A-1-b (0)	Grava limosa con arena	0.21 %
C-8	M-3	100.00 %	99.80 %	99.60 %	99.30 %	97.70 %	95.90 %	93.40 %	92.00 %	90.10 %	0.88 %	0.34 %	0.29 %	0.05 %	ML	A-4 (9)	Limo de baja plasticidad	0.23 %
C-8	M-4	99.80 %	99.40 %	98.60 %	97.70 %	95.80 %	94.20 %	92.30 %	90.90 %	88.80 %	0.86 %	0.35 %	0.11 %	0.23 %	CL	A-6 (13)	Arcilla de baja plasticidad	0.25 %

FUENTE: Elaboración propia

TABLA LI. RESULTADOS DE CAPACIDAD PORTANTE

CALICATA	LADO	Df (mts)	B (m)	C (Kg/cm3)	C (kg/cm2)	Ø	Qu (kg/cm2)	Qd (kg/cm2)
C-1	DERECHO	1.5	1.00	1.568	0.135	25.3	2.89	0.96
C-2	IZQUIERDO	1.5	1.00	1.539	0.164	23.3	2.78	0.93
C-6	IZQUIERDO	1.5	1.00	1.583	0.127	24.6	2.69	0.90
C-7	DERECHO	1.5	1.00	1.523	0.171	22.7	2.73	0.91

FUENTE: Elaboración propia

### 4.1.3 Estudio Hidrológico

#### 4.1.3.1 Periodo de retorno

De acuerdo a las condiciones y parámetros del proyecto se consideró un periodo de retorno de 100 años, los cuales se utilizarán en los cálculos para el modelamiento hidráulico y la obtención adecuada del caudal de diseño.

#### 4.1.3.2 Precipitación promedio

TABLA LII. RESULTADO DE PRECIPITACIONES

ESTACIÓN	PRECIPITACION PROMEDIO (mm)
CUTERVO	70.25
HACIENDA PUCARÁ	93.64
JAEN	106.97
QUEROCOTILLO	86.65

Del desarrollo de todo el cálculo hidrológico, la precipitación en la cuenta del río Catis es de 74.25 mm.

#### 4.1.3.3 Cálculo del Caudal de diseño

- ✓ Por el método racional Modificado:  $Q=95.15 \text{ m}^3/\text{s}$
- ✓ Por el método de Sección – Pendiente:  $Q = 89.65 \text{ m}^3/\text{s}$

Por lo tanto, el caudal de diseño a emplear para el dimensionamiento de las estructuras será el promedio de los resultados de los dos métodos  $Q= 92.40 \text{ m}^3/\text{s}$ .

#### 4.1.4 Estudio Hidráulico

##### 4.1.4.1 Ancho estable teórico del cauce

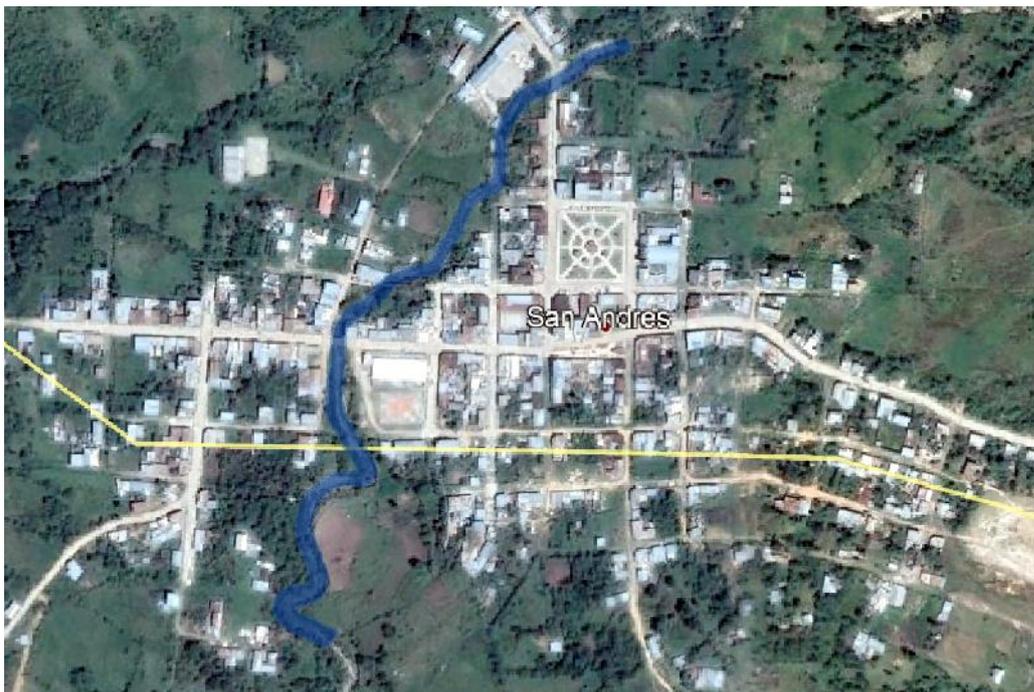
En lo que respecta a toda la sección del cauce de río Catis, según la topografía tenemos una variedad de anchos, los cuales van desde los 8 metros hasta los 25 metros. Por lo que para el adecuado cálculo de las estructuras se consideró un ancho estable de 12 metros.

Se tendrá en cuenta que en algunas zonas se considerará el ancho existen en el cauce del río Catis.

##### 4.1.4.2 Modelamiento del río Catis, situación con Proyecto

Después de haber analizado el proyecto en el HEC RAS, con un caudal de  $92.40 \text{ m}^3/\text{s}$  incluyéndole las estructuras de protección (muros de gaviones y de concreto armado), se observa que los sistemas de protección planteados si cumplen las expectativas, dando así un gran realce al proyecto ya que será de gran beneficio.

El modelamiento obtenido se presenta en las siguientes imágenes:



**Fig. 75. VISTA SATELITAL DEL MODELAMIENTO CON PROYECTO**

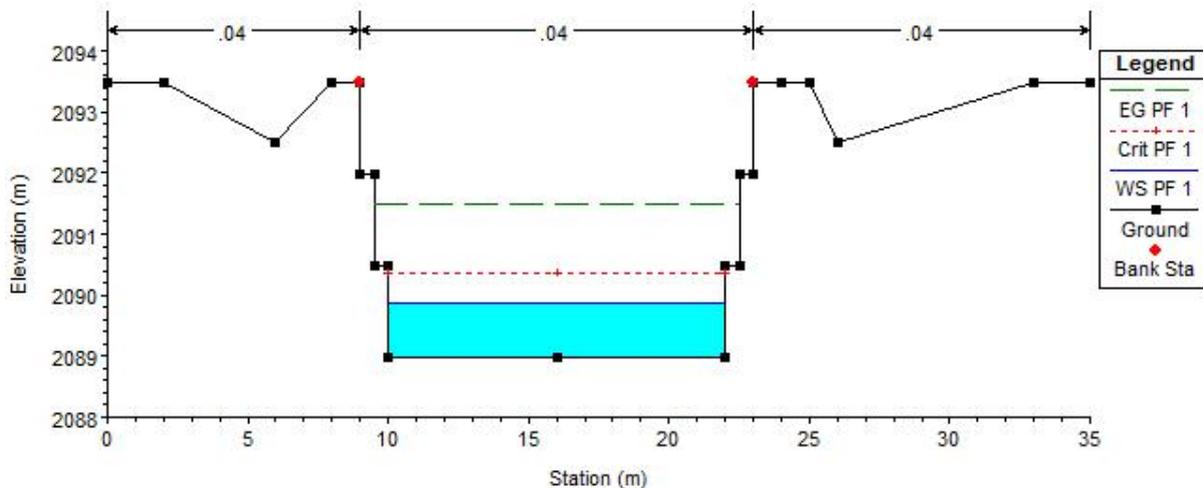


Fig. 76. SECCIÓN TRANSVERSAL CON MURO DE GAVIONES 1

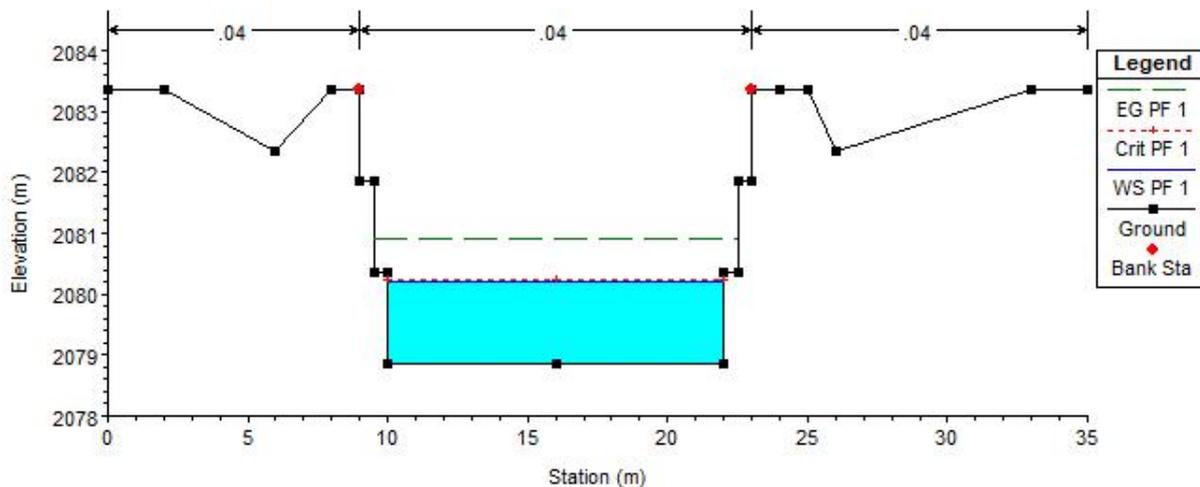


Fig. 77. SECCIÓN TRANSVERSAL CON MURO DE GAVIONES 2

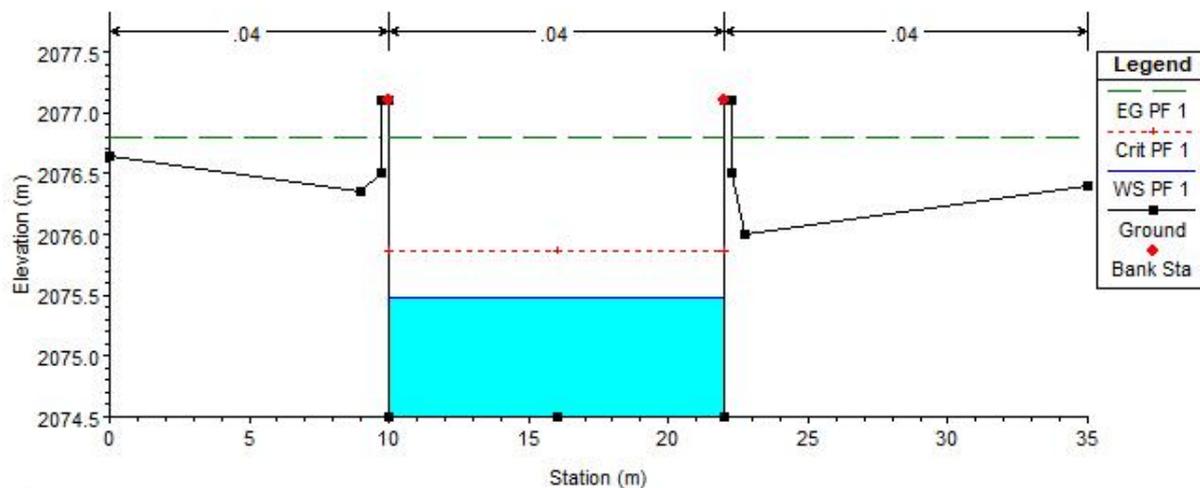


Fig. 78. SECCIÓN TRANSVERSAL CON MURO DE CONCRETO ARMADO 1

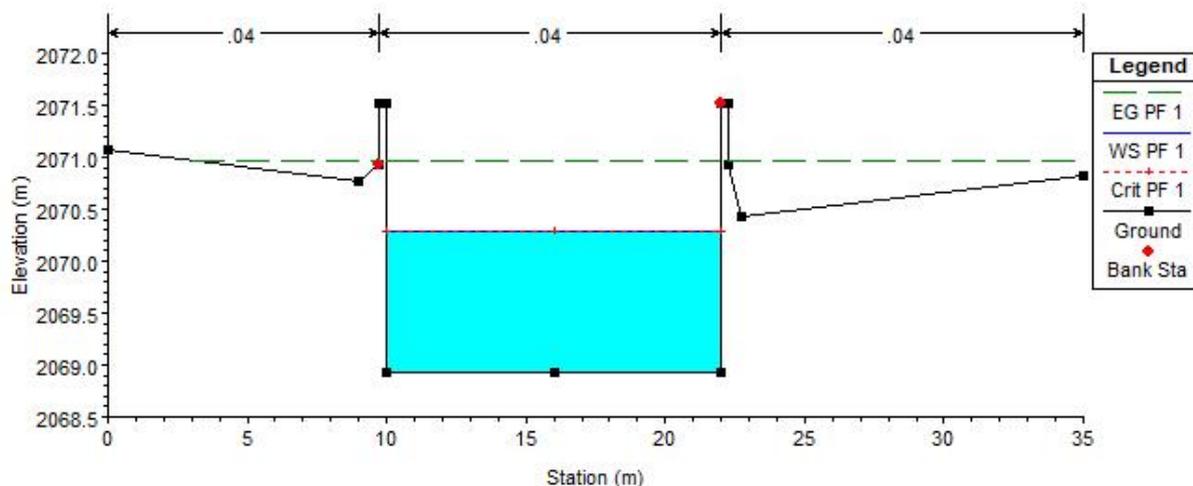


Fig. 79. SECCIÓN TRANSVERSAL CON MURO DE CONCRETO ARMADO 2

#### 4.1.5 Diseño Hidráulico Estructural

Estos se detallan en la sección de anexo de planos.

#### 4.1.6 Costos, Presupuesto y Programación de Obra

##### 4.1.6.1 Presupuesto

El costo Directo de la Obra es de S/ 6'669,244.82.

##### 4.1.6.2 Programación de Obra

El tiempo de ejecución de la Obra es de 141 días Calendarios.

### 4.2 DISCUSIÓN

#### 4.2.1 Estudio hidrológico

Para hallar el caudal de diseño se recurrió a realizar dos procedimientos, las cuales son el cálculo de del caudal por el método racional modificado y el cálculo de sección pendiente; en lo que concierne al método de sección pendiente se realizó por el motivo de que en la cuenca de estudio no se encuentra ningún registro de datos hidrológicos ni meteorológicos, lo que se procedió a realizar, es buscar una similitud de las cuencas más cercas obteniendo a cuatro estaciones las cuales los datos fueron brindados por SENAMHI, para luego extrapolar los datos por el método de isoyetas, haciendo uso del programa Argos, para mayor precisión en el cálculo.

Para determinar el caudal de diseño, por el Método de Sección – Pendiente, se tuvo que realizar primero la topografía lo más detallada posible, en especial se tuvo que coger un tramo donde no haya sufrido erosiones excesivas y que sean en tramo recto, donde su largo sea seis veces más que el ancho, en la que la topografía se realizó tomando en cuenta la sección del río

en su propio estado ( nivel mínimo) y en se realizó la observación detalla en los taludes de este para poder identificar el máximo nivel del agua, donde también se le realizo el levantamiento.

Para la obtención del caudal de diseño he optado por el promedio de los dos métodos para así ser más precisos en el diseño de la estructura a plantear, que viene a ser un tramo de muro de contención y los otros tramos con muro de enrocado.

#### **4.2.2 Estudio topográfico**

Se determinó de que la pendiente es un poco elevada y por lo tanto tendrá influencia significativa en el modelamiento hidráulico, ya que el agua produciría mayor socavación y erosión en la sección de río, así mismo se realizaron el seccionamiento de un tramo de 75 metros para lo que es el método de sección pendiente, en las que fueron procesadas en Civil 3D, y se ve que hay una variación en los anchos del río lo cual se tendría que tener en cuenta el cálculo de las estructuras y el proceso constructivo, ya que, al ser una superficie no uniforme, pero con cualidades estratigráficas semejantes en toda su extensión, los niveles de corte y relleno se tendrían que tener en cuenta.

#### **4.2.3 Estudio mecánico de suelos**

Las características obtenidas de las calicatas son muy equivalentes entre sí, debido a que los estratos en todo el tramo de estudio del Río Catis poseen los mismos estratos. Lo cual esto nos facilitó considerablemente el cálculo de la profundidad de socavación al realizarse un solo análisis en todo el ámbito de estudio.

#### **4.2.4 Estudio de impacto ambiental**

Los resultados obtenidos de la Matriz de Leopold, hacen que el estudio sea viable, ya que el puntaje final obtenido de los impactos para el proceso de construcción es de bajo nivel de daño. Las medidas de prevención de acuerdo a cada partida se serán seguras a medida que se cumpla la normativa legal.

## V. CONCLUSIONES

Del Estudio Topográfico y las exigencias del proyecto se concluye que la longitud total a intervenir es de 0+681 km y su Perfil longitudinal del río nos muestra que tiene pendientes fuertes en pequeños tramos antes de llegar a la ciudad, los cuales son típicas de relieves de ríos de la sierra.

Los suelos encontrados en la zona del proyecto, están clasificados según el sistema de clasificación SUCS (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS), en la que pudimos encontrar en todo el trayecto grava pobremente graduada con arenas (GP), gravas limosas (GM), arenas limosas (SM), arenas arcillosas (SC), arcilla de baja plasticidad (CL), no pudiendo encontrarse el nivel freático hasta la profundidad excavada (entre los 2.10 m a 2.80 m). El terreno a cimentar según los estudios de mecánica de suelos, tienen una capacidad portante mayor a los  $0.93 \text{ kg/cm}^2$

Las precipitaciones promedio anuales de las estaciones de Cutervo, Querocotillo, Hacienda Pucará y Jaén son de: 70.25 mm, 86.65 mm, 93.64 mm, 106.97 en el orden correspondiente, pudiéndose obtener un caudal de diseño para un periodo de retorno de 100 años es de 92.40 m<sup>3</sup>/s.

El presupuesto de la construcción del proyecto de encauzamiento del Río Catis es de S/. 6,669,244.82 (Seis millones seiscientos sesenta y nueve mil doscientos cuarenta y cuatro con 82/100 soles)

Se concluye que las dos propuestas de defensa ribereña tanto el muro de gaviones como el muro de concreto armado son soluciones viables para la zona del distrito de San Andres y teniendo en cuenta la construcción en ambos márgenes del río Catis, se plantea muro de gaviones en los kilómetros 0+000 a 0+180 del tramo estudiado en el cual se cuenta con el espacio necesario para su construcción, y en los kilómetros 0+180 hasta 0+681 se plantea el muro de concreto armado ya que estamos en el centro de la ciudad y las viviendas aledañas se encuentran en el límite de los márgenes del río

Se concluye que el presente proyecto de gran importancia para la población Sanandresina, ya que ayudaría a la protección de las vidas de los moradores que se encuentran viviendo en los márgenes del río, también ayudaría en la mejora del impacto visual, ya que es una ciudad turística, al encontrarse dentro de la zona del Primer Parque Nacional del Perú.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda la Implementación de estaciones pluviométricas e hidrometeorológicas asociadas a sistemas automáticos de registro de datos y respectivo mantenimiento a las existentes en la zona de estudio para su uso en modelos de predicción y un manejo más adecuado de información.

Se recomienda realizar el levantamiento topográfico en épocas de bajas avenidas para que las secciones y perfiles del río puedan ser halladas con mayor facilidad.

Se recomienda usar equipo de alta precisión para obtener información más rápida y que sea confiable, aunque genere un mayor gasto (Estación Total).

Se recomienda hacer una exploración en las calicatas a una profundidad mayor a 2.5 m, para el cálculo de estructuras que requieran una cimentación con terrenos más consolidados.

Del estado actual del cauce del río se recomienda la descolmatación de sedimentos y vegetación arbórea.

Se recomienda la construcción de la defensa ribereña en ambos márgenes del río Catis, don se emplee muro de gaviones en los kilómetros 0+000 a 0+180 ya que se encuentra en zonas de cultivos y en los kilómetros 0+180 hasta 0+681 muro de concreto armado ya que estamos en el centro de la ciudad y las viviendas aledañas se encuentran en el límite de los márgenes del río

Se recomienda la construcción de una defensa ribereña, lo más próximo posible ya que nos encontramos en una localidad de bastante presencia de lluvias durante todo el año, el cual constantemente el río va erosionando los márgenes, generando inestabilidad en los taludes y de esta manera afectando a las viviendas aledañas.

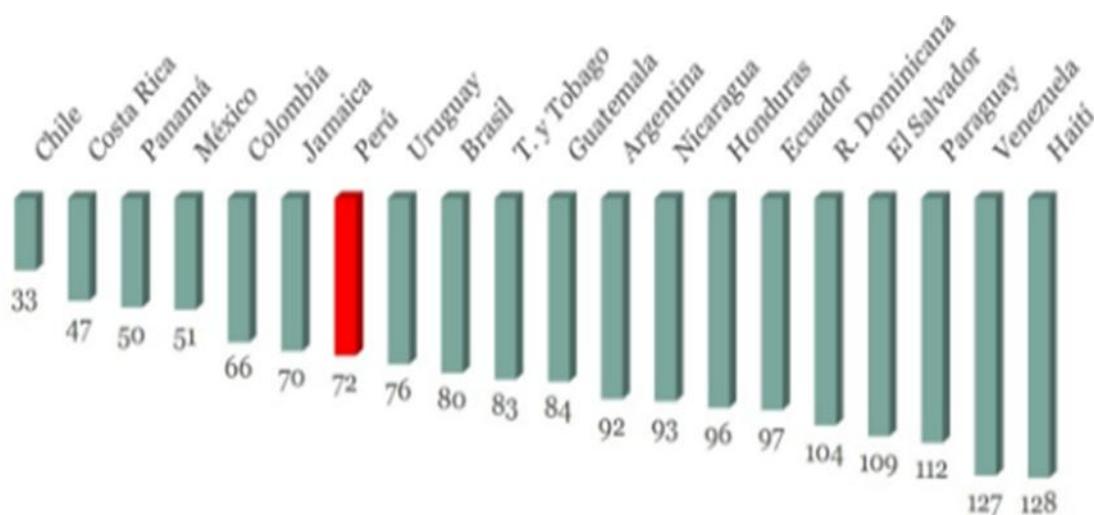
## VII. LISTA DE REFERENCIAS

- [1] 20 minutos, Edición España, «Tierra Viva,» *La ONU cifra en 335 los desastres naturales al año por fenómenos climáticos y 30.000 sus muertos*, 23 Setiembre 2015.
- [2] INDECI, «INDECI registra desborde de 60 ríos en 19 departamentos del país.,» *Los Andes*, 10 Febrero 2012.
- [3] W. E. F. WEF, «INFORME GLOBAL DE COMPETITIVIDAD 2017-2018,» 26 Setiembre 2017.
- [4] INEI, «Instituto Nacional de Estadística e Informática – Censo Nacional 2009,» 2009.
- [5] INEI, «IV CENSO NACIONAL AGROPECUARIO 2012.,» 2012.
- [6] A. Rocha Felices, «La morfología fluvial y su incidencia en la estabilidad de las obras viales,» de *VIII Congreso Internacional Obras de Infraestructura Vial*, Lima, 2009.
- [7] E. Gonzalo y C. Escobar, *Mecánica de Suelos*, Colombia, 2002.
- [8] J. Bravo Granda y N. León Cadena, *Metodología para la estabilización del cauce de un río de llanura para la protección de puentes*, Pontificia Universidad Católica Del Ecuador, Facultad de Ingeniería , 2011.
- [9] M. Ing. Villon Béjar, *Hidrología*, 2 ed., Lima: Editorial Villón, 2002.
- [10] N. Aguirre M, *Manual para el Manejo sustentable de cuencas Hidrográficas.*, Universidad Nacional de Loja, 2007.
- [11] J. R. John Soto, *Protección y estabilización de taludes para evitar deslizamientos*, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, 2011.
- [12] O. O. FLORES APAZA, *Propuesta y Análisis de Diseño de Defensas Ribereñas en el Río Ilave Zona Rural C.P. Santa Rosa de Huayllata-Ilave*, Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, 2015.
- [13] O. E. CÁRDENAS OSPINA , *Estudios y Diseños De Las Obras De Protección De Orillas En La Margen Izquierda Del Río Cauca En El Sector Candelaria En El Distrito De Riego Roldanillo – La Unión - Toro*, Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería, 2012.
- [14] INGEMMET, «Estudio Geológico Económico De Rocas y Minerales Industriales De La Región Cajamarca,» 2015. [En línea]. Available: <https://bit.ly/2Vzsn91>.
- [15] Ministerio de Transportes y Comunicaciones., *Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje.*, Lima.
- [16] D. L. República, «Estudio reciente revela que puentes se cayeron por estar mal diseñados,» 28 Abril 2017.
- [17] INEI, «Instituto Nacional de Estadística e Informática – Censo Nacional 2007,» 2007.
- [18] Conocemos la Tierra, «Erosión fluvial,» 2013. [En línea]. Available: <https://bit.ly/2H2Qk4D>.
- [19] Maccaferri, «Obras Fluviales,» *Defensas Ribereñas y obras transversales, Necesidades y Soluciones*, p. 20.
- [20] SERNANP, «Plan Maestro del Parque Nacional de Cutervo,» Cutervo, 2010.
- [21] Parque y Grama, «Tipos de gaviones y sus características más relevantes,» 18 10 2017. [En línea]. Available: <https://www.parqueygrama.com/tipos-de-gaviones/>.
- [22] L. M. K. ALVARO AGUILAR y L. A. HENRIQUEZ FASANANDO, *Diseño Hidráulico Y Estructural De Defensa Ribereña Del Río Chicama Tramo Puente Punta*

Moreno – Pampas De Jaguey Aplicando El Programa River, Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería, 2014.

- [23] L. Coutiño, Metodología Integral para la estimación y mitigación de la erosión marginal en ríos, Universidad Nacional Autónoma de México, Tesis de Maestría, 2015.

## VIII. ANEXOS



### Anexo 1. RANKING LATINOAMÉRICA Y EL CARIBE - IGC 2017-2018.

FUENTE: WEF-Informe Global de Competitividad 2017-2018

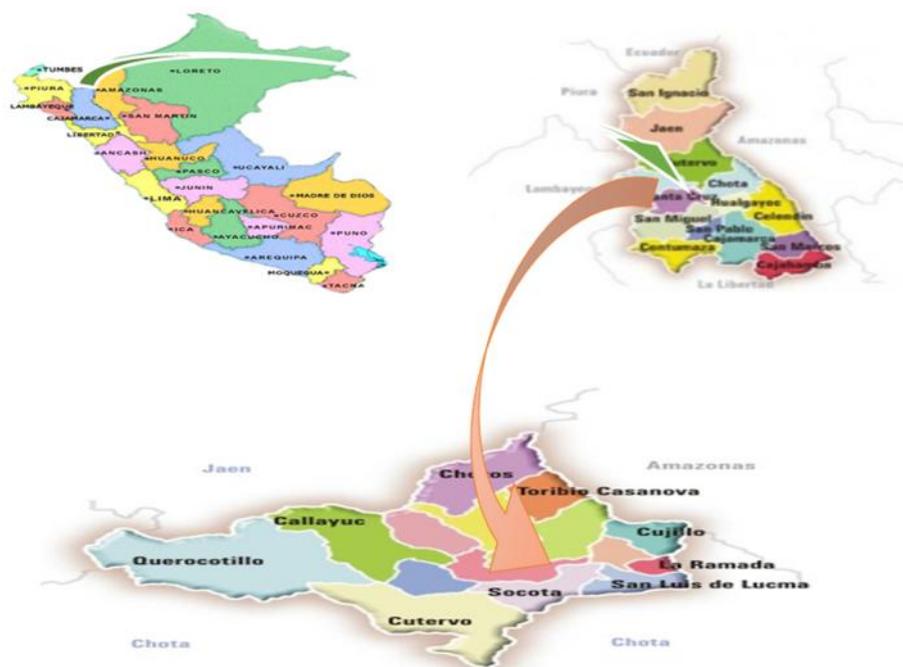
Pilares	2017-2018		2016-2017	
	Posicion	Valor	Posicion	Valor
1. Instituciones	116	3.2	106	3.4
2. Infraestructura	86	3.8	89	3.6
3. Entorno macroeconómico	37	5.4	33	5.4
4. Salud y Educación primaria	93	5.4	98	5.3
5. Educación superior y capacitación	81	4.1	80	4.1
6. Eficiencia de mercado de bienes	75	4.3	65	4.4
7. Eficiencia del mercado laboral	64	4.3	61	4.3
8. Desarrollo del mercado financiero	35	4.5	26	4.7
9. Preparación tecnológica	86	3.7	88	3.6
10. Tamaño de mercado	48	4.5	48	4.4
11. Sofisticación en materia de negocios	80	3.8	78	3.8
12. Innovación	113	2.8	119	2.8

1 a 60
61 a 80
81 a 137

### Anexo 2. EVOLUCIÓN DE PERÚ EN LOS 12 PILARES DE LA COMPETITIVIDAD

FUENTE: WEF-Informe Global de Competitividad 2017-2018



### Anexo 3. REFERENCIA DEL DISTRITO CON RESPECTO AL PERU

FUENTE: Elaboración propia

	Año	Población
SAN ANDRES DE CUTERVO	2000	5,946
	2001	5,918
	2002	5,887
	2003	5,851
	2004	5,814
	2005	5,774
	2006	5,732
	2007	5,689
	2008	5,643
	2009	5,594
	2010	5,543
	2011	5,491
	2012	5,436
	2013	5,379
	2014	5,320
2015	5,259	

### Anexo 4. POBLACIÓN DE SAN ANDRÉS AÑO 2000-2015

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática 2015

## Principales Indicadores

Acceso a agua potable (red pública)	290 Viv.
Total mujeres	2 592 Pers.
Total hombres	2 667 Pers.
Alfabetismo	4 003 Pers.
Superficie	133.4 Km2
Pobreza	36.9 %
Acceso a telefonía fija	15.0 %
Población estimada	5 259 Pers.
PEA	1 499 Pers.
Desnutrición crónica (<5 años)	45.7 %

### Anexo 5. PRINCIPALES INDICADORES DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI

Ubigeo	Departamento, Provincia y Distrito	Sufijo Distrito		Proyección de población 2015 1/	Intervalo de Confianza al 95% de la Pobreza Total	
		Agrupados	Desagregados		Inferior	Superior
060602	Callayuc	00	0	10 321	65,6	80,6
060603	Choros	00	0	3 599	70,1	85,8
060604	Cujillo	00	0	3 033	69,8	93,1
060605	La Ramada	00	0	4 855	80,6	93,7
060606	Pimpingos	00	0	5 767	69,7	86,1
060607	Querocotillo	00	0	16 988	81,6	90,7
060608	San Andrés de Cutervo	00	0	5 259	62,8	79,3
060609	San Juan de Cutervo	00	0	2 005	65,1	83,1
060610	San Luis de Lucma	00	0	4 041	69,2	89,8
060611	Santa Cruz	00	0	2 936	75,7	89,6
060612	Santo Domingo De La Capilla	00	0	5 643	70,0	90,4
060613	Santo Tomás	00	0	7 988	78,3	87,9
060614	Socota	00	0	10 747	68,2	84,9
060615	Torbio Casanova	00	0	1 294	62,7	82,5

### Anexo 6. POBLACIÓN, CONDICIÓN DE POBREZA POR INTERVALOS DE CONFIANZA, SEGÚN DISTRITO, 2013

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI - Mapa de Pobreza Distrital 2013

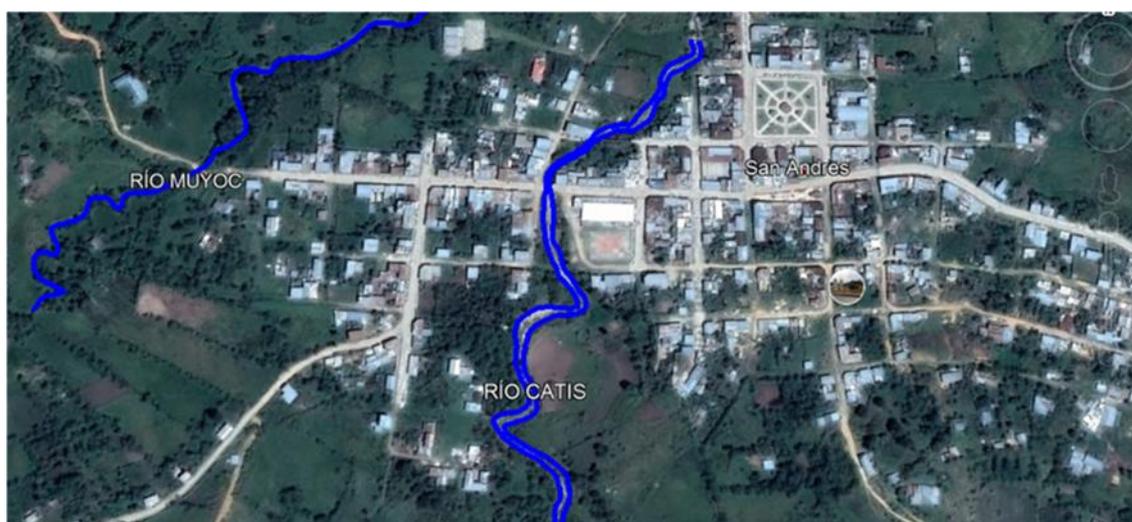
## POBLACION ESCOLAR EN EL DISTRITO DE SAN ANDRES

NIVEL	ZONA	CIFRAS ABSOLUTA	%
I. E P N° 10340	RURAL	230	53%
	URBANO	205	47%
	TOTAL	435	100%

NIVEL	ZONA	CIFRAS ABSOLUTA	%
I.E.S. JOSE CARLOS MARIATEGUI.	RURAL	180	56%
	URBANO	140	44%
	TOTAL	320	100%

**Anexo 7 POBLACIÓN ESCOLAR DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS**

FUENTE: Elaboración propia

**Anexo 8 RÍOS QUE PASAN POR LA CIUDAD DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS**

FUENTE: Elaboración propia

## RED VIAL DE LA PROVINCIA DE CUTERVO

DISTRITO	DISTANCIA
CUTERVO	0+000.00 km
CALLAYUC	0+079.00 km
CHOROS	0+160.00 km
CUJILLO	0+143.00 km
LA RAMADA	0+078.00 km
PIMPINGOS	0+098.00 km
QUEROCOTILLO	0+080.00 km
<b>SAN ANDRÉS DE CUTERVO</b>	<b>0+052.00 km</b>
SAN JUAN DE CUTERVO	0+105.00 km
SAN LUIS DE LUCMA	0+037.00 km
SANTA CRUZ	0+097.00 km
SANTO DOMINHO DE LA CAPILLA	0+040.00 km
SANTO TOMAS	0+076.00 km
SÓCOTA	0+025.00 km
TORIBIO CASANOVA	0+113.00 km

**Anexo 9 RED VIAL DE LA PROVINCIA DE CUTERVO**

FUENTE: Elaboración propia

## Principales Indicadores

Acceso a agua potable (red pública)	290 Viv.
Total mujeres	2 592 Pers.
Total hombres	2 667 Pers.
Alfabetismo	4 003 Pers.
Superficie	133.4 Km2
Pobreza	36.9 %
Acceso a telefonía fija	15.0 %
Población estimada	5 259 Pers.
PEA	1 499 Pers.
Desnutrición crónica (<5 años)	45.7 %

### Anexo 10. PRINCIPALES INDICADORES DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI

## **Anexo 11. ESTUDIO DE SUELOS**



**FOTOGRAFÍA N° 01 Vista de la calicata C-1**



**FOTOGRAFÍA N° 02 Vista de la calicata C-3**



**FOTOGRAFÍA N° 03 Vista de la calicata C-4**



**FOTOGRAFÍA N° 04 Muestras Obtenidas en campo**



**FOTOGRAFÍA N° 05 Clasificación de muestras en recipientes**



**FOTOGRAFÍA N° 06 Colocación de muestras en el horno**



**FOTOGRAFÍA N° 07 Lavado de las muestras para el ensayo de granulometría**



**FOTOGRAFÍA N° 08 Tamizado de las muestras, para la obtención de la granulometría**



**FOTOGRAFÍA N° 09** Muestra clasificada después del tamizado



**FOTOGRAFÍA N° 10** Preparación de muestra para los ensayos del Limite Líquido y Limite plástico



**FOTOGRAFÍA N° 11 Utilización de la Cuchara de Casagrande para la obtención de Límite Líquido**



**FOTOGRAFÍA N° 13 ensayo de Límite plástico**

# **CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS Y AASTHO**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

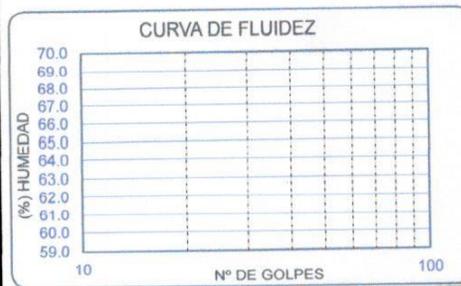
**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN:** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 1

Muestra: M-1

Profundidad: 0.00m. - 0.40m.

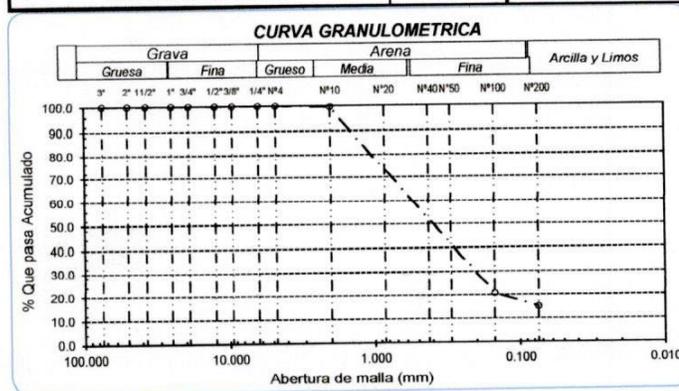
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido Acumulados	% Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
Nº 4	4.750	0.0	100.0
Nº 10	2.000	0.4	99.6
Nº 20	0.850	1.8	98.2
Nº 50	0.300	59.0	41.0
Nº 100	0.150	79.4	20.6
Nº 200	0.075	85.0	15.0



% Grava	G.G. %	0.0	0.0
	G.F. %	0.0	
% Arena	A.G. %	0.4	85.0
	A.M. %	34.4	
	A.F. %	50.2	
% Arcilla y Limo		15.0	15.0
<b>Total</b>			100.0

Limite liquido (LL)	NP
Limite Plastico (LP)	NP
Indice Plastico (IP)	NP
Clasificación (S.U.C.S.)	<b>SM</b>
Descripción del suelo	<b>Arena limosa</b>
Clasificación (AASHTO)	<b>A-2-4 (0)</b>
Descripción	
<b>Contenido de Humedad</b>	<b>10.16</b>
	<b>BUENO</b>



  
 RIVERA OBLITAS HENRY  
 TÉCNICO DE LABORATORIO





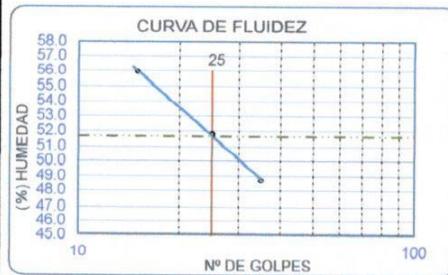
**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CÁTIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN:** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.

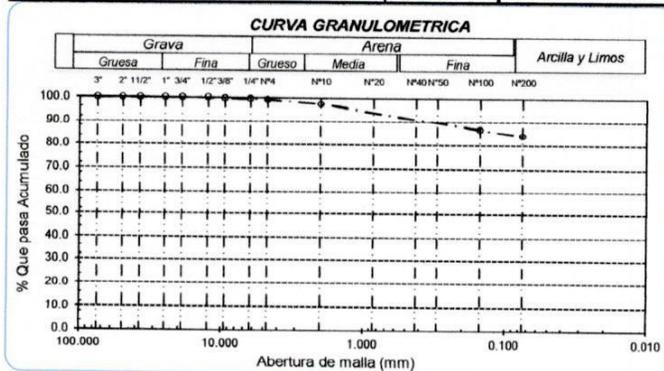
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

**Calicata - 1 Muestra: M-3 Profundidad: 1.00m. - 1.80m.**

Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido Acumulados	% Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.4	99.6
1/4"	6.300	0.6	99.4
Nº 4	4.750	1.0	99.0
Nº 10	2.000	2.9	97.1
Nº 20	0.850	4.9	95.1
Nº 50	0.300	10.0	90.0
Nº 100	0.150	13.2	86.8
Nº 200	0.075	16.0	84.0



Limite líquido (LL)	51.66 (%)
Limite Plástico (LP)	25.97 (%)
Índice Plástico (IP)	25.69 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	<b>CH</b>
Descripción del suelo	<b>Arcilla de alta plasticidad con arena</b>
Clasificación (AASHTO)	<b>A-7-6 (17)</b>
Descripción	<b>MALO</b>



  
 Rivaldeyra Oblitas Jency  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN:** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. cd.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 1 Muestra: M-4 Profundidad: 1.80m. - 2.30m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido Acumulados	% Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.4	99.6
3/8"	9.500	1.3	98.7
1/4"	6.300	1.9	98.1
Nº 4	4.750	2.4	97.6
Nº 10	2.000	4.6	95.4
Nº 20	0.850	6.5	93.5
Nº 50	0.300	10.6	89.4
Nº 100	0.150	13.0	87.0
Nº 200	0.075	16.3	83.7

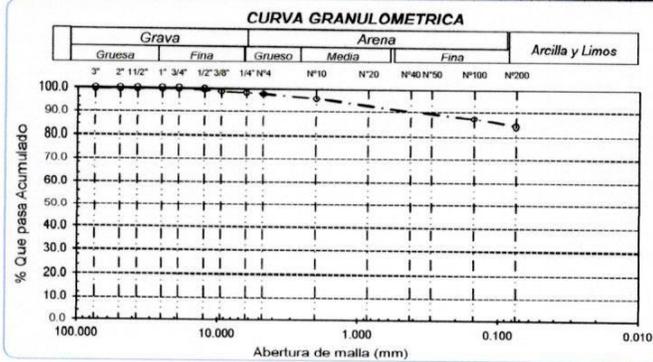
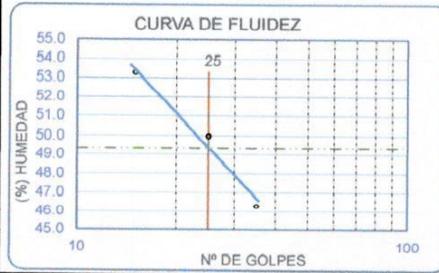
Distribución granulométrica		
% Grava	G.G. %	0.0
	G.F. %	2.4
% Arena	A.G. %	2.2
	A.M. %	5.0
	A.F. %	6.7
% Arcilla y Limo		83.7
<b>Total</b>		100.0

Ensayo de Límite de Atterberg		
Límite líquido (LL)	49.36	(%)
Límite Plástico (LP)	24.42	(%)
Índice Plástico (IP)	24.94	(%)
Clasificación (S.U.C.S.)	CL	
Descripción del suelo	Arcilla de baja plasticidad con arena	
Clasificación (ASHTO)	A-7-6 (16)	
Descripción	MALO	

Contenido de Humedad	
	41.30



*[Handwritten Signature]*  
 RIVANDERGA OBLITAS JENY  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

**ESCUELA:** : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.

**CALICATA** : C-1 ORILLA  
**TIPO DE EXCAVACIÓN** : A CIELO ABIERTO

**Nivel freático :** No se encontro

**REGISTRO DE EXCAVACIÓN**

Profundidad 0.0 (m)	Tipo de Excavación	Muestra N°	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)				
0.00	A C I E L O  A B I E R T O	M-1		SM	Arena Limosa de Color Gris Claro  Límite líquido : NP Índice plástico : NP Humedad natural : 10.16%				
0.40					M-2	GM	Grava Limosa con Arena de Color Marrón Claro  Límite líquido : NP Índice plástico : NP Humedad natural : 5.61%		
0.40							M-3	CH	Arcilla de Alta Plasticidad con Arena de Color Marrón Claro  Límite líquido : 51.66% Índice plástico : 25.97% Humedad natural : 27.84%
1.00									M-4
1.00									
1.80									
1.80									
2.30									

**Observaciones:**

M = Muestra  
 C = Calicata  
 S/M = Sin muestra

  
 Rivadeneira/Oblitas  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CÁTIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN:** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.

**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

**Calicata - 2 Muestra: M-1 Profundidad: 0,00m. - 0,10m.**

Análisis Granulométrico por tamizado			
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido Acumulados	% Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	14.2	85.8
3/8"	9.500	14.6	85.4
1/4"	6.300	16.5	83.5
Nº 4	4.750	17.6	82.4
Nº 10	2.000	20.6	79.4
Nº 20	0.850	22.3	77.7
Nº 50	0.300	30.1	69.9
Nº 100	0.150	40.1	59.9
Nº 200	0.075	47.7	52.3

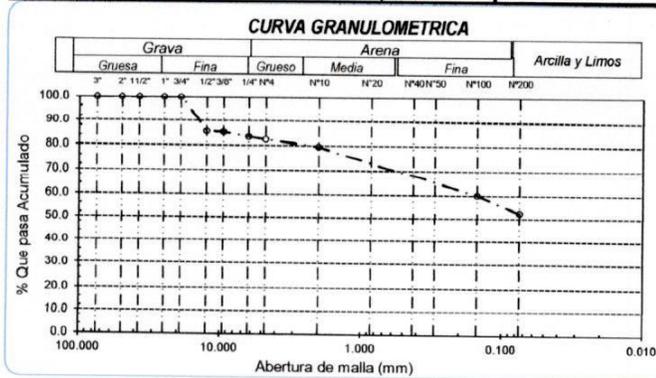
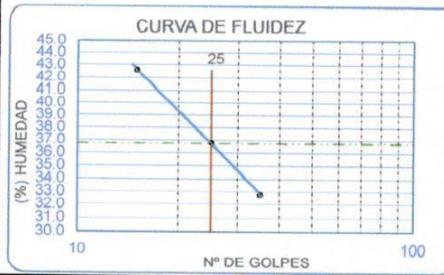
Distribución granulométrica			
% Grava	G.G. %	G.F. %	%
	0.0	17.6	17.6
% Arena	A.G. %	A.M. %	A.F. %
	3.0	5.9	21.2
			30.1
% Arcilla y Limo		52.3	52.3
Total		100.0	100.0

Ensayo de Limite de Atterberg	
Límite líquido (LL)	36.74 (%)
Límite Plástico (LP)	19.70 (%)
Índice Plástico (IP)	17.04 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	CL
Descripción del suelo	Arcilla arenosa de baja plasticidad con grava
Clasificación (AASHTO)	A-6 (6)
Descripción	MALO

Contenido de Humedad	
	23.70



  
 Rivadeneira Oblitas Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO





**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN:** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 2

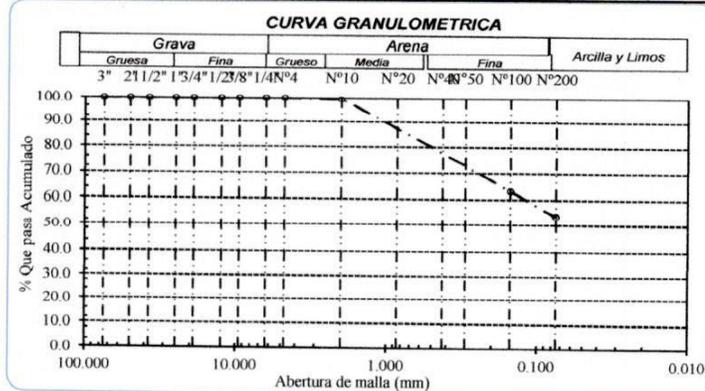
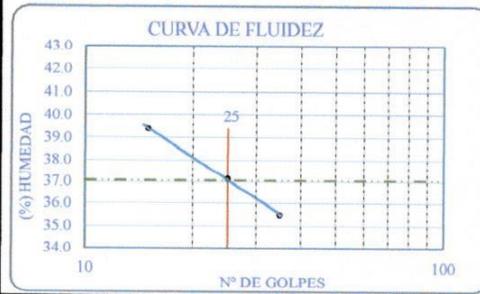
Muestra: M-3

Profundidad: 0.90m. - 1.60m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido Acumulados	% Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	0.7	99.3
N° 20	0.850	2.5	97.5
N° 50	0.300	22.9	77.1
N° 100	0.150	36.8	63.2
N° 200	0.075	46.1	53.9

Distribución granulométrica		Ensayo de Límite de Atterberg	
% Grava	G.G. %	0.0	Límite líquido (LL) 37.08 (%)
	G.F. %	0.0	Límite Plástico (LP) 16.56 (%)
% Arena	A.G. %	0.7	Índice Plástico (IP) 20.52 (%)
	A.M. %	13.7	Clasificación (S.U.C.S.)
	A.F. %	31.7	CL
% Arcilla y Limo		53.9	Descripción del suelo
<b>Total</b>		100.0	<b>Arcilla arenosa de baja plasticidad</b>
			Clasificación (AASHTO)
			A-6 (8)
			Descripción
			<b>MALO</b>



  
 RIVERA OBLITAS, Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN:** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 2

Muestra: M-4

Profundidad: 1.60m. - 2.20m.

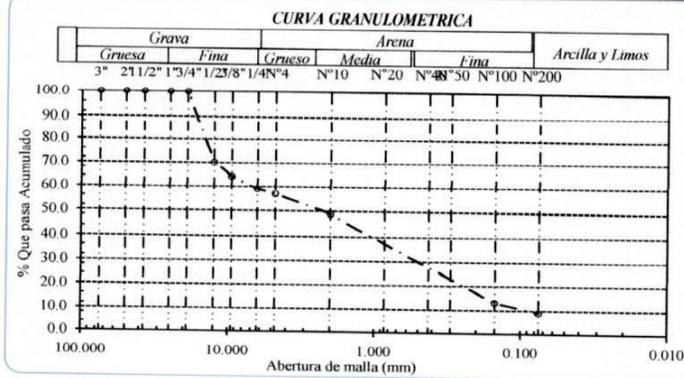
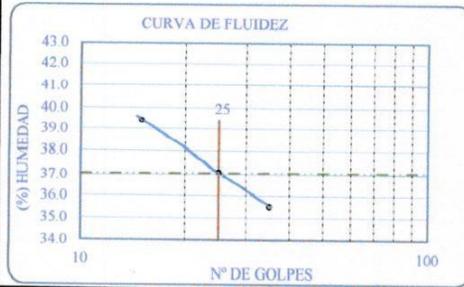
Análisis Granulométrico por tamizado			
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido Acumulados	% Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	29.9	70.1
3/8"	9.500	36.1	63.9
1/4"	6.300	41.0	59.0
Nº 4	4.750	43.0	57.0
Nº 10	2.000	51.0	49.0
Nº 20	0.850	57.2	42.8
Nº 30	0.300	78.0	22.0
Nº 100	0.150	86.8	13.2
Nº 200	0.075	91.0	9.0

Distribución granulométrica			Ensayo de Límite de Atterberg	
% Grava	G.G. %	0.0	Límite líquido (LL)	37.08 (%)
	G.F. %	43.0	Límite Plástico (LP)	16.56 (%)
% Arena	A.G. %	8.0	Índice Plástico (IP)	20.52 (%)
	A.M. %	20.7	Clasificación (S.U.C.S.)	SP-SC
	A.F. %	19.3	Descripción del suelo	Arena pobremente graduada con arcilla y grava
% Arcilla y Limo		9.0	Clasificación (AASHTO)	A-2-6 (0)
<b>Total</b>		100.0	Descripción	REGULAR

Contenido de Humedad	
	25.39



  
 Rivadeneira Oblitas Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

**ESCUELA:** : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.  
**CALICATA** : C-2 ORILLA  
**TIPO DE EXCAVACIÓN** : A CIELO ABIERTO

Nivel freático : No se encontró

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0 (m)	Tipo de Excavación	Muestra Nº	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)				
0.00	A C I E L O  A B I E R T O	M-1		CL	Arcilla de Baja Plasticidad con Arena de Color Gris Claro  Limite líquido : 36.74% Índice plástico : 17.04% Humedad natural : 23.70%				
0.10					M-2	CL	Arcilla Arenosa de Baja Plasticidad de Color Marrón Claro  Limite líquido : 26.69% Índice plástico : 11.52% Humedad natural : 22.73%		
0.90							M-3	CL	Arcilla Arenosa de Alta Plasticidad de Color Marrón Claro  Limite líquido : 37.08% Índice plástico : 20.52% Humedad natural : 24.59%
1.60									M-4
2.20									

**Observaciones:**

M = Muestra  
 C = Calicata  
 S/M = Sin muestra

Rudy de la Cruz Oblitas Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN:** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 3

Muestra: M-1

Profundidad: 0.00m. - 0.50m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido Acumulados	% Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	0.2	99.8
N° 20	0.850	1.6	98.4
N° 50	0.300	58.0	42.0
N° 100	0.150	77.4	22.6
N° 200	0.075	81.5	18.5

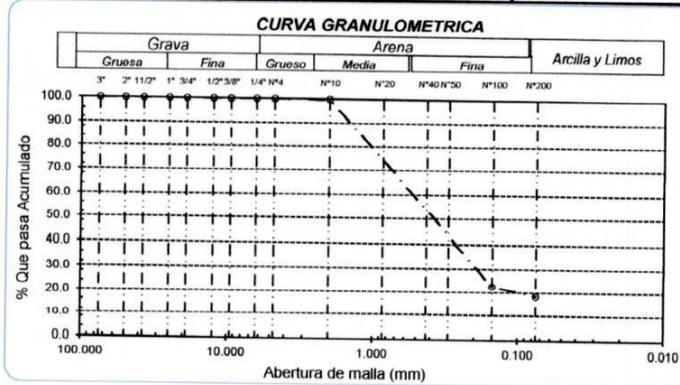
Distribución granulométrica			
% Grava	G.G %	0.0	0.0
	G.F %	0.0	
% Arena	A.G %	0.2	81.5
	A.M %	31.6	
	A.F %	49.7	
% Arcilla y Limo		18.5	18.5
<b>Total</b>		100.0	100.0

Ensayo de Límite de Atterberg	
Límite líquido (LL)	NP
Límite Plástico (LP)	NP
Índice Plástico (IP)	NP
Clasificación (S.U.C.S.)	SM
Descripción del suelo	Arena limosa
Clasificación (AASHTO)	A-2-4 (0)
Descripción	

Contenido de Humedad	
	11.39
	<b>BUENO</b>



*[Handwritten Signature]*  
 RIVERENEGRA Oblitas Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS**  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

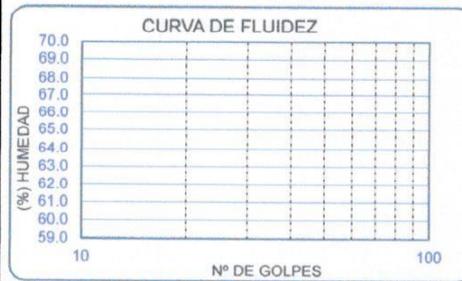
**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CÁTIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN:** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 3

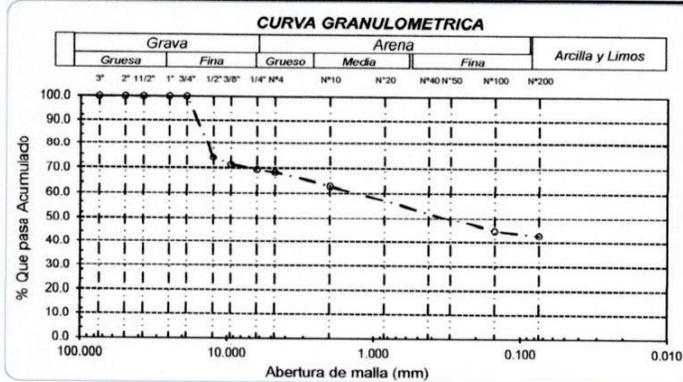
Muestra: M-2

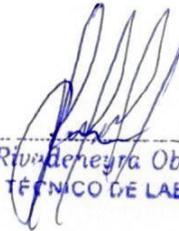
Profundidad: 0.50m. - 1.10m.

Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido Acumulados	% Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	25.2	74.8
3/8"	9.500	28.6	71.4
1/4"	6.300	30.7	69.3
Nº 4	4.750	31.8	68.2
Nº 10	2.000	37.0	63.0
Nº 20	0.850	40.8	59.2
Nº 50	0.300	50.2	49.8
Nº 100	0.150	55.3	44.7
Nº 200	0.075	57.3	42.7



<b>Distribución granulométrico</b>			<b>Ensayo de Límite de Atterberg</b>	
% Grava	G.G. %	0.0	Límite líquido (LL)	NP
	G.F. %	31.8	Límite Plástico (LP)	NP
% Arena	A.G. %	5.2	Índice Plástico (IP)	NP
	A.M. %	11.1	<b>Clasificación (S.U.C.S.)</b>	<b>GM</b>
	A.F. %	9.2	<b>Descripción del suelo</b>	<b>Grava limosa con arena</b>
% Arcilla y Limo		42.7	<b>Clasificación (AASHTO)</b>	<b>A-4 (2)</b>
<b>Total</b>		100.0	<b>Descripción</b>	<b>REGULAR-MALO</b>
<b>Contenido de Humedad</b>		18.89		



  
 Rivaldo Obilias Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN:** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el limite liquido, limite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.I.P. 399.128 : 1999  
 : N.I.P. 399.131  
 : N.I.P. 339.127: 1998

**Calicata - 3 Muestra: M-3 Profundidad: 1.10m. - 1.60m.**

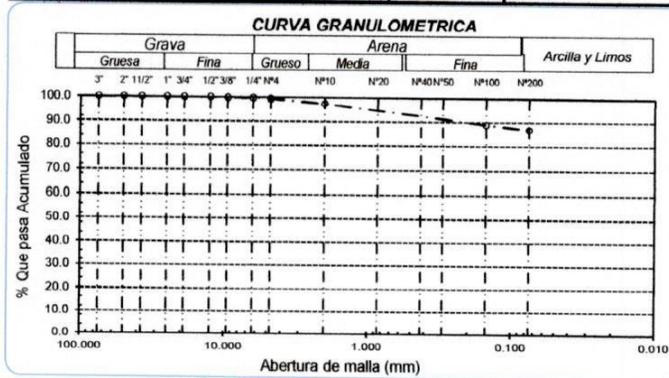
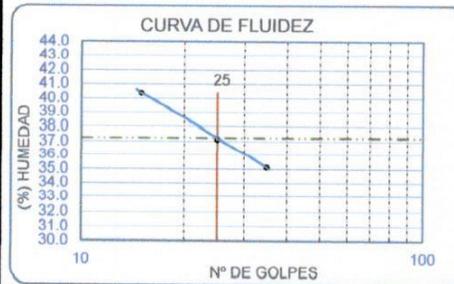
Análisis Granulométrico por tamizado			
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido Acumulados	% Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.2	99.8
1/4"	6.300	0.3	99.7
Nº 4	4.750	0.6	99.4
Nº 10	2.000	2.4	97.6
Nº 20	0.850	4.3	95.7
Nº 50	0.300	9.0	91.0
Nº 100	0.150	11.1	88.9
Nº 200	0.075	13.0	87.0

Distribución granulométrica			Ensayo de Limite de Atterberg	
% Grava	G.G. %	0.0	Limite liquido (LL)	37.21 (%)
	G.F. %	0.6	Limite Plastico (LP)	17.91 (%)
	A.G. %	1.8	Indice Plastico (IP)	19.30 (%)
% Arena	A.M. %	5.0	Clasificación (S.U.C.S.)	CL
	A.F. %	5.6	Descripción del suelo	Arcilla de baja plasticidad
% Arcilla y Limo		87.0	Clasificación (AASHTO)	A-6 (12)
<b>Total</b>		100.0	Descripción	<b>MALO</b>

Contenido de Humedad	
	27.98



  
**Raudeneira Oblitas Henry**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO





**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

**ESCUELA:** : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.  
**CALICATA** : C-3 ORILLA  
**TIPO DE EXCAVACIÓN** : A CIELO ABIERTO

Nivel freático : No se encontro

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0 (m)	Tipo de Excavación	Muestra N°	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.00	A C I E L O  A B I E R T O	M-1		SM	Arena Limosa de Color Gris Claro Límite líquido : NP Índice plástico : NP Humedad natural : 11.39%
0.50 0.50					M-2
1.10 1.10		M-3	CL	Arcilla de Baja Plasticidad de Color Marrón Claro Límite líquido : 37.21% Índice plástico : 19.30% Humedad natural : 27.98%	
1.60 1.60				M-4	CL
2.10					

**Observaciones:**

M = Muestra  
 C = Calicata  
 S/M = Sin muestra

Rivaldo Leyra Oblitas Heni  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

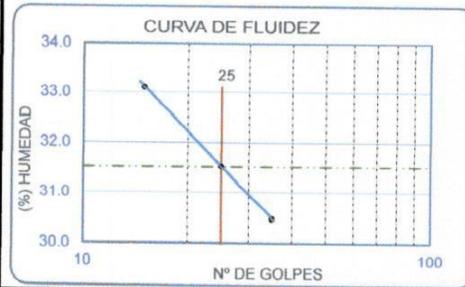
**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN:** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 4

Muestra: M-1

Profundidad: 0.00m. - 0.80m.

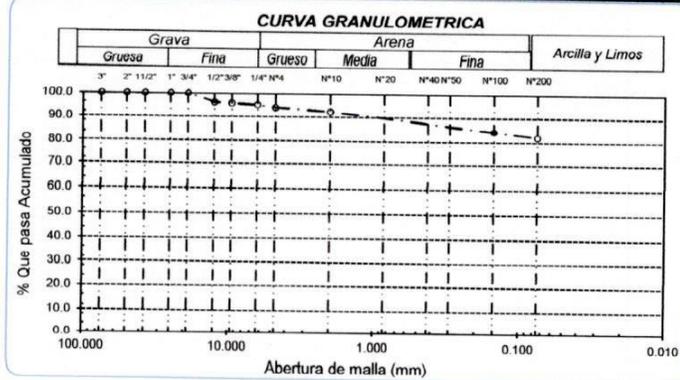
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido Acumulados	% Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	4.0	96.0
3/8"	9.500	4.4	95.6
1/4"	6.300	5.1	94.9
Nº 4	4.750	6.1	93.9
Nº 10	2.000	7.7	92.3
Nº 20	0.850	8.6	91.4
Nº 30	0.300	11.6	88.4
Nº 100	0.150	15.4	84.6
Nº 200	0.075	17.9	82.1



% Grava	G.G. %	G.F. %	A.G. %	A.M. %	A.F. %
	0.0	6.1	1.6	2.5	7.7
% Arena					11.8
% Arcilla y Limo	82.1				82.1
<b>Total</b>					100.0

Límite líquido (LL)	31.52 (%)
Límite Plástico (LP)	14.71 (%)
Índice Plástico (IP)	16.81 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	CL
Descripción del suelo	Arcilla de baja plasticidad con arena
Clasificación (AASHTO)	A-6 (11)
Descripción	MALO



*Rivadeneira Oblitas Henry*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

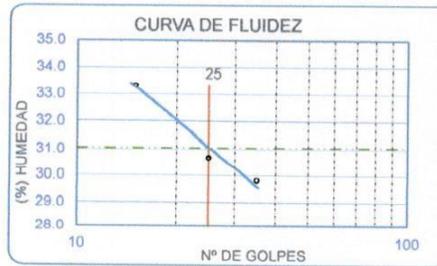
**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN:** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
**NORMA DE REFERENCIA** : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 4

Muestra: M-2

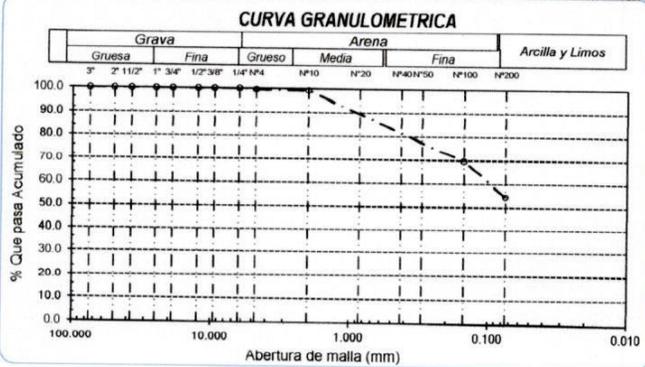
Profundidad: 0.80m. - 1.50m.

Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido Acumulados	% Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
Nº 4	4.750	0.5	99.5
Nº 10	2.000	0.8	99.2
Nº 20	0.850	1.3	98.7
Nº 50	0.300	10.6	89.4
Nº 100	0.150	30.4	69.6
Nº 200	0.075	45.6	54.4



% Grava	G.G. %	0.0	0.5
	G.F. %	0.5	
% Arena	A.G. %	0.3	
	A.M. %	3.7	
	A.F. %	41.1	45.1
% Arcilla y Limo		54.4	54.4
Total		100.0	100.0
Contenido de Humedad		20.48	

Limite líquido (LL)	31.07 (%)
Limite Plástico (LP)	16.88 (%)
Índice Plástico (IP)	14.19 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	CL
Descripción del suelo	Arcilla arenosa de baja plasticidad
Clasificación (AASHTO)	A-6 (6)
Descripción	MALO



Rivindereya Oblitas Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN:** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

**Calicata - 4 Muestra: M-3 Profundidad: 1.50m. - 2.20m.**

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido Acumulados	% Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	0.5	99.5
N° 20	0.850	2.3	97.7
N° 50	0.300	18.9	81.1
N° 100	0.150	29.5	70.5
N° 200	0.075	36.9	63.1

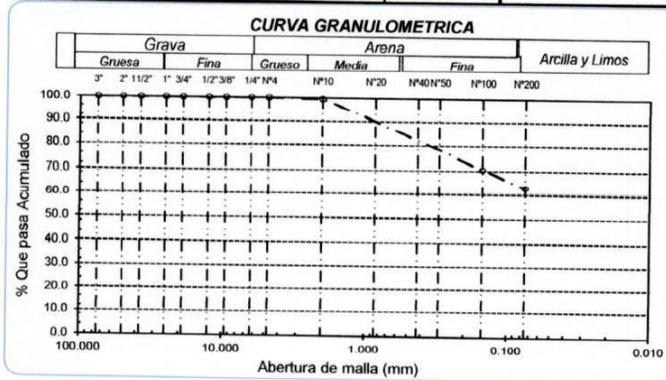
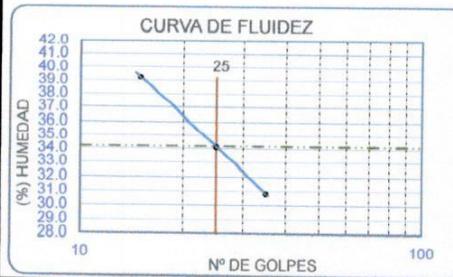
Distribución granulométrica			
% Grava	G.G. %	0.0	0.0
	G.F. %	0.0	
% Arena	A.G. %	0.5	36.9
	A.M. %	11.0	
	A.F. %	25.4	
% Arcilla y Limo		63.1	63.1
Total		100.0	100.0

Ensayo de Límite de Atterberg	
Límite líquido (LL)	34.16 (%)
Límite Plástico (LP)	19.28 (%)
Índice Plástico (IP)	14.88 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	CL
Descripción del suelo	
Arcilla arenosa de baja plasticidad	
Clasificación (AASHTO)	A-6 (8)
Descripción	
MALO	

Contenido de Humedad	
	16.70



RIVERA MORA Obdías Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO





**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

**ESCUELA:** : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.

**CALICATA** : C-4 ORILLA  
**TIPO DE EXCAVACIÓN** : A CIELO ABIERTO

Nivel freático : No se encontro

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0 (m)	Tipo de Excavación	Muestra N°	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)						
0.00	A C I E L O  A B I E R T O	M-1		CL	Arcilla de Baja Plasticidad con Arena Color Marrón Claro  Límite líquido : 31.52% Índice plástico : 16.81% Humedad natural : 22.68%						
0.80					M-2		CL	Arcilla Arenosa de Baja Plasticidad de Color Marrón Claro  Límite líquido : 31.07% Índice plástico : 14.19% Humedad natural : 20.48%			
0.80								M-3		CL	Arcilla Arenosa de Baja Plasticidad de Color Marrón Claro  Límite líquido : 34.16% Índice plástico : 14.88% Humedad natural : 16.70%
1.50											M-4
1.50											
2.20											
2.20											
2.80											

**Observaciones:**

M = Muestra  
 C = Calicata  
 S/M = Sin muestra

Rivalerya Obitas Jentz  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



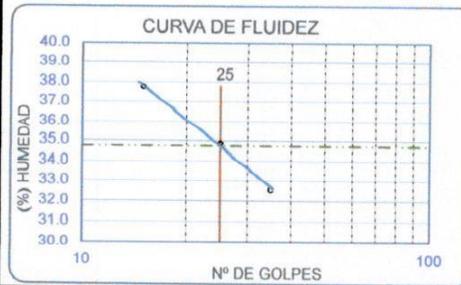
**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN:** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 5

Muestra: M-1

Profundidad: 0.00m. - 0.80m.

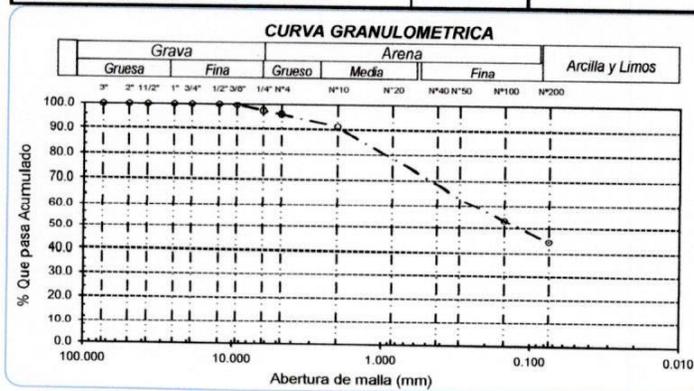
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido Acumulados	% Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.3	99.7
1/4"	6.300	2.5	97.5
Nº 4	4.750	3.8	96.2
Nº 10	2.000	9.0	91.0
Nº 20	0.850	14.1	85.9
Nº 30	0.300	32.1	67.9
Nº 100	0.150	46.7	53.3
Nº 200	0.075	55.9	44.1



% Grava	G.G. %	G.F. %	3.8
% Arena	A.G. %	5.2	52.1
	A.M. %	15.4	
	A.F. %	31.5	
% Arcilla y Limo	44.1	44.1	44.1
<b>Total</b>			100.0

Límite líquido (LL)	34.71 (%)
Límite Plástico (LP)	18.06 (%)
Índice Plástico (IP)	16.65 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	SC
Descripción del suelo	Arena arcillosa
Clasificación (AASHTO)	A-6 (4)
Descripción	MALO



*[Handwritten Signature]*  
 Ríos de negra Oblitas Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS**  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

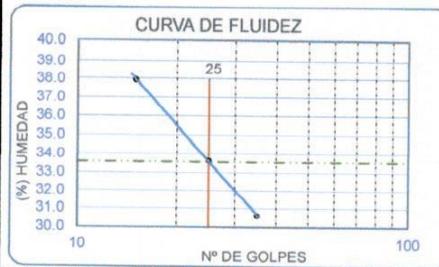
**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN:** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 5

Muestra: M-2

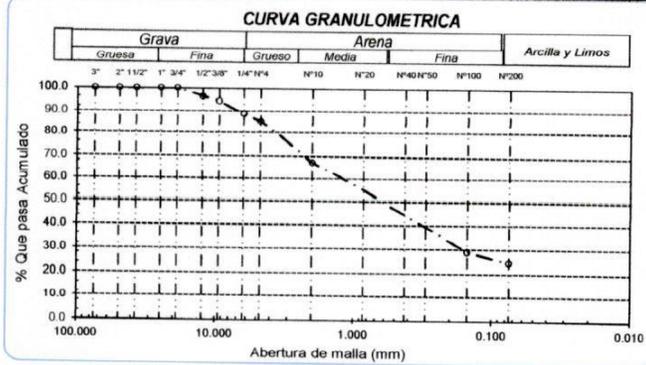
Profundidad: 0.80m. - 1.40m.

Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido Acumulados	% Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	3.8	96.2
3/8"	9.500	5.7	94.3
1/4"	6.300	11.5	88.5
Nº 4	4.750	14.8	85.2
Nº 10	2.000	32.5	67.5
Nº 20	0.850	46.3	53.7
Nº 50	0.300	64.3	35.7
Nº 100	0.150	71.0	29.0
Nº 200	0.075	75.4	24.6



% Grava	G.G. %	14.8
% Arena	G.F. %	17.7
	A.M. %	27.3
	A.F. %	15.6
% Arcilla y Limo	24.6	24.6
<b>Total</b>		<b>100.0</b>
<b>Contenido de Humedad</b>		<b>17.55</b>

Límite líquido (LL)	33.57 (%)
Límite Plástico (LP)	20.13 (%)
Índice Plástico (IP)	13.44 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	SC
Descripción del suelo	<b>Arena arcillosa</b>
Clasificación (AASHTO)	A-2-6 (0)
Descripción	<b>REGULAR</b>



  
 Rivaldeyra Oblitas Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN:** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 399.127: 1998

Calicata - 5

Muestra: M-3

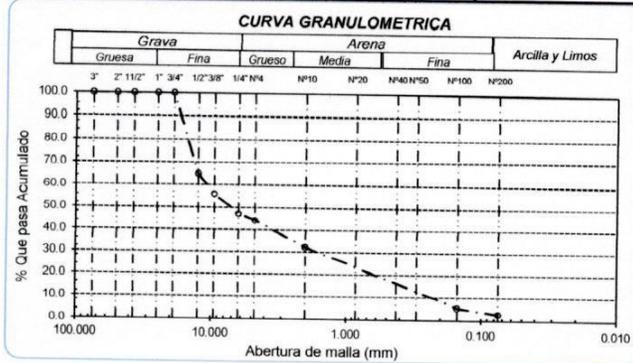
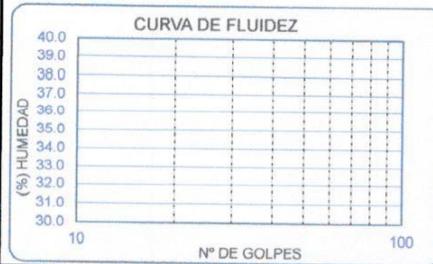
Profundidad: 1.40m. - 2.20m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido Acumulados	% Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	35.1	64.9
3/8"	9.500	43.9	56.1
1/4"	6.300	52.8	47.2
Nº 4	4.750	55.8	44.2
Nº 10	2.000	67.9	32.1
Nº 20	0.850	75.6	24.4
Nº 50	0.300	89.3	10.7
Nº 100	0.150	94.3	5.5
Nº 200	0.075	97.2	2.8

Distribución granulométrica		Ensayo de Límite de Atterberg	
% Grava	G.G. %	0.0	Límite líquido (LL) NP
	G.F. %	55.8	Límite Plástico (LP) NP
% Arena	A.G. %	12.1	Índice Plástico (IP) NP
	A.M. %	17.8	Clasificación (S.U.C.S.) <b>GP</b>
	A.F. %	11.5	
% Arcilla y Limo		2.8	Clasificación (AASHTO) <b>A-1-a (0)</b>
<b>Total</b>		<b>100.0</b>	Descripción <b>BUENO</b>

**Grava pobremente graduada con arena**



  
 Riva de Negra Oblitas Henrí  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

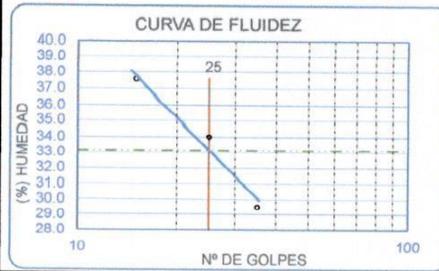
**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN:** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
**NORMA DE REFERENCIA** : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 5

Muestra: M-4

Profundidad: 2.20m. - 2.70m.

Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido Acumulados	% Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	2.5	97.5
1/4"	6.300	5.7	94.3
Nº 4	4.750	7.8	92.2
Nº 10	2.000	15.3	84.7
Nº 20	0.850	21.1	78.9
Nº 50	0.300	35.2	64.8
Nº 100	0.150	45.1	54.9
Nº 200	0.075	54.1	45.9



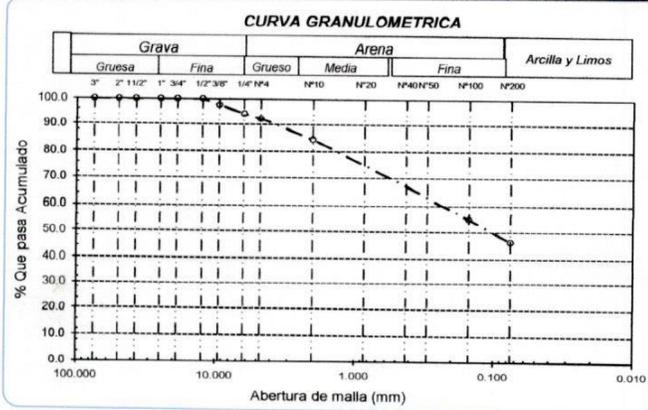
% Grava	G.G. %	G.F. %	A.G. %	A.M. %	A.F. %	Total
	0.0	7.8	7.5	15.2	23.6	45.9
% Arena						46.3
% Arcilla y Limo						45.9
<b>Total</b>						100.0

Límite líquido (LL)	33.13 (%)
Límite Plástico (LP)	17.61 (%)
Índice Plástico (IP)	15.52 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	SC
Descripción del suelo	Arena arcillosa
Clasificación (AASHTO)	A-6 (4)
Descripción	MALO

Contenido de Humedad	27.25
----------------------	-------



  
 Rivaldegre Obllitas Jerry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

**ESCUELA:** : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.  
**CALICATA** : C-5 BORDE  
**TIPO DE EXCAVACIÓN** : A CIELO ABIERTO

**Nivel freático :** No se encontro

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0 (m)	Tipo de Excavación	Muestra N°	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)		
0.00	A C I E L O  A B I E R T O	M-1		SC	Arena Arcillosa de Color Gris Claro  Límite líquido : 34.71% Índice plástico : 16.65% Humedad natural : 16.22%		
0.80 0.80					M-2	SC	Arena Arcillosa de Color Marrón Claro  Límite líquido : 33.57% Índice plástico : 13.44% Humedad natural : 17.55%
1.40 1.40							M-3
2.20 2.20					M-4	SC	
2.70							

**Observaciones:**

M = Muestra  
 C = Calicata  
 S/M = Sin muestra

Dalton Emanuel Joyce Delgado Pérez  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

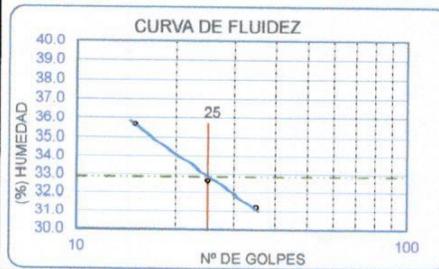
**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN:** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 6

Muestra: M-1

Profundidad: 0.00m. - 0.70m.

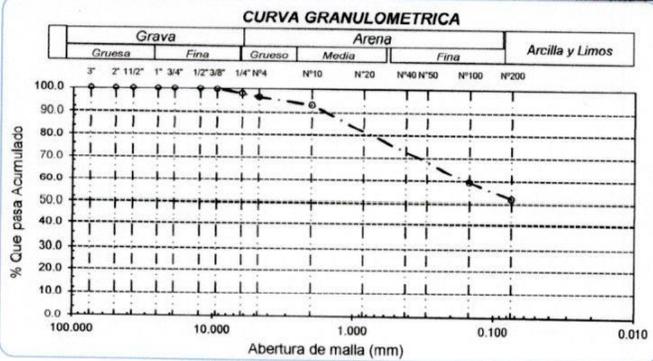
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido Acumulados	% Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.2	99.8
1/4"	6.300	2.2	97.8
Nº 4	4.750	3.8	96.2
Nº 10	2.000	7.0	93.0
Nº 20	0.850	11.2	88.8
Nº 30	0.300	26.9	73.1
Nº 100	0.150	40.7	59.3
Nº 200	0.075	47.9	52.1



% Grava	G.G. %	0.0	3.8
	G.F. %	3.8	
% Arena	A.G. %	3.2	44.1
	A.M. %	13.4	
	A.F. %	27.5	
% Arcilla y Limo		52.1	52.1
Total			100.0

Límite líquido (LL)	32.88 (%)
Límite Plástico (LP)	14.22 (%)
Índice Plástico (IP)	18.67 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	CL
Descripción del suelo	Arcilla arenosa de baja plasticidad
Clasificación (AASHTO)	A-6 (6)
Descripción	MALO



Rivadeneira Oblitas Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



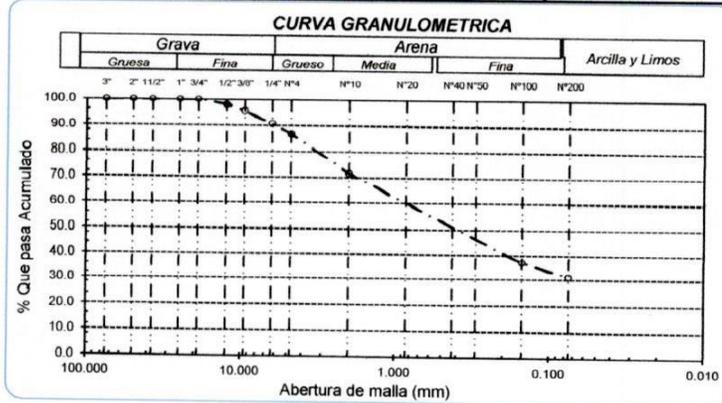
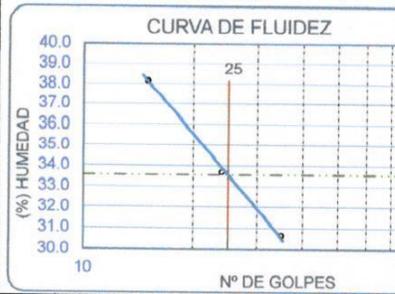
ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
 TESIS : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
 TESIS : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA D ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
 UBICACIÓN: : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓ  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el limite liquido, limite plástico e indic  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suel  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 6 Muestra: M-2 Profundidad: 0.70m. - 1.60m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido Acumulados	% Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	2.1	97.9
3/8"	9.500	4.3	95.7
1/4"	6.300	9.2	90.8
Nº 4	4.750	13.2	86.8
Nº 10	2.000	28.4	71.6
Nº 20	0.850	41.0	59.0
Nº 50	0.300	56.9	43.1
Nº 100	0.150	63.0	37.0
Nº 200	0.075	68.8	31.2

Distribución granulométrico		Ensayo de Límite de Atterberg	
% Grava	G.G. %	0.0	Limite liquido (LL) 33.54
	G.F. %	13.2	Limite Plastico (LP) 16.00
% Arena	A.G. %	15.2	Indice Plastico (IP) 17.54
	A.M. %	23.4	Clasificación (S.U.C.S.)
	A.F. %	17.0	Descripción del suelo
% Arcilla y Limo		31.2	Arena arcillosa
Total		100.0	Clasificación (AASHTO)
Contenido de Humedad		21.35	Descripción
			REGULAR



*[Handwritten Signature]*  
 RIVERA OBLITAS Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

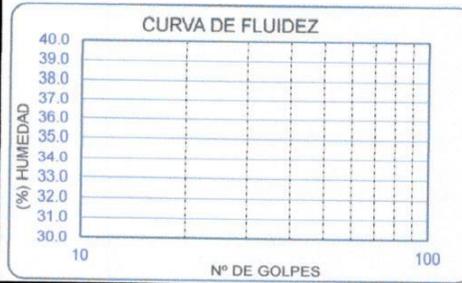
**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN:** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 6

Muestra: M-3

Profundidad: 1.60m. - 2.30m.

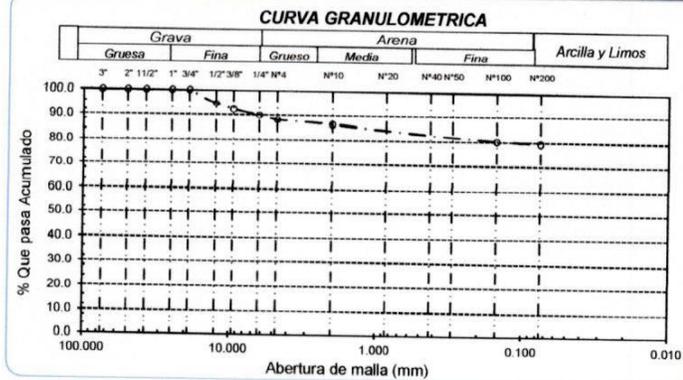
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido Acumulados	% Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	5.2	94.8
3/8"	9.500	7.7	92.3
1/4"	6.300	10.1	89.9
N° 4	4.750	12.1	87.9
N° 10	2.000	13.7	86.3
N° 20	0.850	15.7	84.3
N° 30	0.300	18.3	81.7
N° 100	0.150	19.7	80.3
N° 200	0.075	20.4	79.6



% Grava	G.G. %	G.F. %	12.1
% Arena	A.G. %	1.6	8.3
	A.M. %	3.7	
	A.F. %	3.0	
% Arcilla y Limo	79.6	79.6	100.0
<b>Total</b>			

Límite líquido (LL)	NP
Límite Plástico (LP)	NP
Índice Plástico (IP)	NP
Clasificación (S.U.C.S.)	<b>ML</b>
Descripción del suelo	<b>Limo de baja plasticidad con grava</b>
Clasificación (AASHTO)	A-4 (9)
Descripción	<b>REGULAR-MALO</b>



*[Handwritten Signature]*  
 RIVERA Obilias Aenry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
 TESIS : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
 TESIS : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
 UBICACIÓN: : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 6 Muestra: M-4 Profundidad: 2.30m. - 2.80m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido Acumulados	% Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	2.0	98.0
1/4"	6.300	4.5	95.5
Nº 4	4.750	6.8	93.2
Nº 10	2.000	12.2	87.8
Nº 20	0.850	18.3	81.7
Nº 50	0.300	32.1	67.9
Nº 100	0.150	41.5	58.5
Nº 200	0.075	49.3	50.7

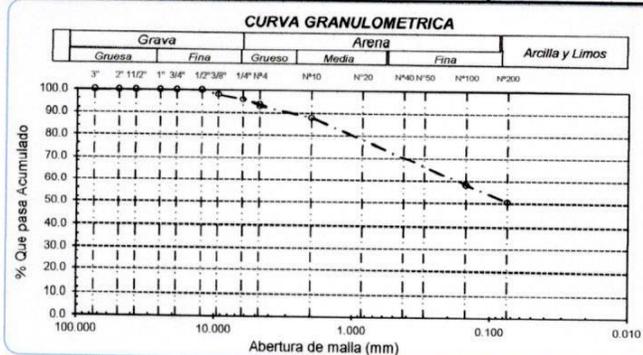
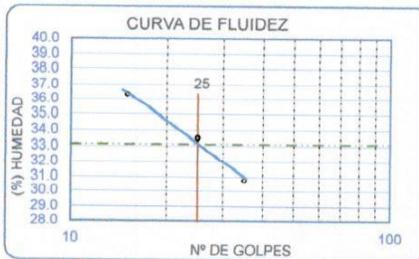
Distribución granulométrica			
% Grava	G.G. %	G.F. %	6.8
% Arena	A.G. %	5.4	42.5
	A.M. %	14.9	
	A.F. %	22.2	
% Arcilla y Limo		50.7	50.7
<b>Total</b>		100.0	100.0

Ensayo de Límite de Atterberg	
Límite líquido (LL)	33.15 (%)
Límite Plástico (LP)	11.48 (%)
Índice Plástico (IP)	21.67 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	CL
Descripción del suelo	Arcilla arenosa de baja plasticidad
Clasificación (AASHTO)	A-6 (7)
Descripción	MALO

Contenido de Humedad	
	22.67



*[Handwritten Signature]*  
 RIVERA Obdías JERRY  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA: : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 TESIS: : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
 TESIS : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.  
 CALICATA : C-6 BORDE  
 TIPO DE EXCAVACIÓN : A CIELO ABIERTO

Nivel freático : No se encontro

**REGISTRO DE EXCAVACIÓN**

Profundidad 0.0 (m)	Tipo de Excavación	Muestra N°	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.00	A C I E L O  A B I E R T O	M-1		CL	Arcilla Arenosa de Baja Plasticidad de Color Gris Claro  Limite líquido : 32.88% Índice plástico : 18.67% Humedad natural : 14.88%
0.70 0.70					M-2
1.60 1.60		M-3		ML	
2.30 2.30					M-4
2.80					

**Observaciones:**

M = Muestra  
 C = Calicata  
 S/M = Sin muestra

RIVERA OBLITAS Henry  
 TECNICO DE LABORATORIO



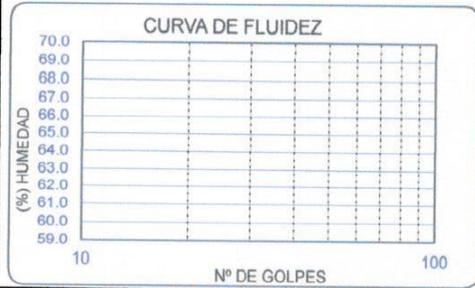
**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN:** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.I.P. 399.128 : 1999  
 : N.I.P. 399.131  
 : N.I.P. 339.127: 1998

Calicata - 7

Muestra: M-1

Profundidad: 0.00m. - 0.40m.

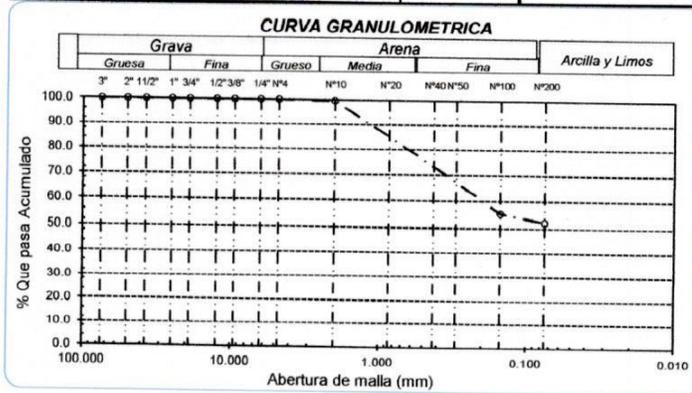
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido Acumulados	% Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
Nº 4	4.750	0.0	100.0
Nº 10	2.000	0.4	99.6
Nº 20	0.850	1.6	98.4
Nº 30	0.300	26.7	73.3
Nº 100	0.150	44.6	55.4
Nº 200	0.075	47.8	52.2



% Grava	G.G. %	0.0	0.0
	G.F. %	0.0	0.0
% Arena	A.G. %	0.4	47.8
	A.M. %	4.2	
	A.F. %	43.2	
% Arcilla y Limo		52.2	52.2
<b>Total</b>		100.0	100.0

Límite líquido (LL)	NP
Límite Plástico (LP)	NP
Índice Plástico (IP)	NP
Clasificación (S.U.C.S.)	ML
Descripción del suelo	Limo arenoso de baja plasticidad
Clasificación (AASHTO)	A-4 (4)
Descripción	REGULAR-MALO



*[Handwritten Signature]*  
 Rivaldo Obitas Jenty  
 TÉCNICO DE LABORATORIO







**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

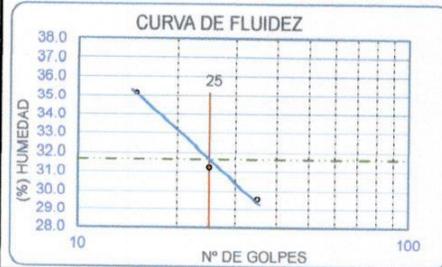
**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CÁTIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN:** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
**NORMA DE REFERENCIA** : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 7

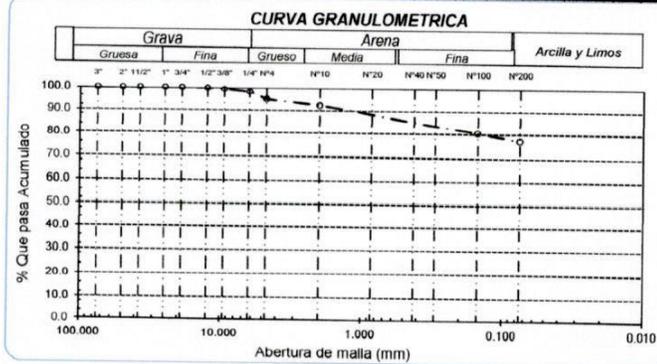
Muestra: M-4

Profundidad: 1.60m. - 2.20m.

Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido Acumulados	% Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.2	99.8
3/8"	9.500	0.7	99.3
1/4"	6.300	2.0	98.0
Nº 4	4.750	5.2	94.8
Nº 10	2.000	7.7	92.3
Nº 20	0.850	11.5	88.5
Nº 50	0.300	16.0	84.0
Nº 100	0.150	19.4	80.6
Nº 200	0.075	22.6	77.4



<b>Distribución granulométrica</b>			<b>Ensayo de Límite de Atterberg</b>	
% Grava	G.G. %	0.0	Límite líquido (LL)	31.64 (%)
	G.F. %	5.2	Límite Plástico (LP)	10.51 (%)
% Arena	A.G. %	2.5	Índice Plástico (IP)	21.13 (%)
	A.M. %	5.8	Clasificación (S.U.C.S.)	CL
	A.F. %	9.1	Descripción del suelo	Arcilla de baja plasticidad con arena
% Arcilla y Limo		77.4	Clasificación (AASHTO)	A-6 (13)
<b>Total</b>		100.0	Descripción	<b>MALO</b>
<b>Contenido de Humedad</b>			25.60	



*[Handwritten Signature]*  
 Obitas Henríquez  
 LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

**ESCUELA:** : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.

**CALICATA** : C-7 BORDE  
**TIPO DE EXCAVACIÓN** : A CIELO ABIERTO

Nivel freático : No se encontro

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0 (m)	Tipo de Excavación	Muestra N°	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)				
0.00	A C I E L O  A B I E R T O	M-1		SM	Limo Arenosa de Baja Plasticidad de Color Gris Claro Límite líquido : NP Índice plástico : NP Humedad natural : 11.18%				
0.40					M-2	GP - GM	Grava Pobremente Graduada con Limo y Arena de Color Marrón Claro Límite líquido : NP Índice plástico : NP Humedad natural : 20.21%		
1.10							M-3	CL	Arcilla de Baja Plasticidad de Color Marrón Claro Límite líquido : 33.85% Índice plástico : 18.42% Humedad natural : 18.40%
1.60									M-4
2.20									

**Observaciones:**

M = Muestra  
 C = Calicata  
 S/M = Sin muestra

RIVERA OBLITAS JENNY  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

**ESCUELA TESISISTA :** INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA :** DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS :** ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CÁTIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.  
**ENSAYO :** SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. cd.  
**NORMA DE REFERENCIA :** N.T.P. 399.128 : 1999  
 N.T.P. 399.131  
 N.T.P. 339.127: 1998

**Calicata - 8 Muestra: M-1 Profundidad: 0.00m. - 0.50m.**

<b>Análisis Granulométrico por tamizado</b>			
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido Acumulados	% Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
Nº 4	4.750	0.0	100.0
Nº 10	2.000	0.2	99.8
Nº 20	0.850	1.0	99.0
Nº 50	0.300	44.9	55.1
Nº 100	0.150	62.3	37.7
Nº 200	0.075	86.4	13.6

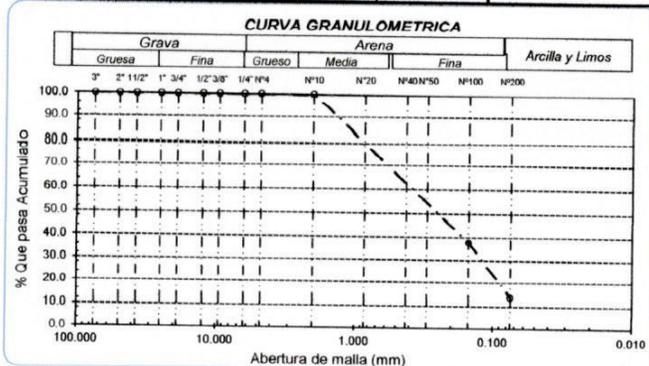
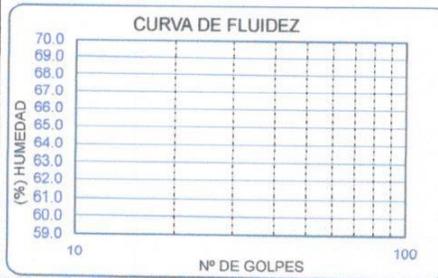
<b>Distribución granulométrica</b>			
% Grava	G.G. %	0.0	0.0
	G.F. %	0.0	
	A.G. %	0.2	
% Arena	A.M. %	24.9	86.4
	A.F. %	61.3	
	% Arcilla y Limo	13.6	
<b>Total</b>		100.0	

<b>Ensayo de Límite de Atterberg</b>	
Límite líquido (LL)	NP
Límite Plástico (LP)	NP
Índice Plástico (IP)	NP
Clasificación (S.U.C.S.)	SM
Descripción del suelo	Arena limosa
Clasificación (AASHTO)	A-2-4 (0)
Descripción	BUENO

<b>Contenido de Humedad</b>	
	17.20



  
 Ricardo Oblitas Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS**  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATTIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN:** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
**NORMA DE REFERENCIA** : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 8

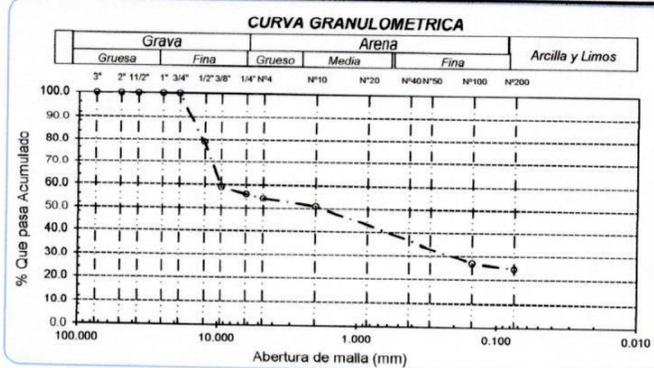
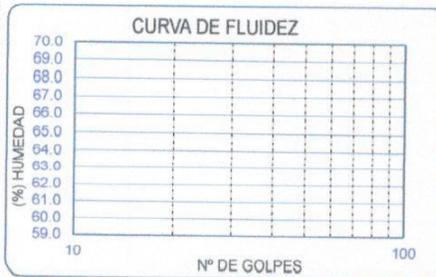
Muestra: M-2

Profundidad: 0.50m. - 1.20m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido Acumulados	% Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	21.2	78.8
3/8"	9.500	40.9	59.1
1/4"	6.300	43.9	56.1
Nº 4	4.750	45.7	54.3
Nº 10	2.000	49.1	50.9
Nº 20	0.850	52.9	47.1
Nº 30	0.300	65.8	34.2
Nº 100	0.150	73.2	26.8
Nº 200	0.075	75.3	24.7

Distribución granulométrica		Ensayo de Límite de Atterberg	
% Grava	G.G. %	0.0	Límite líquido (LL) NP
	G.F. %	45.7	Límite Plástico (LP) NP
	A.G. %	3.4	Índice Plástico (IP) NP
% Arena	A.M. %	11.3	Clasificación (S.U.C.S.) <b>GM</b>
	A.F. %	14.9	
	% Arcilla y Limo	24.7	Clasificación (AASHTO) <b>A-1-b (0)</b>
<b>Total</b>		100.0	Descripción <b>BUENO</b>



  
 Rivas de la Cruz Obdías Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS**  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

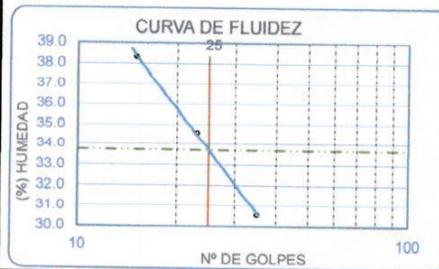
**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN:** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
**NORMA DE REFERENCIA** : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 8

Muestra: M-3

Profundidad: 1.20m. - 1.80m.

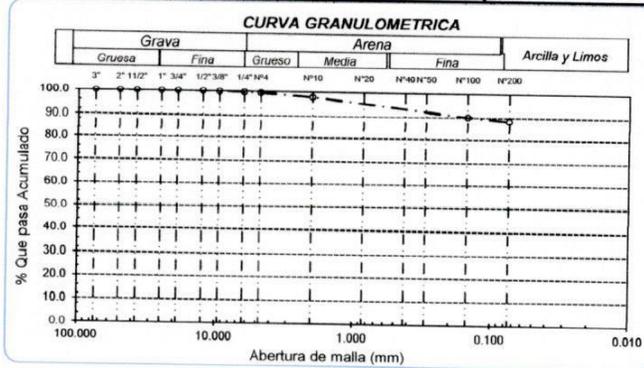
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido Acumulados	% Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.2	99.8
1/4"	6.300	0.4	99.6
Nº 4	4.750	0.7	99.3
Nº 10	2.000	2.3	97.7
Nº 20	0.850	4.1	95.9
Nº 50	0.300	8.0	92.0
Nº 100	0.150	9.9	90.1
Nº 200	0.075	11.6	88.4



% Grava	G.G. %	0.0	0.7
	G.F. %	0.7	
% Arena	A.G. %	1.6	
	A.M. %	4.3	
	A.F. %	5.0	10.9
% Arcilla y Limo	88.4	88.4	
<b>Total</b>		100.0	

Límite líquido (L.L.)	33.71 (%)
Límite Plástico (L.P.)	28.57 (%)
Índice Plástico (I.P.)	5.14 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	<b>ML</b>
Descripción del suelo	<b>Limo de baja plasticidad</b>
Clasificación (AASHTO)	<b>A-4 (9)</b>
Descripción	<b>REGULAR-MALO</b>



*Riendeneys Oblitas Henríquez*  
**TECNICO DE LABORATORIO**





**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855, Chiclayo - Perú

**ESCUELA:** : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.

**CALICATA** : C-8 BORDE  
**TIPO DE EXCAVACIÓN** : A CIELO ABIERTO

Nivel freático : No se encontro

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad 0.0 (m)	Tipo de Excavación	Muestra N°	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)
0.00	A C I E L O  A B I E R T O	M-1		SM	Arena Limosa de Color Gris Claro Límite líquido : NP Índice plástico : NP Humedad natural : 17.20%
0.50 0.50					M-2
1.20 1.20		M-3	ML	Limo de Baja Plasticidad de Color Marrón Claro Límite líquido : 33.71% Índice plástico : 5.14% Humedad natural : 22.74%	
1.80 1.80				M-4	CL
2.40					

**Observaciones:**

M = Muestra  
 C = Calicata  
 S/M = Sin muestra

RIVERA OBLITAS, Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO N.T.P**  
**339.171**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS**  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
**ASTM D 3080**

**ESCUELA:** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CÁTIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.

**CALICATA C - 1**

**MUESTRA M - 4**

**Profundidad : 1.80 a 2.30 m**

ESPECIMEN N°	DENSIDAD REMOLDEADA g/ cm <sup>3</sup>	DENSIDAD SECA g/ cm <sup>3</sup>	ESFUERZO NORMAL kg/ cm <sup>2</sup>	HUMEDAD NATURAL %	GRADO DE SATURACIÓN %	ESFUERZO CORTE MÁX. kg/ cm <sup>2</sup>
N° 01	1.820	1.380	0.50	31.92	118.12	0.384
N° 02	2.027	1.499	1.00	35.21	165.75	0.583
N° 03	1.910	1.451	1.50	31.66	134.88	0.858

ESPECIMEN N°01			ESPECIMEN N°02			ESPECIMEN N°03		
DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm <sup>2</sup> )
0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.10	0.120	0.240	0.10	0.164	0.164	0.10	0.131	0.087
0.20	0.153	0.306	0.20	0.186	0.186	0.20	0.175	0.117
0.35	0.208	0.416	0.35	0.252	0.252	0.35	0.241	0.161
0.50	0.263	0.526	0.50	0.318	0.318	0.50	0.351	0.234
0.75	0.296	0.592	0.75	0.373	0.373	0.75	0.461	0.308
1.00	0.329	0.659	1.00	0.417	0.417	1.00	0.660	0.440
1.25	0.340	0.681	1.25	0.461	0.461	1.25	0.748	0.499
1.50	0.362	0.725	1.50	0.473	0.473	1.50	0.781	0.521
1.75	0.373	0.747	1.75	0.495	0.495	1.75	0.792	0.528
2.00	0.384	0.769	2.00	0.506	0.506	2.00	0.814	0.543
2.50	0.384	0.769	2.50	0.517	0.517	2.50	0.825	0.550
3.00	0.384	0.769	3.00	0.528	0.528	3.00	0.836	0.557
3.50	0.384	0.769	3.50	0.539	0.539	3.50	0.847	0.565
4.00	0.384	0.769	4.00	0.550	0.550	4.00	0.858	0.572
4.50	0.384	0.769	4.50	0.561	0.561	4.50	0.858	0.572
5.00	0.384	0.769	5.00	0.572	0.572	5.00	0.858	0.572
5.50	0.384	0.769	5.50	0.583	0.583	5.50	0.858	0.572
6.00	0.384	0.769	6.00	0.583	0.583	6.00	0.858	0.572
6.50	0.384	0.769	6.50	0.583	0.583	6.50	0.858	0.572
7.00	0.384	0.769	7.00	0.583	0.583	7.00	0.858	0.572
7.50	0.384	0.769	7.50	0.583	0.583	7.50	0.858	0.572
8.00	0.384	0.769	8.00	0.583	0.583	8.00	0.858	0.572
8.50	0.384	0.769	8.50	0.583	0.583	8.50	0.858	0.572
9.00	0.384	0.769	9.00	0.583	0.583	9.00	0.858	0.572
9.50	0.384	0.769	9.50	0.583	0.583	9.50	0.858	0.572
10.00	0.384	0.769	10.00	0.583	0.583	10.00	0.858	0.572
11.00	0.384	0.769	11.00	0.583	0.583	11.00	0.858	0.572
12.00	0.384	0.769	12.00	0.583	0.583	12.00	0.858	0.572

  
 Rivadeneira Oblitas Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS**  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

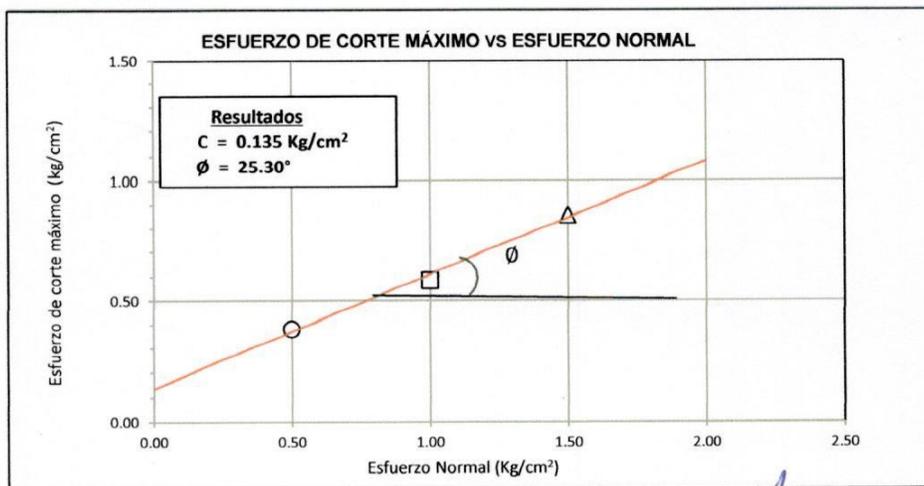
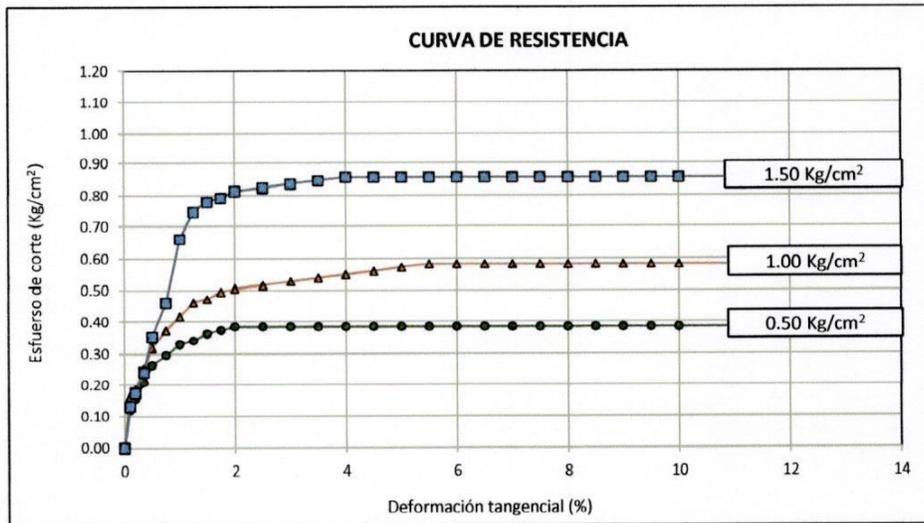
**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
**ASTM D 3080**

**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.

**CALICATA** : C - 1

**MUESTRA** M - 4

**Profundidad** : 1.80 a 2.30 m



Rivalengra Oblitas Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

**CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE**

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
 TESISTA : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
 TESIS : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL  
 DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE SAN ANDRES DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGION  
 CAJAMARCA.

**CALICATA : C-1 MUESTRA M-4 PROFUNDIDAD : 1.80 a 2.30 m**

**CIMENTACION CONTINUA****CAPACIDAD PORTANTE****(FALLA LOCAL)**

$$q_d = (2/3)C \cdot N'_c + Y \cdot D_f \cdot N'_q + 0.5 Y \cdot B \cdot N'_y$$

Donde:

 $q_d$  = Capacidad de Carga limite en  $Tm/m^2$ C = Cohesión del suelo en  $Tm/m^2$ Y = Peso volumétrico del suelo en  $Tm/m^3$  $D_f$  = Profundidad de desplante de la cimentación en metros

B = Ancho de la zapata, en metros

 $N'_c$   $N'_q$ ,  $N'_y$  = Factores de carga obtenidas del gráfico**DATOS:**

$\phi$ =	25.3 °
$\phi'$ =	17.49
C =	0.135
Y =	1.568
$D_f$ =	1.5
B =	1.00
$N_c$ =	15.02
$N_q$ =	5.73
$N_y$ =	2.36

$$q_d = 28.85 \text{ Tm/m}^2$$

$$q_d = 2.89 \text{ Kg/cm}^2$$

\* Factor de seguridad (FS=3)

**PRESION ADMISIBLE**

$$q_a = 0.96 \text{ Kg/cm}^2$$

*[Firma]*  
 Rivadeneira Oblitas Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

### CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
 TESISTA : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PEREZ  
 TESIS : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL  
 DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.

UBICACIÓN : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN  
 CAJAMARCA.

**CALICATA : C - 1 MUESTRA M - 4 Profundidad : 1.80 a 2.30 m**

#### CIMENTACION AISLADA

#### CAPACIDAD PORTANTE (FALLA LOCAL)

$$q_d = 1.3(2/3)C \cdot N'_c + Y \cdot Z \cdot N'_q + 0.4 Y \cdot B \cdot N'_y$$

Donde:

$q_d$  = Capacidad de Carga limite en Tm/m<sup>2</sup>

C = Cohesión del suelo en Tm/m<sup>2</sup>

Y = Peso volumétrico del suelo en Tm/m<sup>3</sup>

Df = Profundidad de desplante de la cimentación en metros

B = Ancho de la zapata, en metros

N'<sub>c</sub> N'<sub>q</sub>, N'<sub>y</sub> = Factores de carga obtenidas del gráfico

#### DATOS:

Ø =	25.30
Ø' =	17.49
C =	0.135
Y =	1.568
Df =	1.50
B =	1.00
N' <sub>c</sub> =	15.02
N' <sub>q</sub> =	5.73
N' <sub>y</sub> =	2.36

$$q_d = 32.54 \text{ Tm/m}^2$$

$$q_d = 3.25 \text{ Kg/cm}^2$$

\* Factor de seguridad (FS=3)

#### PRESION ADMISIBLE

$$q_a = 1.08 \text{ Kg/cm}^2$$

*[Firma]*  
 Ing. Demetrio Obitas Heny  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

**CALCULO DE ASENTAMIENTO ELÁSTICO**

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
 TESIS : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PEREZ  
 TESIS : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE SAN ANDRES DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGION CAJAMARCA.

CALICATA : C - 1

Muestra: M - 4

Profundidad : 1.80 a 2.30 m

**ASENTAMIENTO ELÁSTICO**

$$S = \frac{qB(1-u^2)I_f}{E_s}$$

Donde:

S = Asentamiento inmediato en cm  
 q = Presión de trabajo neta (Ton/m<sup>2</sup>)  
 B = Ancho de la cimentación (m)  
 u = Relación de Poisson  
 I<sub>f</sub> = Factor de Forma (cm/m)  
 E<sub>s</sub> = Modulo de Elasticidad (ton/m<sup>2</sup>)

**DATOS:**

q =	7.25
B =	1.00
u =	0.25
I <sub>f</sub> =	112
E <sub>s</sub> =	2500

S =	0.30 cm
-----	---------

S =	3.04 mm
-----	---------

FORMA DE LA ZAPATA	VALORES DE I <sub>f</sub> (cm/m)			
	CIM. FLEXIBLE			RIGIDA
UBICACION	CENTRO	ESQ.	MEDIO	--
RECTANGULAR L/B = 2	153	77	130	120
L/B = 5	210	105	183	170
L/B = 10	254	127	225	210
CUADRADA	112	58	95	82
CIRCULAR	100	64	85	88

TIPO DE SUELO	E <sub>s</sub> (ton/m <sup>2</sup> )	TIPO DE SUELO	μ (-)
ARCILLA MUY BLANDA	30 - 300	ARCILLA: SATURADA	0.4 - 0.5
BLANDA	200 - 400	NO SATURADA	0.1 - 0.3
MEDIA	450 - 900	ARENOSA	0.2 - 0.3
DURA	700 - 2000	LIMO	0.3 - 0.35
ARCILLA ARENOSA	3000 - 4250	ARENA: DENSA	0.2 - 0.4
SUELOS GRACIARES	1000 - 10000	DE GRANO GRUESO	0.15
LOESS	1500 - 8000	DE GRANO FINO	0.25
ARENA LIMOSA	500 - 2000	ROCA	0.1 - 0.4
ARENA: SUELTA	1000 - 2500	LOESS	0.1 - 0.3
DENSA	5000 - 10000	HIELO	0.36
GRAVA ARENOSA: DENSA	8000 - 20000	CONCRETO	0.15
SUELTA	5000 - 14 000		
ARCILLA ESQUISTOSA	14000 - 140000		
LIMOS	200 - 2000		

*Rivero*  
 Oblitas Jent'a  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS**  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ENSAYO DE CORTE DIRECTO  
 ASTM D 3080

**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.

**CALICATA C-2**

**MUESTRA M - 4**

**Profundidad : 1.60 a 2.20 m**

ESPECIMEN N°	DENSIDAD REMOLDEADA g/ cm <sup>3</sup>	DENSIDAD SECA g/ cm <sup>3</sup>	ESFUERZO NORMAL kg/ cm <sup>2</sup>	HUMEDAD NATURAL %	GRADO DE SATURACIÓN %	ESFUERZO CORTE MÁX. kg/ cm <sup>2</sup>
N° 01	1.932	1.400	0.50	38.03	159.22	0.373
N° 02	1.890	1.389	1.00	36.10	147.66	0.605
N° 03	1.925	1.403	1.50	37.23	156.84	0.803

ESPECIMEN N°01			ESPECIMEN N°02			ESPECIMEN N°03		
DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm <sup>2</sup> )
0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.10	0.065	0.130	0.10	0.076	0.076	0.10	0.131	0.087
0.20	0.070	0.141	0.20	0.109	0.109	0.20	0.164	0.109
0.35	0.074	0.147	0.35	0.142	0.142	0.35	0.175	0.117
0.50	0.081	0.163	0.50	0.230	0.230	0.50	0.197	0.131
0.75	0.117	0.233	0.75	0.241	0.241	0.75	0.230	0.153
1.00	0.144	0.288	1.00	0.252	0.252	1.00	0.241	0.161
1.25	0.165	0.329	1.25	0.263	0.263	1.25	0.252	0.168
1.50	0.185	0.370	1.50	0.285	0.285	1.50	0.285	0.190
1.75	0.188	0.377	1.75	0.318	0.318	1.75	0.296	0.197
2.00	0.201	0.403	2.00	0.340	0.340	2.00	0.318	0.212
2.50	0.209	0.417	2.50	0.362	0.362	2.50	0.362	0.242
3.00	0.229	0.458	3.00	0.373	0.373	3.00	0.384	0.256
3.50	0.236	0.472	3.50	0.384	0.384	3.50	0.428	0.286
4.00	0.227	0.453	4.00	0.428	0.428	4.00	0.450	0.300
4.50	0.256	0.513	4.50	0.450	0.450	4.50	0.461	0.308
5.00	0.280	0.559	5.00	0.473	0.473	5.00	0.473	0.315
5.50	0.327	0.654	5.50	0.495	0.495	5.50	0.528	0.352
6.00	0.346	0.692	6.00	0.539	0.539	6.00	0.539	0.359
6.50	0.357	0.714	6.50	0.550	0.550	6.50	0.572	0.381
7.00	0.362	0.725	7.00	0.561	0.561	7.00	0.583	0.388
7.50	0.373	0.747	7.50	0.583	0.583	7.50	0.605	0.403
8.00	0.373	0.747	8.00	0.605	0.605	8.00	0.616	0.410
8.50	0.373	0.747	8.50	0.605	0.605	8.50	0.671	0.447
9.00	0.373	0.747	9.00	0.605	0.605	9.00	0.693	0.462
9.50	0.373	0.747	9.50	0.605	0.605	9.50	0.715	0.477
10.00	0.373	0.747	10.00	0.605	0.605	10.00	0.781	0.521
11.00	0.373	0.747	11.00	0.605	0.605	11.00	0.803	0.535
12.00	0.373	0.747	12.00	0.605	0.605	12.00	0.803	0.535

*Rivendeyra Oblitas Henry*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS**  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

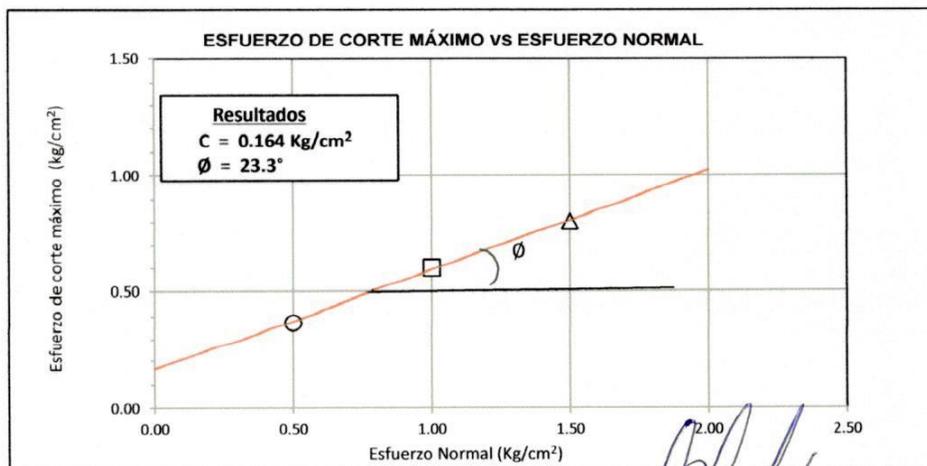
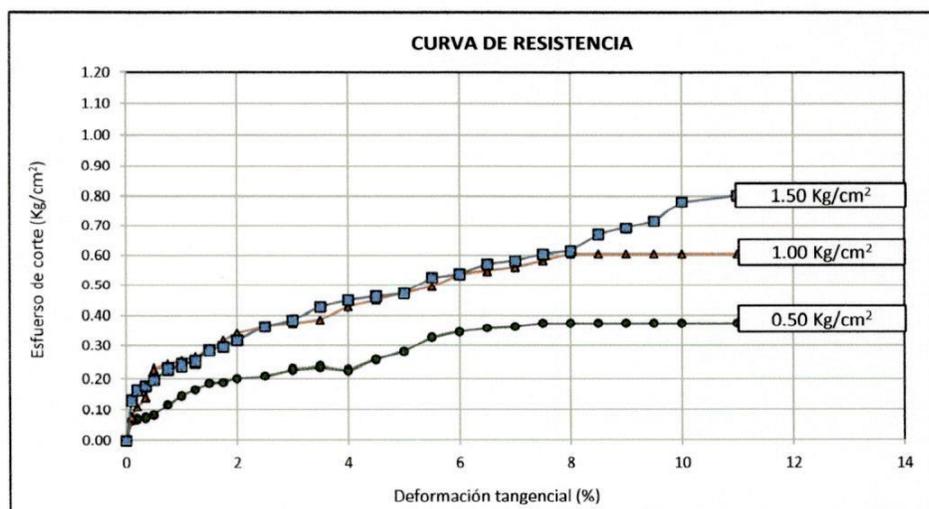
ENSAYO DE CORTE DIRECTO  
 ASTM D 3080

**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.

**CALICATA** C-2

**MUESTRA** M - 4

**Profundidad** : 1.60 a 2.20 m



*Rivadeneira Obitas Henry*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

**CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE**

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
 TESIS : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL  
 DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.

UBICACIÓN : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN  
 CAJAMARCA.

**CALICATA : C - 2      MUESTRA M - 4      PROFUNDIDAD : 1.60 a 2.20 m**

**CIMENTACION CONTINUA**

**CAPACIDAD PORTANTE**  
**(FALLA LOCAL)**

$$q_d = (2/3)C \cdot N'_c + Y \cdot D_f \cdot N'_q + 0.5 Y \cdot B \cdot N'_y$$

Donde:

$q_d$  = Capacidad de Carga limite en Tm/m<sup>2</sup>

C = Cohesión del suelo en Tm/m<sup>2</sup>

Y = Peso volumétrico del suelo en Tm/m<sup>3</sup>

D<sub>f</sub> = Profundidad de desplante de la cimentación en metros

B = Ancho de la zapata, en metros

N'<sub>c</sub> N'<sub>q</sub>, N'<sub>y</sub> = Factores de carga obtenidas del gráfico

**DATOS:**

Ø =	23.3 °
Ø' =	16.02
C =	0.164
Y =	1.539
D <sub>f</sub> =	1.5
B =	1.00
N <sub>c</sub> =	13.69
N <sub>q</sub> =	4.93
N <sub>y</sub> =	1.82

$$q_d = 27.75 \text{ Tm/m}^2$$

$$q_d = 2.78 \text{ Kg/cm}^2$$

\* Factor de seguridad (FS=3)

**PRESION ADMISIBLE**

$$q_a = 0.93 \text{ Kg/cm}^2$$

  
 Riberneyre Oblitas Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

**CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE**

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
 TESIS : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PEREZ  
 TESIS : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL  
 DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.

UBICACION : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN  
 CAJAMARCA.

**CALICATA : C - 2      MUESTRA M - 4      Profundidad : 1.60 a 2.20 m**

**CIMENTACION AISLADA****CAPACIDAD PORTANTE  
(FALLA LOCAL)**

$$q_d = 1.3(2/3)C \cdot N'_c + Y \cdot Z \cdot N'_q + 0.4 Y \cdot B \cdot N'_y$$

Donde:

$q_d$  = Capacidad de Carga limite en  $Tm/m^2$

C = Cohesión del suelo en  $Tm/m^2$

Y = Peso volumétrico del suelo en  $Tm/m^3$

Df = Profundidad de desplante de la cimentación en metros

B = Ancho de la zapata, en metros

$N'_c$   $N'_q$ ,  $N'_y$  = Factores de carga obtenidas del gráfico

**DATOS:**

$\emptyset$ =	23.30
$\emptyset'$ =	16.02
C =	0.164
Y =	1.539
Df =	1.50
B =	1.00
$N'_c$ =	13.69
$N'_q$ =	4.93
$N'_y$ =	1.82

$$q_d = 31.96 \text{ Tm/m}^2$$

$$q_d = 3.2 \text{ Kg/cm}^2$$

\* Factor de seguridad (FS=3)

**PRESION ADMISIBLE**

$$q_a = 1.07 \text{ Kg/cm}^2$$

*Rivindoneyro Oblitas Henry*  
 TECNICO DE LABORATORIO

### CÁLCULO DE ASENTAMIENTO ELÁSTICO

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
 TESIS : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PEREZ  
 TESIS : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.

CALICATA : C - 2

Muestra: M - 4

Profundidad : 1.60 a 2.20 m

### ASENTAMIENTO ELÁSTICO

$$S = \frac{qB(1-u^2)I_f}{E_s}$$

Donde:

S = Asentamiento inmediato en cm  
 q = Presión de trabajo neta (Ton/m<sup>2</sup>)  
 B = Ancho de la cimentación (m)  
 u = Relación de Poisson  
 I<sub>f</sub> = Factor de Forma (cm/m)  
 E<sub>s</sub> = Modulo de Elasticidad (ton/m<sup>2</sup>)

**DATOS:**

q =	6.99
B =	1.00
u =	0.25
I <sub>f</sub> =	112
E <sub>s</sub> =	2500

$$S = 0.29 \text{ cm}$$

$$S = 2.94 \text{ mm}$$

FORMA DE LA ZAPATA	VALORES DE I <sub>f</sub> (cm/m)			
	CIM. FLEXIBLE			RIGIDA
UBICACION	CENTRO	ESQ.	MEDIO	--
RECTANGULAR L/B = 2	153	77	130	120
L/B = 5	210	105	183	170
L/B = 10	254	127	225	210
CUADRADA	112	58	95	82
CIRCULAR	100	84	85	88

TIPO DE SUELO	E <sub>s</sub> (ton/m <sup>2</sup> )	TIPO DE SUELO	μ (-)
ARCILLA MUY BLANDA	30 - 300	ARCILLA SATURADA	0.4 - 0.5
BLANDA	200 - 400	NO SATURADA	0.1 - 0.3
MEDIA	450 - 900	ARENOSA	0.2 - 0.3
DURA	700 - 2000	LIMO	0.3 - 0.35
ARCILLA ARENOSA	3000 - 4250	ARENA: DENSA	0.2 - 0.4
SUELOS GRACIARES	1000 - 18000	DE GRANO GRUESO	0.15
LOESS	1500 - 8000	DE GRANO FINO	0.25
ARENA LIMOSA	500 - 2000	ROCA	0.1 - 0.4
ARENA: SUELTA	1000 - 2500	LOESS	0.1 - 0.3
DENSA	5000 - 10000	HIELO	0.38
GRAVA ARENOSA: DENSA	8000 - 20000	CONCRETO	0.15
SUELTA	5000 - 14 000		
ARCILLA ESQUISTOSA	14000 - 140000		
LIMOS	200 - 2000		

  
 RIVERA OBLITAS JENNY  
 TECNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS**  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ENSAYO DE CORTE DIRECTO  
 ASTM D 3080

**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.

**CALICATA C-6**

**MUESTRA M - 3**

**Profundidad : 1.60 a 2.30 m**

ESPECIMEN N°	DENSIDAD REMOLDEADA g/ cm <sup>3</sup>	DENSIDAD SECA g/ cm <sup>3</sup>	ESFUERZO NORMAL kg/ cm <sup>2</sup>	HUMEDAD NATURAL %	GRADO DE SATURACIÓN %	ESFUERZO CORTE MÁX. kg/ cm <sup>2</sup>
N° 01	1.934	1.320	0.50	46.58	127.52	0.346
N° 02	1.796	1.340	1.00	34.00	96.14	0.605
N° 03	1.912	1.343	1.50	42.40	120.34	0.803

ESPECIMEN N°01			ESPECIMEN N°02			ESPECIMEN N°03		
DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm <sup>2</sup> )
0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.10	0.081	0.162	0.10	0.098	0.098	0.10	0.098	0.065
0.20	0.103	0.206	0.20	0.109	0.109	0.20	0.120	0.080
0.35	0.114	0.228	0.35	0.131	0.131	0.35	0.131	0.087
0.50	0.169	0.339	0.50	0.164	0.164	0.50	0.142	0.095
0.75	0.202	0.405	0.75	0.197	0.197	0.75	0.164	0.109
1.00	0.213	0.427	1.00	0.230	0.230	1.00	0.186	0.124
1.25	0.224	0.449	1.25	0.241	0.241	1.25	0.197	0.131
1.50	0.235	0.471	1.50	0.252	0.252	1.50	0.230	0.153
1.75	0.268	0.537	1.75	0.263	0.263	1.75	0.252	0.168
2.00	0.279	0.559	2.00	0.307	0.307	2.00	0.296	0.197
2.50	0.290	0.581	2.50	0.318	0.318	2.50	0.307	0.205
3.00	0.313	0.625	3.00	0.362	0.362	3.00	0.318	0.212
3.50	0.335	0.669	3.50	0.373	0.373	3.50	0.362	0.242
4.00	0.346	0.691	4.00	0.384	0.384	4.00	0.384	0.256
4.50	0.346	0.691	4.50	0.406	0.406	4.50	0.406	0.271
5.00	0.346	0.691	5.00	0.417	0.417	5.00	0.417	0.278
5.50	0.346	0.691	5.50	0.450	0.450	5.50	0.428	0.286
6.00	0.346	0.691	6.00	0.473	0.473	6.00	0.528	0.352
6.50	0.346	0.691	6.50	0.495	0.495	6.50	0.539	0.359
7.00	0.346	0.691	7.00	0.528	0.528	7.00	0.561	0.374
7.50	0.346	0.691	7.50	0.561	0.561	7.50	0.583	0.388
8.00	0.346	0.691	8.00	0.583	0.583	8.00	0.627	0.418
8.50	0.346	0.691	8.50	0.594	0.594	8.50	0.671	0.447
9.00	0.346	0.691	9.00	0.605	0.605	9.00	0.693	0.462
9.50	0.346	0.691	9.50	0.605	0.605	9.50	0.737	0.491
10.00	0.346	0.691	10.00	0.605	0.605	10.00	0.748	0.499
11.00	0.346	0.691	11.00	0.605	0.605	11.00	0.803	0.535
12.00	0.346	0.691	12.00	0.605	0.605	12.00	0.803	0.535

*Rivadeneyra Oblitas Henry*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS**  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

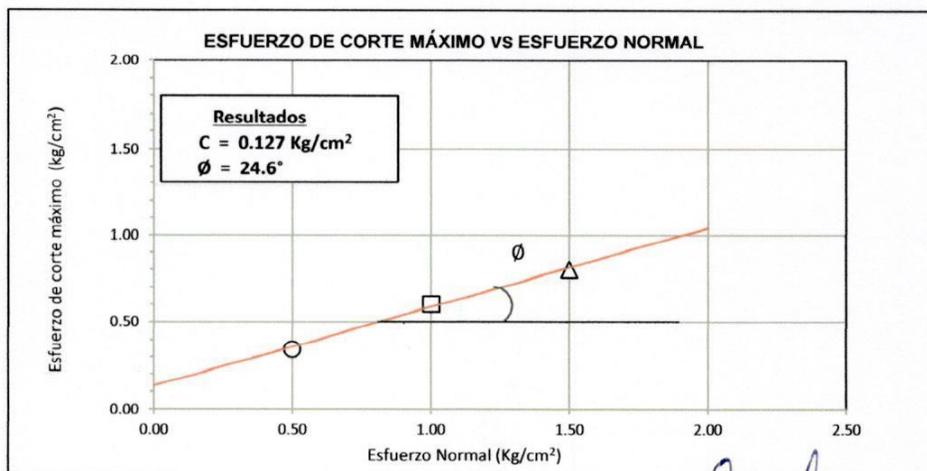
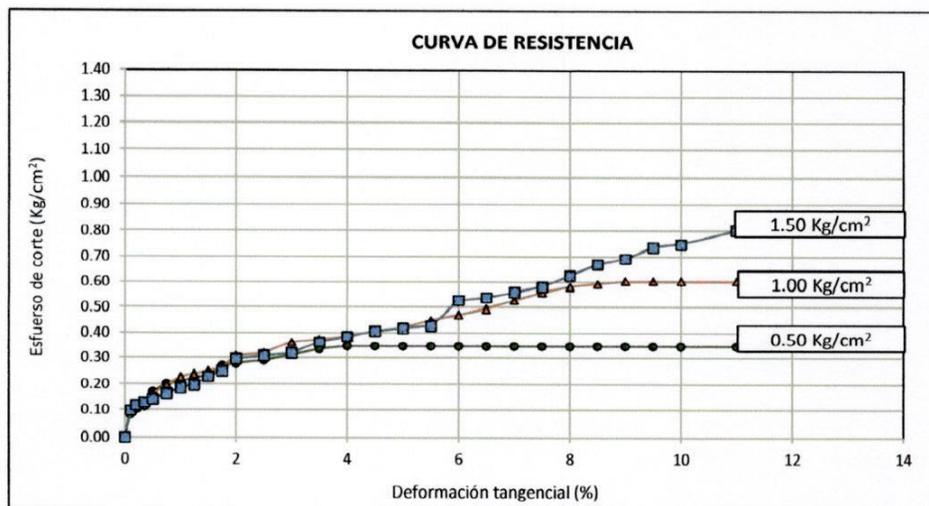
ENSAYO DE CORTE DIRECTO  
 ASTM D 3080

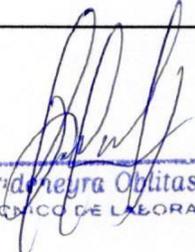
**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.

**CALICATA C-6**

**MUESTRA M - 3**

**Profundidad : 1.60 a 2.30 m**



  
 Rivaldo Neyra Obitas Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

### CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
 TESIS : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.

UBICACIÓN : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.

**CALICATA : C - 6      MUESTRA M - 3      PROFUNDIDAD : 1.60 a 2.30 m**

#### CIMENTACION CONTINUA

#### CAPACIDAD PORTANTE

#### (FALLA LOCAL)

$$q_d = (2/3)C \cdot N'_c + Y \cdot D_f \cdot N'_q + 0.5 Y \cdot B \cdot N'_y$$

Donde:

$q_d$  = Capacidad de Carga limite en  $Tm/m^2$

C = Cohesión del suelo en  $Tm/m^2$

Y = Peso volumétrico del suelo en  $Tm/m^3$

$D_f$  = Profundidad de desplante de la cimentación en metros

B = Ancho de la zapata, en metros

$N'_c$   $N'_q$   $N'_y$  = Factores de carga obtenidas del gráfico

#### DATOS:

$\phi$ =	24.6 °
$\phi'$ =	16.97 °
C =	0.127
Y =	1.583
$D_f$ =	1.5
B =	1.00
$N_c$ =	14.54
$N_q$ =	5.44
$N_y$ =	2.14

$$q_d = 26.91 \text{ Tm/m}^2$$

$$q_d = 2.69 \text{ Kg/cm}^2$$

\* Factor de seguridad (FS=3)

#### PRESION ADMISIBLE

$$q_d = 0.90 \text{ Kg/cm}^2$$

*[Firma]*  
 R. J. Obitas Henz  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

**CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE**

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
 TESISTA : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PEREZ  
 TESIS : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL  
 DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.

UBICACION : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN  
 CAJAMARCA.

**CALICATA : C - 6 MUESTRA M - 3 PROFUNDIDAD : 1.60 a 2.30 m**

**CIMENTACION AISLADA**

**CAPACIDAD PORTANTE**

**(FALLA LOCAL)**

$$q_d = 1.3(2/3)C \cdot N'_c + Y \cdot Z \cdot N'_q + 0.4 Y \cdot B \cdot N'_y$$

Donde:

$q_d$  = Capacidad de Carga limite en  $Tm/m^2$

C = Cohesión del suelo en  $Tm/m^2$

Y = Peso volumétrico del suelo en  $Tm/m^3$

Df = Profundidad de desplante de la cimentación en metros

B = Ancho de la zapata, en metros

$N'_c$   $N'_q$ ,  $N'_y$  = Factores de carga obtenidas del gráfico

**DATOS:**

Ø =	24.60
Ø' =	16.97
C =	0.127
Y =	1.583
Df =	1.50
B =	1.00
$N'_c$ =	14.54
$N'_q$ =	5.44
$N'_y$ =	2.14

$$q_d = 30.26 \text{ Tm/m}^2$$

$$q_d = 3.03 \text{ Kg/cm}^2$$

\* Factor de seguridad (FS=3)

**PRESION ADMISIBLE**

$$q_a = 1.01 \text{ Kg/cm}^2$$

  
 Riosdenegri Oblitas Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

### CÁLCULO DE ASENTAMIENTO ELÁSTICO

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
 TESIS : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
 UBICACION: DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGION CAJAMARCA.

CALICATA : C - 6

MUESTRA M - 3

PROFUNDIDAD : 1.60 a 2.30 m

#### ASENTAMIENTO ELÁSTICO

$$S = \frac{qB(1-u^2)I_f}{E_s}$$

Donde:

- S = Asentamiento inmediato en cm
- q = Presión de trabajo neta (Ton/m<sup>2</sup>)
- B = Ancho de la cimentación (m)
- u = Relación de Poisson
- I<sub>f</sub> = Factor de Forma (cm/m)
- E<sub>s</sub> = Modulo de Elasticidad (ton/m<sup>2</sup>)

**DATOS:**

q =	6.63
B =	1.00
u =	0.25
I <sub>f</sub> =	112
E <sub>s</sub> =	2500

$$S = 0.28 \text{ cm}$$

$$S = 2.78 \text{ mm}$$

FORMA DE LA ZAPATA	VALORES DE I <sub>f</sub> (cm/m)			
	CIM. FLEXIBLE			RIGIDA
UBICACION	CENTRO	ESQ.	MEDIO	--
RECTANGULAR L/B = 2	153	77	130	120
L/B = 5	210	105	183	170
L/B = 10	254	127	225	210
CUADRADA	112	58	95	82
CIRCULAR	100	64	85	88

TIPO DE SUELO	E <sub>s</sub> (ton/m <sup>2</sup> )	TIPO DE SUELO	μ (-)
ARCILLA MUY BLANDA	30 - 300	ARCILLA: SATURADA	0.4 - 0.6
BLANDA	200 - 400	NO SATURADA	0.1 - 0.3
MEDIA	450 - 800	ARENOSA	0.2 - 0.3
DURA	700 - 2000	LIMO	0.3 - 0.35
ARCILLA ARENOSA	3000 - 4250	ARENA: DENSA	0.2 - 0.4
SUELOS GRACIARES	1000 - 18000	DE GRANO GRUESO	0.15
LOESS	1500 - 8000	DE GRANO FINO	0.25
ARENA LIMOSA	500 - 2000	ROGA	0.1 - 0.4
ARENA: SUELTA	1000 - 2500	LOESS	0.1 - 0.3
DENSA	5000 - 10000	HIELO	0.28
GRAVA ARENOSA: DENSA	8000 - 20000	CONCRETO	0.15
SUELTA	5000 - 14000		
ARCILLA ESQUISTOSA	14000 - 140000		
LIMOS	200 - 2000		

  
 Rumbeneyra Oblitas Henríquez  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS**  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
**ASTM D 3080**

**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.

**CALICATA C-7**

**MUESTRA M - 7**

**Profundidad : 1.10 a 1.60 m**

ESPECIMEN N°	DENSIDAD REMOLDEADA g/ cm <sup>3</sup>	DENSIDAD SECA g/ cm <sup>3</sup>	ESFUERZO NORMAL kg/ cm <sup>2</sup>	HUMEDAD NATURAL %	GRADO DE SATURACIÓN %	ESFUERZO CORTE MÁX. kg/ cm <sup>2</sup>
Nº 01	1.756	1.250	0.50	40.44	97.86	0.384
Nº 02	1.736	1.246	1.00	39.37	94.62	0.583
Nº 03	1.764	1.274	1.50	38.50	96.61	0.803

ESPECIMEN N°01			ESPECIMEN N°02			ESPECIMEN N°03		
DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm <sup>2</sup> )
0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.10	0.098	0.196	0.10	0.120	0.120	0.10	0.131	0.087
0.20	0.109	0.218	0.20	0.131	0.131	0.20	0.120	0.080
0.35	0.120	0.240	0.35	0.142	0.142	0.35	0.142	0.095
0.50	0.131	0.262	0.50	0.164	0.164	0.50	0.164	0.109
0.75	0.164	0.328	0.75	0.197	0.197	0.75	0.186	0.124
1.00	0.197	0.394	1.00	0.230	0.230	1.00	0.197	0.131
1.25	0.296	0.592	1.25	0.252	0.252	1.25	0.230	0.153
1.50	0.318	0.637	1.50	0.263	0.263	1.50	0.252	0.168
1.75	0.362	0.725	1.75	0.296	0.296	1.75	0.318	0.212
2.00	0.373	0.747	2.00	0.318	0.318	2.00	0.340	0.227
2.50	0.384	0.769	2.50	0.362	0.362	2.50	0.351	0.234
3.00	0.384	0.769	3.00	0.373	0.373	3.00	0.362	0.242
3.50	0.384	0.769	3.50	0.406	0.406	3.50	0.373	0.249
4.00	0.384	0.769	4.00	0.417	0.417	4.00	0.406	0.271
4.50	0.384	0.769	4.50	0.439	0.439	4.50	0.417	0.278
5.00	0.384	0.769	5.00	0.473	0.473	5.00	0.473	0.315
5.50	0.384	0.769	5.50	0.495	0.495	5.50	0.528	0.352
6.00	0.384	0.769	6.00	0.539	0.539	6.00	0.561	0.374
6.50	0.384	0.769	6.50	0.561	0.561	6.50	0.583	0.388
7.00	0.384	0.769	7.00	0.583	0.583	7.00	0.638	0.425
7.50	0.384	0.769	7.50	0.583	0.583	7.50	0.649	0.433
8.00	0.384	0.769	8.00	0.583	0.583	8.00	0.671	0.447
8.50	0.384	0.769	8.50	0.583	0.583	8.50	0.693	0.462
9.00	0.384	0.769	9.00	0.583	0.583	9.00	0.737	0.491
9.50	0.384	0.769	9.50	0.583	0.583	9.50	0.748	0.499
10.00	0.384	0.769	10.00	0.583	0.583	10.00	0.803	0.535
11.00	0.384	0.769	11.00	0.583	0.583	11.00	0.803	0.535
12.00	0.384	0.769	12.00	0.583	0.583	12.00	0.803	0.535

*[Firma]*  
 RIVERA Oblitas Jent  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

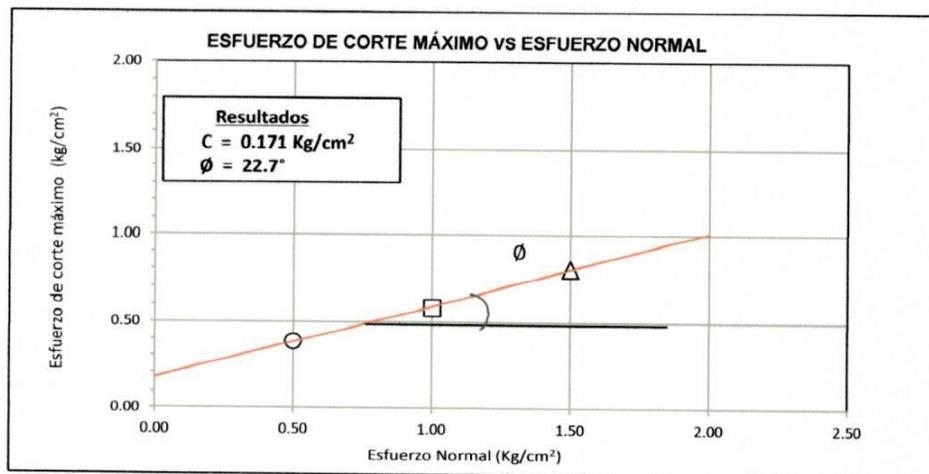
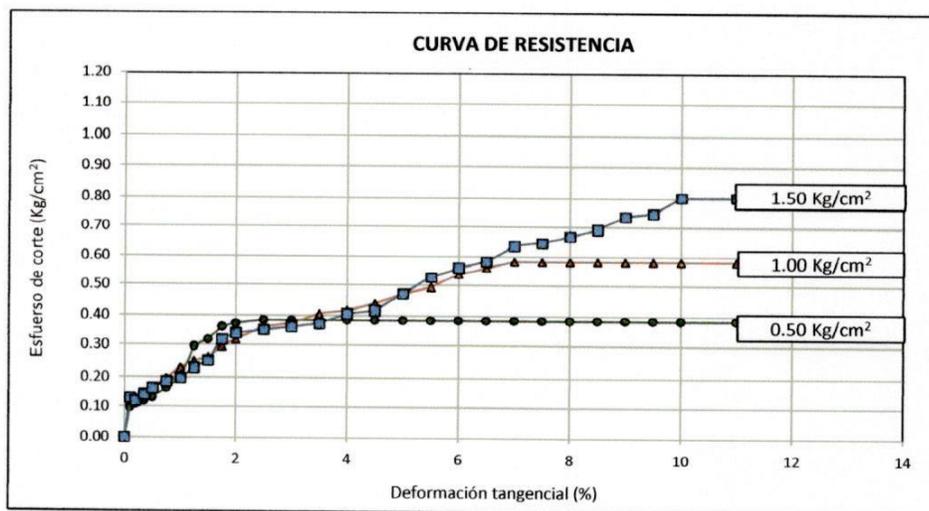
ENSAYO DE CORTE DIRECTO  
ASTM D 3080

**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.

**CALICATA C-7**

**MUESTRA M - 7**

**Profundidad : 1.10 a 1.60 m**



*Rivaldeyra Oblitas Henrí*  
TÉCNICO DE LABORATORIO

**CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE**

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
 TESISTA : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
 TESIS : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL  
 DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.

UBICACIÓN : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN  
 CAJAMARCA.

**CALICATA : C - 7      MUESTRA M - 3      PROFUNDIDAD : 1.10 a 1.60 m**

**CIMENTACION CONTINUA**

**CAPACIDAD PORTANTE**

**(FALLA LOCAL)**

$$q_d = (2/3)C \cdot N'_c + Y \cdot D_f \cdot N'_q + 0.5 Y \cdot B \cdot N'_y$$

Donde:

$q_d$  = Capacidad de Carga limite en  $Tm/m^2$

C = Cohesión del suelo en  $Tm/m^2$

Y = Peso volumétrico del suelo en  $Tm/m^3$

$D_f$  = Profundidad de desplante de la cimentación en metros

B = Ancho de la zapata, en metros

$N'_c$   $N'_q$ ,  $N'_y$  = Factores de carga obtenidas del gráfico

**DATOS:**

Ø =	22.7 °
Ø' =	15.58
C =	0.171
Y =	1.523
$D_f$ =	1.5
B =	1.00
$N_c$ =	13.33
$N_q$ =	4.72
$N_y$ =	1.68

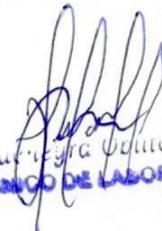
$$q_d = 27.25 \text{ Tm/m}^2$$

$$q_d = 2.73 \text{ Kg/cm}^2$$

\* Factor de seguridad (FS=3)

**PRESION ADMISIBLE**

$$q_a = 0.91 \text{ Kg/cm}^2$$

  
 TECNICO DE LABORATORIO

### CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
 TESISTA : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PEREZ  
 TESIS : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL  
 DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.

UBICACION : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN  
 CAJAMARCA.

**CALICATA : C - 7 MUESTRA M - 3 PROFUNDIDAD : 1.10 a 1.60 m**

#### CIMENTACION AISLADA

#### CAPACIDAD PORTANTE

#### (FALLA LOCAL)

$$q_d = 1.3(2/3)C \cdot N'_c + Y \cdot Z \cdot N'_q + 0.4 Y \cdot B \cdot N'_y$$

Donde:

$q_d$  = Capacidad de Carga limite en  $Tm/m^2$

$C$  = Cohesión del suelo en  $Tm/m^2$

$Y$  = Peso volumétrico del suelo en  $Tm/m^3$

$D_f$  = Profundidad de desplante de la cimentación en metros

$B$  = Ancho de la zapata, en metros

$N'_c$   $N'_q$ ,  $N'_y$  = Factores de carga obtenidas del gráfico

#### DATOS:

$\phi$ =	22.70 °
$\phi'$ =	15.58°
$C$ =	0.171
$Y$ =	1.523
$D_f$ =	1.50
$B$ =	1.00
$N'_c$ =	13.33
$N'_q$ =	4.72
$N'_y$ =	1.68

$$q_d = 31.55 \text{ Tm/m}^2$$

$$q_d = 3.16 \text{ Kg/cm}^2$$

\* Factor de seguridad (FS=3)

#### PRESION ADMISIBLE

$$q_a = 1.05 \text{ Kg/cm}^2$$

*[Firma]*  
 RIVERA Obilias Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

### CÁLCULO DE ASENTAMIENTO ELÁSTICO

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
 TESIS : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PEREZ  
 TESIS : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
 UBICACION : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.

CALICATA : C - 7

MUESTRA M - 3

PROFUNDIDAD : 1.10 a 1.60 m

#### ASENTAMIENTO ELÁSTICO

$$S = \frac{qB(1 - u^2)I_f}{E_s}$$

Donde:

S = Asentamiento inmediato en cm  
 q = Presión de trabajo neta (Ton/m<sup>2</sup>)  
 B = Ancho de la cimentación (m)  
 u = Relación de Poisson  
 I<sub>f</sub> = Factor de Forma (cm/m)  
 E<sub>s</sub> = Modulo de Elasticidad (ton/m<sup>2</sup>)

**DATOS:**

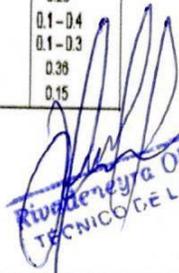
q =	6.82
B =	1.00
u =	0.25
I <sub>f</sub> =	112
E <sub>s</sub> =	2500

$$S = 0.29 \text{ cm}$$

$$S = 2.86 \text{ mm}$$

FORMA DE LA ZAPATA	VALORES DE I <sub>f</sub> (cm/m)				
	CIM. FLEXIBLE			RIGIDA	
	CENTRO	ESQ.	MEDIO	--	
RECTANGULAR L/B = 2	153	77	130	120	
	L/B = 5	210	105	183	170
	L/B = 10	254	127	225	210
CUADRADA	112	58	95	82	
CIRCULAR	100	84	85	88	

TIPO DE SUELO	E <sub>s</sub> (ton/m <sup>2</sup> )	TIPO DE SUELO	μ (-)
ARCILLA MUY BLANDA	30 - 300	ARCILLA SATURADA	0.4 - 0.5
BLANDA	200 - 400	NO SATURADA	0.1 - 0.3
MEDIA	450 - 900	ARENOSA	0.2 - 0.3
DURA	700 - 2000	LIMO	0.3 - 0.35
ARCILLA ARENOSA	3000 - 4250	ARENA : DENSA	0.2 - 0.4
SUELOS GRACIARES	1000 - 18000	DE GRANO GRUESO	0.15
LOESS	1500 - 8000	DE GRANO FINO	0.25
ARENA LIMOSA	500 - 2000	ROCA	0.1 - 0.4
ARENA : SUELTA	1000 - 2500	LOESS	0.1 - 0.3
DENSA	5000 - 10000	HIELO	0.38
GRAVA ARENOSA : DENSA	8000 - 20000	CONCRETO	0.15
SUELTA	5000 - 14 000		
ARCILLA ESQUISTOSA	14000 - 140000		
LIMOS	200 - 2000		

  
 RIVERA Obdías Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

## **GRAVEDAD ESPECÍFICA N.T.P 339.131**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ

**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.

**ENSAYO** : SUELOS. Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo.

**NORMA DE REFERENCIA** : NTP 339.131 ASTM D - 854

<i>Calicata</i> : C-1 <i>Muestra</i> : M - 4 <i>Profundidad</i> : 1.80 - 2.30 mt.		
Peso específico relativo de sólidos ( $G_s$ )	g/cm <sup>3</sup>	2.206

<i>Calicata</i> : C - 2 <i>Muestra</i> : M - 4 <i>Profundidad</i> : 1.60 - 2.20 mt.		
Peso específico relativo de sólidos ( $G_s$ )	g/cm <sup>3</sup>	2.372

<i>Calicata</i> : C - 3 <i>Muestra</i> : M - 4 <i>Profundidad</i> : 1.60 - 2.10 mt.		
Peso específico relativo de sólidos ( $G_s$ )	g/cm <sup>3</sup>	2.288

<i>Calicata</i> : C - 4 <i>Muestra</i> : M - 4 <i>Profundidad</i> : 2.20 - 2.80 mt.		
Peso específico relativo de sólidos ( $G_s$ )	g/cm <sup>3</sup>	2.112

  
 Rudy Neyra Oblitas Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y**  
**PAVIMENTOS**

Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.  
**ENSAYO** : SUELOS. Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo.

**NORMA DE REFERENCIA** : NTP 339.131 ASTM D - 854

<u>Calicata</u> : C-5		
<u>Muestra</u> : M - 3		
<u>Profundidad</u> : 1.40 - 2.20 mt.		
<hr/>		
Peso específico relativo de sólidos ( $G_s$ )	g/cm <sup>3</sup>	2.227

<u>Calicata</u> : C - 6		
<u>Muestra</u> : M - 3		
<u>Profundidad</u> : 1.60 - 2.30 mt.		
<hr/>		
Peso específico relativo de sólidos ( $G_s$ )	g/cm <sup>3</sup>	2.304

<u>Calicata</u> : C - 7		
<u>Muestra</u> : M- 3		
<u>Profundidad</u> : 1.10 - 1.60 mt.		
<hr/>		
Peso específico relativo de sólidos ( $G_s$ )	g/cm <sup>3</sup>	2.203

<u>Calicata</u> : C - 8		
<u>Muestra</u> : M - 3		
<u>Profundidad</u> : 1.20 - 1.80 mt.		
<hr/>		
Peso específico relativo de sólidos ( $G_s$ )	g/cm <sup>3</sup>	2.247

  
 RIVINDA HENRY OBLITAS HENRY  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN:** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.  
**ENSAYO** : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.  
**REFERENCIA** : NTP 339.152 / USBR E - 8

<i>Calicata</i>	: C-1
<i>Muestra</i>	: M - 4
<i>Profundidad</i>	: 1.80 - 2.30 mt.
Constituyentes de sales solubles totales	ppm 7500
Constituyentes de sales solubles totales	% 0.75

<i>Calicata</i>	: C - 2
<i>Muestra</i>	: M - 4
<i>Profundidad</i>	: 1.60 - 2.20 mt.
Constituyentes de sales solubles totales	ppm 6500
Constituyentes de sales solubles totales	% 0.65

<i>Calicata</i>	: C - 3
<i>Muestra</i>	: M - 4
<i>Profundidad</i>	: 1.60 - 2.10 mt.
Constituyentes de sales solubles totales	ppm 7500
Constituyentes de sales solubles totales	% 0.75

<i>Calicata</i>	: C - 4
<i>Muestra</i>	: M - 4
<i>Profundidad</i>	: 2.20 - 2.80 mt.
Constituyentes de sales solubles totales	ppm 9500
Constituyentes de sales solubles totales	% 0.95

**OBSERVACIONES :**

- 1) Muestreo e identificación realizado por el Solicitante  
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

  
 Rindeneira Oblitas Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS**  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN:** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.  
**ENSAYO** : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.  
**REFERENCIA** : NTP 339.152 / USBR E - 8

<i>Calicata</i> : C-5	
<i>Muestra</i> : M - 3	
<i>Profundidad</i> : 1.40 - 2.20 mt	
<hr/>	
Constituyentes de sales solubles totales	ppm 4000
Constituyentes de sales solubles totales	% 0.40

<i>Calicata</i> : C - 6	
<i>Muestra</i> : M - 3	
<i>Profundidad</i> : 1.60 - 2.30 mt	
<hr/>	
Constituyentes de sales solubles totales	ppm 5500
Constituyentes de sales solubles totales	% 0.55

<i>Calicata</i> : C - 7	
<i>Muestra</i> : M - 3	
<i>Profundidad</i> : 1.10 - 1.60 mt	
<hr/>	
Constituyentes de sales solubles totales	ppm 7500
Constituyentes de sales solubles totales	% 0.75

<i>Calicata</i> : C - 8	
<i>Muestra</i> : M - 3	
<i>Profundidad</i> : 1.20 - 1.80 mt	
<hr/>	
Constituyentes de sales solubles totales	ppm 8500
Constituyentes de sales solubles totales	% 0.85

**OBSERVACIONES :**

- 1) Muestreo e identificación realizado por el Solicitante  
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

*[Firma]*  
 RIVERA Obítas Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

## **PESO VOLUMÉTRICO NTP 400.017**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y  
 PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL  
 DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN  
 CAJAMARCA.

**ENSAYO** : Peso Volumétrico de Suelos Cohesivos  
**REFERENCIA** : NTP 339.139 / BS-1377

Calicata : C- 1  
 Muestra : M-4  
 Profundidad : 1.80 - 2.30 m

Peso volumétrico húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.568
-------------------------	-------------------	-------

Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.317
-----------------------	-------------------	-------

Calicata : C-2  
 Muestra : M-4  
 Profundidad : 1.60 - 2.20 m

Peso volumétrico húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.539
-------------------------	-------------------	-------

Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.313
-----------------------	-------------------	-------

Calicata : C-6  
 Muestra : M -3  
 Profundidad : 1.60 - 2.30 m

Peso volumétrico húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.583
-------------------------	-------------------	-------

Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.295
-----------------------	-------------------	-------

Calicata : C-7  
 Muestra : M -3  
 Profundidad : 1.10 - 1.60

Peso volumétrico húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.523
-------------------------	-------------------	-------

Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.327
-----------------------	-------------------	-------

*[Handwritten Signature]*  
 Ruy de la Cruz Oblitas Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

**ESTUDIO DE CANTERA:  
ARENA**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DIS  
 DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN  
 CAJAMARCA.

**ENSAYO** : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales  
 más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 µm (N° 200) por lavado en  
 agregados

**REFERENCIA** : NORMA NTP 400.018 / ASTM C-117

Cantera : Denominada " La Roca"

Muestra : M 1

Material más fino que la malla (N° 200) por vía húmeda	%	1.7
--	---	-----

**OBSERVACIONES :**

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

  
 Rina de la Cruz Oblitas Jentis  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS**  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.

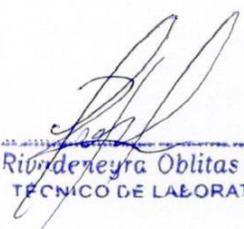
ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.

REFERENCIA : NTP 339.152 / USBR E - 8

<u>Cantera</u>	: Denominada " La Roca"		
<u>Muestra</u>	: Arena Gruesa		
Constituyentes de sales solubles totales		ppm	200
Constituyentes de sales solubles totales		%	0.02

**OBSERVACIONES :**

- 1) Muestreo e identificación realizado por el Solicitante  
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

  
 Riby de Neyra Oblitas Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

**ESTUDIO DE CANTERAS:  
PIEDRA**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS**  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.

**Ensayo** RESISTENCIA AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1 1/2") POR MEDIO DE LA MAQUINA DE LOS ANGELES

**Referencia** Norma MTC E 207 / ASTM C-131

**Cantera** : Denominada " La Roca "

**I.- Granulometría global**

Mallas Pasa	Retiene	Peso retenido	% retenido	Método A
1 1/2"	1"	105.0	1.5	0.0
1"	3/4"	1890.0	26.1	1500.0
3/4"	1/2"	3485.0	48.2	2000.0
1/2"	3/8"	1752.0	24.2	1500.0
<b>Total</b>		<b>7232.0</b>	<b>100.0</b>	<b>5000</b>

**II.- Ensayo de Abrasión**

- Peso inicial antes del ensayo	5000.0
- Peso final después de las 200 revoluciones	4680.0
- Peso final después de las 500 revoluciones	4360.0

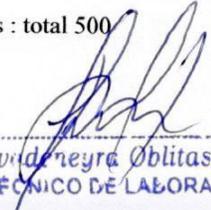
**III.- Cálculos**

- % de desgaste por abrasión	12.8
- % de uniformidad	0.5

**OBSERVACIONES :**

NOTA :

- Método de ensayo a usar: Gradación "A", N° de esferas : 12, Revoluciones : total 500

  
 Rivaldo Neyra Oblitas Jery  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

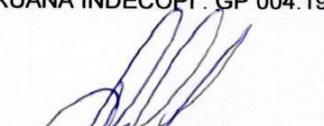
**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CÁTIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.  
**ENSAYO** : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 µm (Nº 200) por lavado en agregados  
**REFERENCIA** : NORMA NTP 400.018 / ASTM C-117

<u>Muestra</u> : Piedra Chancada 3/4
<u>Cantera</u> : Denominada " La Roca"
<u>Muestra</u> : M 1

Material más fino que la malla (Nº 200) por vía húmeda	%	0.4
--	---	-----

**OBSERVACIONES :**

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

  
 Rumbenayra Oblitas Jent  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS**  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.

**ENSAYO** : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.

**REFERENCIA** : NTP 339.152 / USBR E - 8

<u>Cantera</u>	: Denominada " La Roca"		
<u>Muestra</u>	: Piedra de 3/4		
Constituyentes de sales solubles totales		ppm	500
Constituyentes de sales solubles totales		%	0.05

**OBSERVACIONES :**

- 1) Muestreo e identificación realizado por el Solicitante  
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

  
 Ruy de la Cruz Oblitas Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESISTA** : DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ  
**TESIS** : ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA - 2018.  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

F<sub>c</sub> = 210 kg/cm<sup>2</sup>

CEMENTO:

1.- Tipo de cemento : Tipo I Quisqueya  
 2.- Peso específico : 3471 Kg/m<sup>3</sup>

AGREGADOS :

Agregado fino :

Cantera :  
 1.- Peso específico de masa 2.539 gr/cm<sup>3</sup>  
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.5628 gr/cm<sup>3</sup>  
 3.- Peso unitario suelto 1471 Kg/m<sup>3</sup>  
 4.- Peso unitario compactado 1706 Kg/m<sup>3</sup>  
 5.- % de absorción 1.0 %  
 6.- Contenido de humedad 0.5 %  
 7.- Módulo de fineza 1.098

Agregado grueso :

Cantera :  
 1.- Peso específico de masa 2.673 gr/cm<sup>3</sup>  
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.689 gr/cm<sup>3</sup>  
 3.- Peso unitario suelto 1385 Kg/m<sup>3</sup>  
 4.- Peso unitario compactado 1579 Kg/m<sup>3</sup>  
 5.- % de absorción 0.6 %  
 6.- Contenido de humedad 0.3 %  
 7.- Tamaño máximo 1 1/2" Pulg.  
 8.- Tamaño máximo nominal 1" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
N° 04	1.3	98.7
N° 08	1.3	97.3
N° 16	0.8	96.6
N° 30	2.0	94.6
N° 50	22.1	72.5
N° 100	42.1	30.5
Fondo	30.5	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	13.1	86.9
3/4"	21.3	65.5
1/2"	28.1	37.5
3/8"	11.9	25.5
N° 04	17.4	8.1
N° 08	6.7	1.4
N° 16	1.4	0.0
Fondo	0.0	0.0

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2406 Kg/m<sup>3</sup>  
 Resistencia promedio a los 3 días : 104 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 3 días : 50 %  
 Resistencia promedio a los 7 días : 209 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 7 días : 99 %  
 Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 12.1 bolsas/m<sup>3</sup>  
 Relación agua cemento de diseño : 0.522

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento 516 Kg/m<sup>3</sup> : Tipo I Quisqueya  
 Agua 269 L : Potable de la zona  
 Agregado fino 589 Kg/m<sup>3</sup> :  
 Agregado grueso 1033 Kg/m<sup>3</sup> :

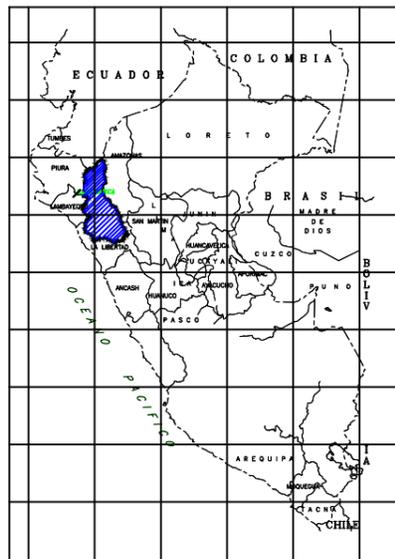
	Cemento	Arena	Piedra	Agua
Proporción en peso :	1.00	1.14	2.00	22.2
Proporción en volumen :	1.00	1.16	2.17	22.2

*[Firma]*  
 RIVERA OBLITAS AEN?  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

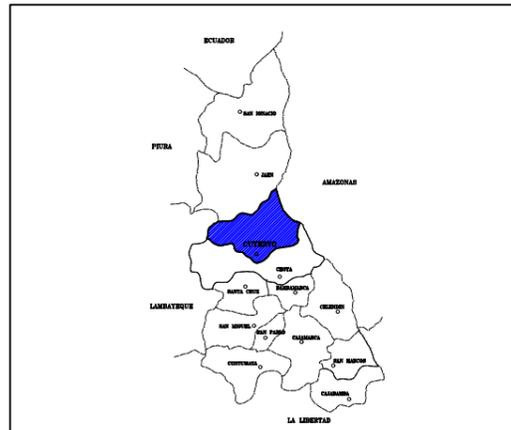
## **Anexo 12. PLANOS**

## **PLANO DE UBICACIÓN**

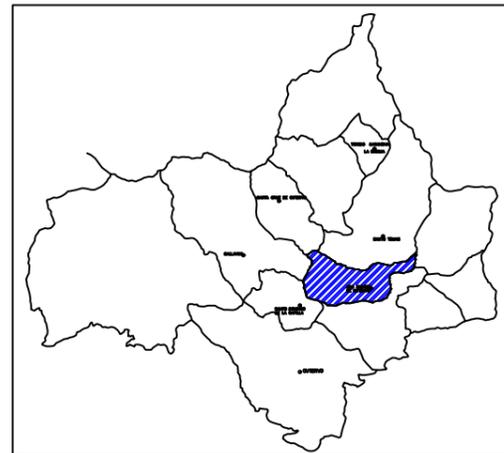
UBICACIÓN EN EL PERU



UBICACIÓN EN EL DEPARTAMENTO



UBICACIÓN EN LA PROVINCIA



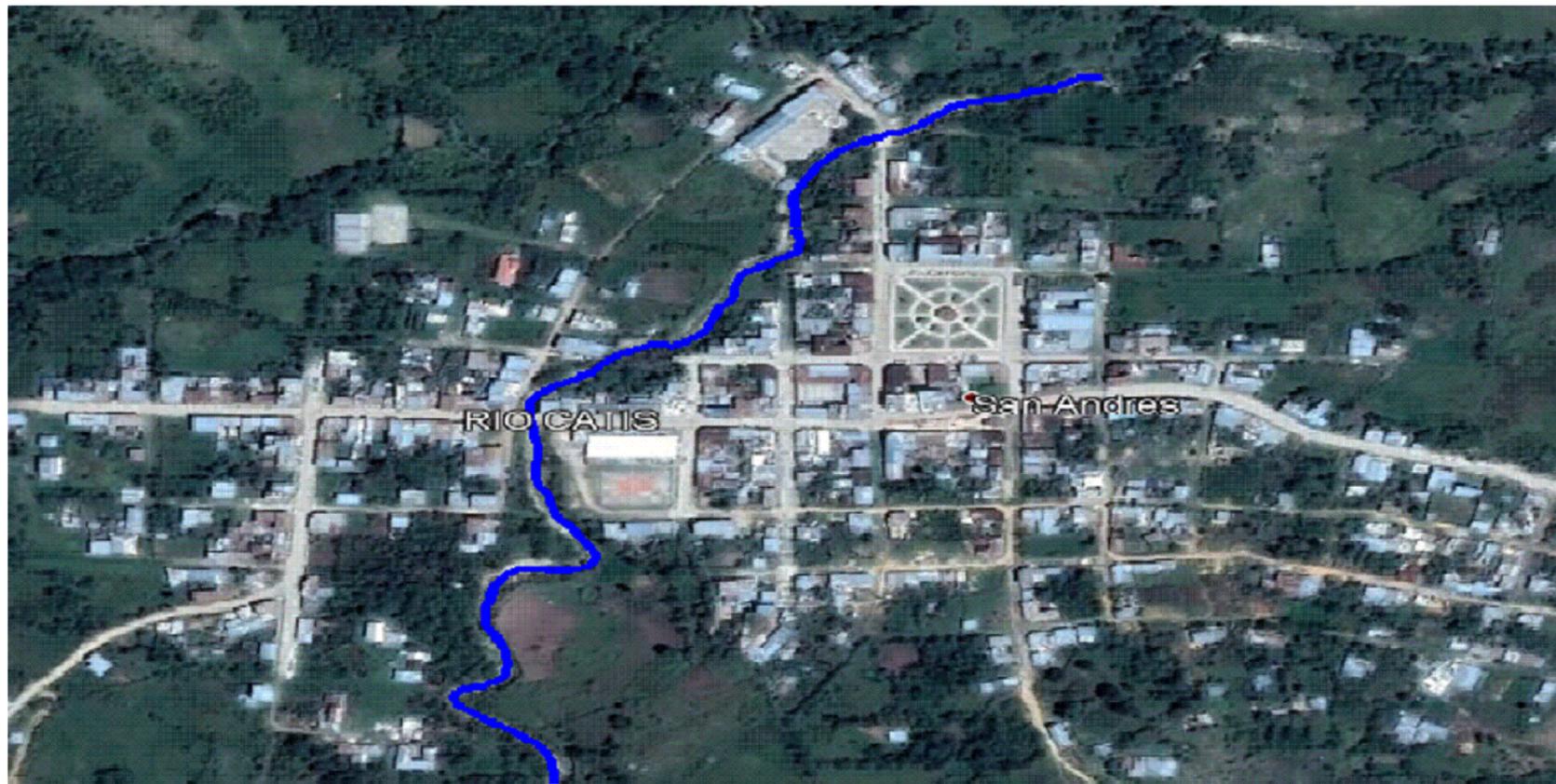
UNIVERSIDAD CATÓLICA  
SANTO TORIBIO DE  
MOGROVEJO  
USAT-PERU

FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE  
INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL

PROYECTO:  
**ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CÁTIS A  
SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL  
DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE  
CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA  
2018.**

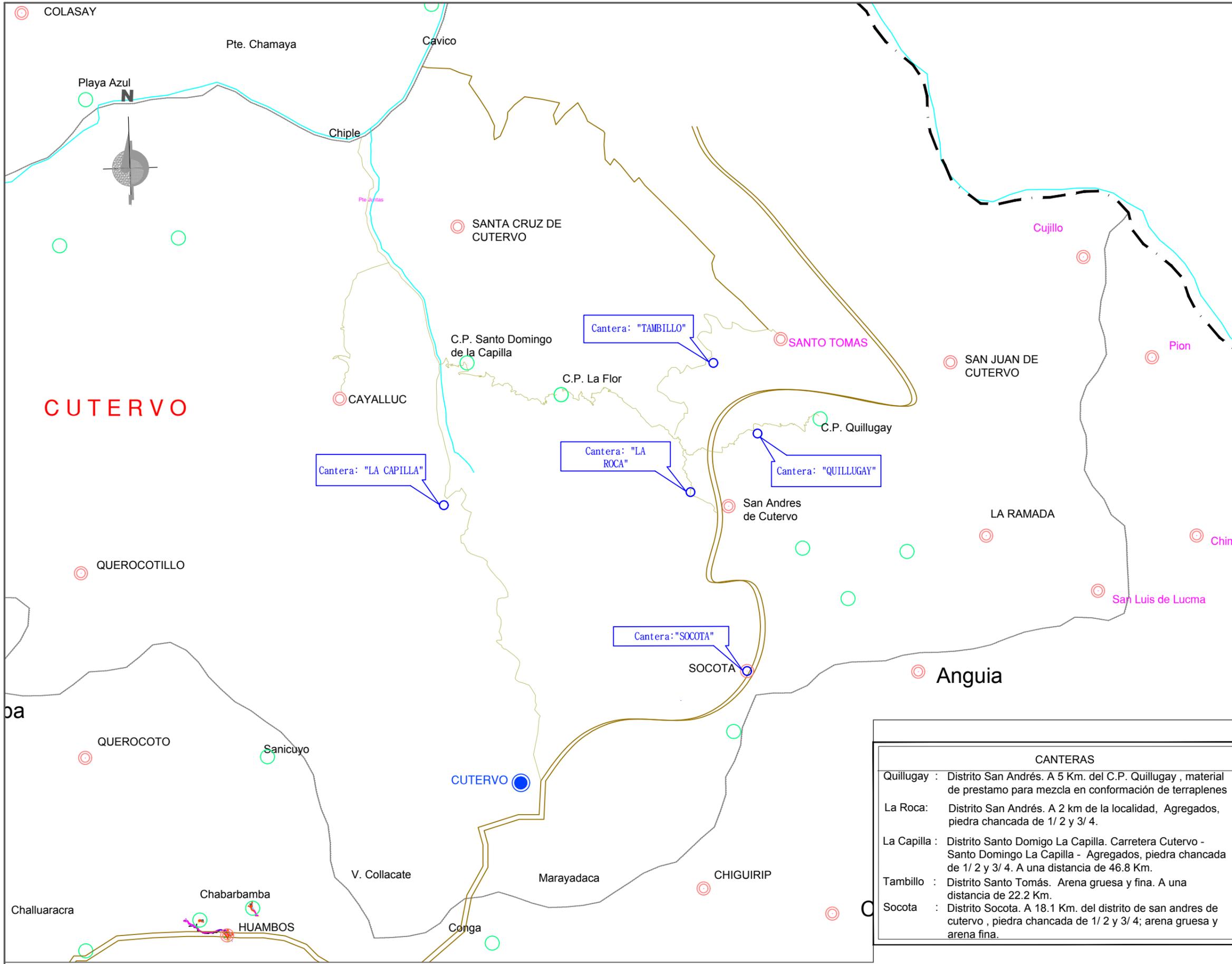
ASESORES::  
ING° WILMER MOISES ZELADA ZAMORA  
ING° JOAQUÍN HERNÁN ROJAS OBLITAS  
ING° WILSON MARTIN GARCÍA VERA

UBICACIÓN DEL PROYECTO EN EL DISTRITO



ESTUDIANTE:  
DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ.

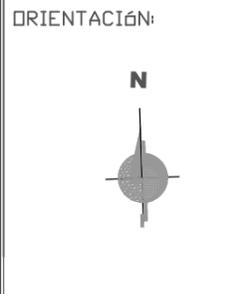
PLANO:
UBICACIÓN
OBSERVACIONES:
ESCALA:
FECHA: <b>OCTUBRE 2021</b>
DIBUJO: <b>D.E.J.D.P</b>
LÁMINA:  <b>U-1</b>



FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE  
 INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL

PROYECTO:  
 " ENCAUZAMIENTO DEL RIO  
 CATIS A SU PASO POR LA  
 ZONA URBANA DEL DISTRITO  
 DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO,  
 CUTERVO, CAJAMARCA."

JURADO:  
 ING° WILNER MUISES ZELADA ZAMORA  
 ING° JOAQUIN HERNAN ROJAS OBLITAS  
 ING° WILSON MARTIN GARCIA VERA



CANTERAS	
Quillugay :	Distrito San Andrés. A 5 Km. del C.P. Quillugay , material de prestamo para mezcla en conformación de terraplenes
La Roca:	Distrito San Andrés. A 2 km de la localidad, Agregados, piedra chancada de 1/ 2 y 3/ 4.
La Capilla :	Distrito Santo Domingo La Capilla. Carretera Cutervo - Santo Domingo La Capilla - Agregados, piedra chancada de 1/ 2 y 3/ 4. A una distancia de 46.8 Km.
Tambillo :	Distrito Santo Tomás. Arena gruesa y fina. A una distancia de 22.2 Km.
Socota :	Distrito Socota. A 18.1 Km. del distrito de san andres de cutervo , piedra chancada de 1/ 2 y 3/ 4; arena gruesa y arena fina.

PLANO:  
 UBICACION DE LAS  
 CANTERAS

V° B°

OBSERVACIONES:

ESTUDIANTE: DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PEREZ

ESCALA:

FECHA: OCTUBRE 2021

DIBUJADO: D.E.J.D.P

LAMINA:

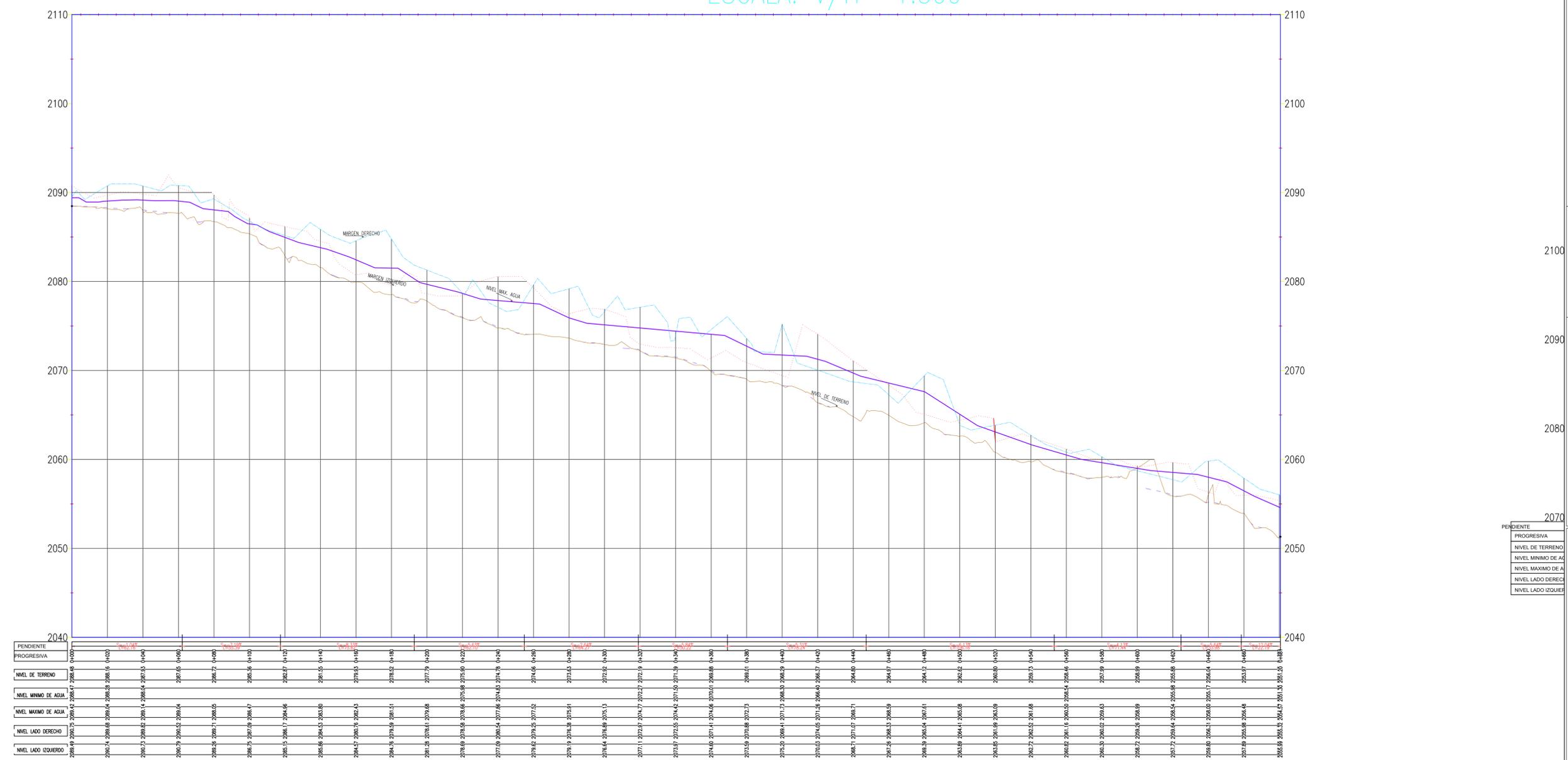
**C-01**

## **PLANTA, PERFIL LONGITUDINAL**

**LEYENDA**

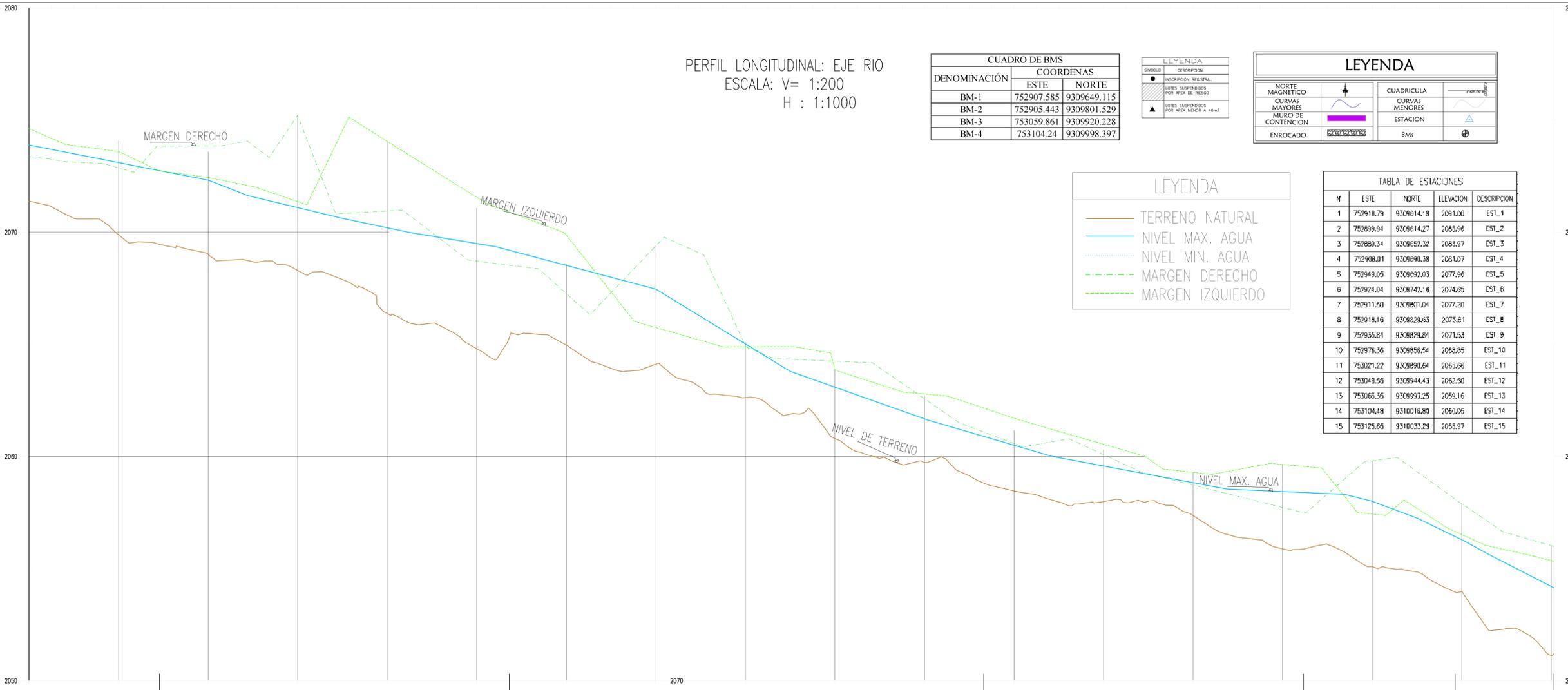
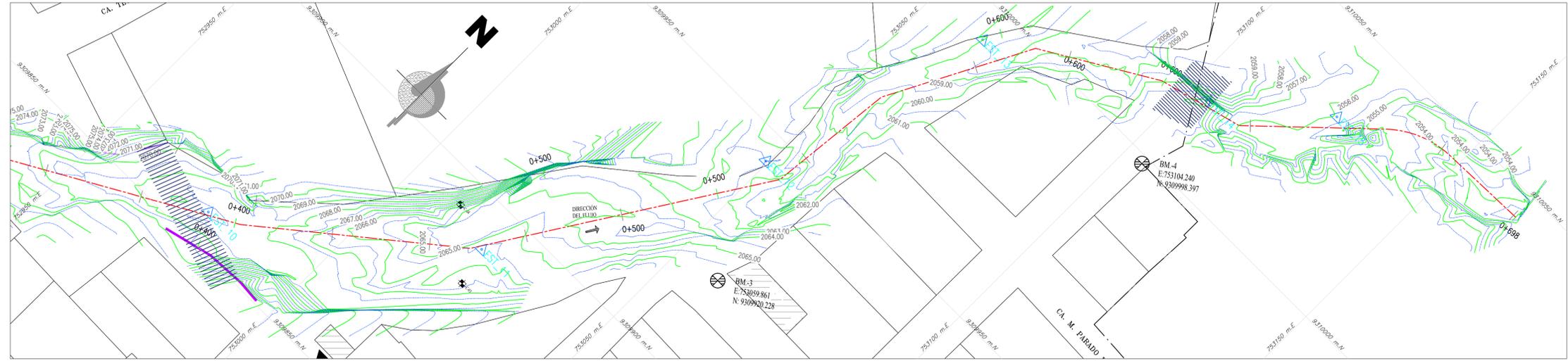
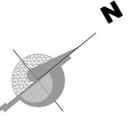
- TERRENO NATURAL
- - - NIVEL MAX. AGUA
- - - NIVEL MIN. AGUA
- MARGEN DERECHO
- MARGEN IZQUIERDO

PERFIL LONGITUDINAL: EJE RIO  
 ESCALA: V/H= 1:500



ESTUDIANTE: DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PEREZ





PERFIL LONGITUDINAL: EJE RIO  
ESCALA: V= 1:200  
H : 1:1000

DENOMINACIÓN	COORDENAS	
	ESTE	NORTE
BM-1	752907.585	9309649.115
BM-2	752905.443	9309801.529
BM-3	753059.861	9309920.228
BM-4	753104.24	9309998.397

SYMBOLO	DESCRIPCION
●	INSCRIPCION REGISTRAL
■	LOTES SUSPENDIDOS POR AREA DE RIESGO
▲	LOTES SUSPENDIDOS POR AREA MENOR A 40m2

LEYENDA	
NORTE MAGNETICO	CUADRICULA
CURVAS MAYORES	CURVAS MENORES
MURO DE CONTENCION	ESTACION
ENROCADO	BMs

LEYENDA	
—	TERRENO NATURAL
—	NIVEL MAX. AGUA
—	NIVEL MIN. AGUA
—	MARGEN DERECHO
—	MARGEN IZQUIERDO

TABLA DE ESTACIONES				
N	ESTE	NORTE	ELEVACION	DESCRIPCION
1	752918.79	9309614.18	2091.00	EST_1
2	752999.94	9309614.27	2088.98	EST_2
3	752989.34	9309652.32	2083.97	EST_3
4	752908.01	9309690.38	2081.07	EST_4
5	752949.05	9309692.03	2077.96	EST_5
6	752924.04	9309742.16	2074.85	EST_6
7	752911.50	9309801.04	2077.20	EST_7
8	752918.16	9309829.63	2075.61	EST_8
9	752936.84	9309829.64	2071.53	EST_9
10	752976.36	9309856.54	2068.85	EST_10
11	753021.22	9309890.64	2065.66	EST_11
12	753049.55	9309944.43	2062.50	EST_12
13	753063.35	9309993.25	2058.16	EST_13
14	753104.48	9310018.80	2060.05	EST_14
15	753125.85	9310033.29	2055.97	EST_15

PENDIENTE	PROGRESIVA	NIVEL DE TERRENO	NIVEL MINIMO DE AGUA	NIVEL MAXIMO DE AGUA	NIVEL LADO DERECHO	NIVEL LADO IZQUIERDO
S <sub>1</sub> = -5.84% L = 50.22	0+340 - 0+360	2073.57	2071.54	2071.54	2071.54	2071.54
S <sub>2</sub> = -5.31% L = 78.24	0+360 - 0+440	2074.69	2071.42	2071.42	2071.42	2071.42
S <sub>3</sub> = -5.13% L = 108.16	0+440 - 0+550	2073.59	2069.07	2069.07	2069.07	2069.07
S <sub>4</sub> = -4.13% L = 71.44	0+550 - 0+620	2068.72	2061.16	2061.16	2061.16	2061.16
S <sub>5</sub> = -5.64% L = 33.98	0+620 - 0+660	2060.30	2056.64	2056.64	2056.64	2056.64
S <sub>6</sub> = -12.04% L = 22.19	0+660 - 0+680	2057.89	2055.99	2055.99	2055.99	2055.99

## **SECCIONES TRANSVERSALES**



FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL

PROYECTO:

" ENCAUZAMIENTO DEL RIO CATIS A SU PASO POR LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA."

JURADO:

- ING° WILMER MOISES ZELADA ZAMORA
ING° JOAQUIN HERNÁN ROJAS OBUTAS
ING° WILSON MARTIN GARCÍA VERA

ORIENTACIÓN:

PLANO:

SECCIONES TRANSVERSALES
Km 0+000 al
Km 0+300

v° B°

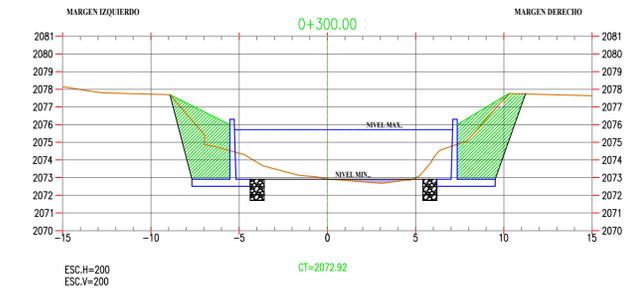
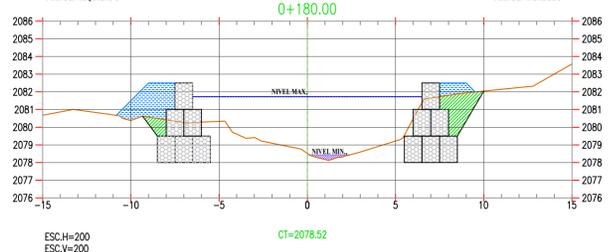
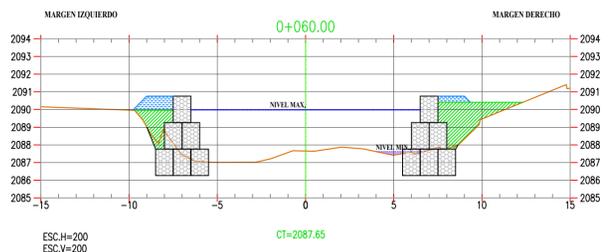
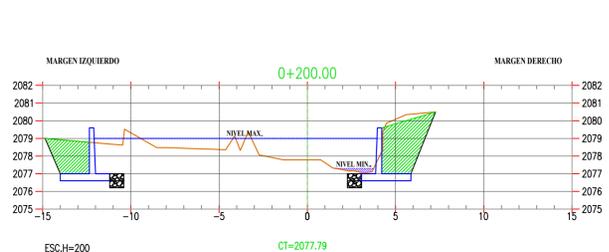
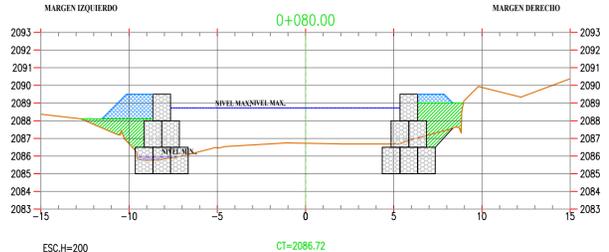
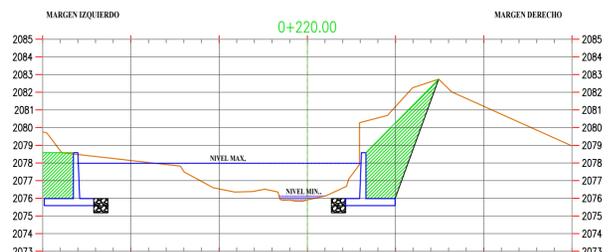
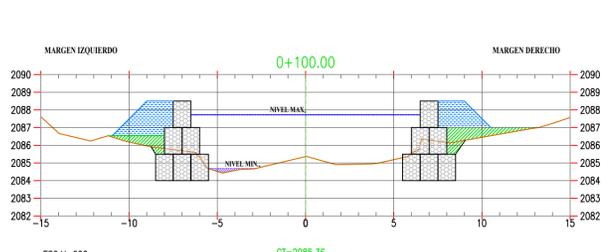
OBSERVACIONES:

ESCALA: INDICADA
FECHA: OCTUBRE 2021
DIBUJADO: D.E.J.D.P
LÁMINA:

ST-01

ESTUDIANTE: DALTON EMANUEL JOYCE DELCADO PÉREZ

Tabla de volúmenes con columnas: Station, Área de Corte, Volumen de Corte, Volumen Reutilizable, Área de Relleno, Volumen de Relleno, Volumen Acumulado de Corte, Volumen Acumulado de Relleno, Volumen Acumulado de Relleno, Volumen Acumulado de Relleno. Incluye datos para estaciones desde 0+000.000 hasta 0+300.000.



LEYENDA
- Línea naranja: TERRENO NATURAL
- Línea azul: NIVEL MAX. AGUA
- Línea roja: NIVEL MIN. AGUA
- Área verde sombreada: RELLENO

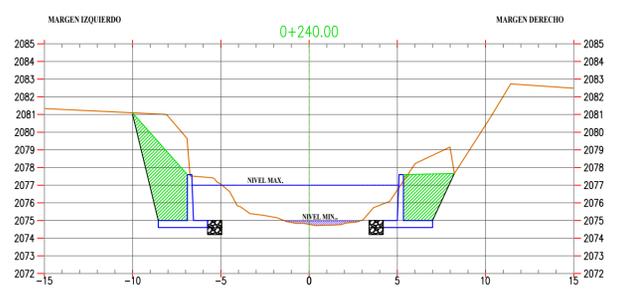
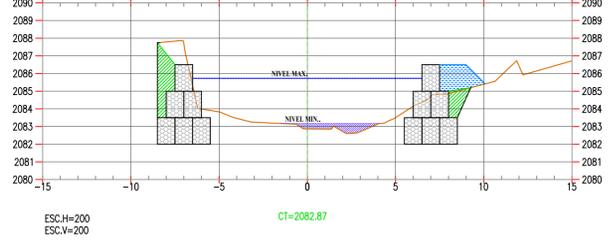
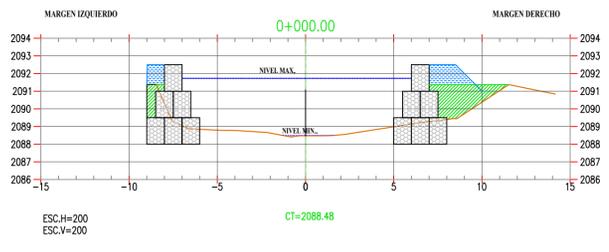
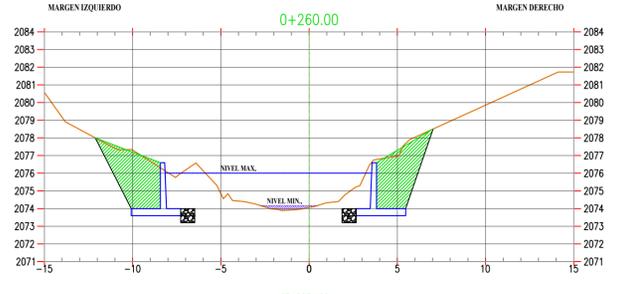
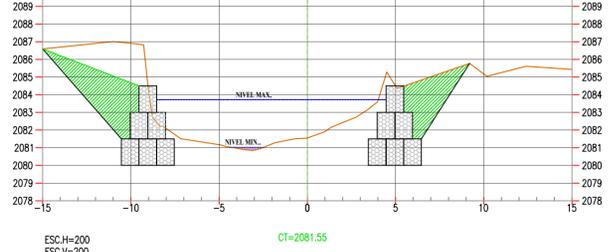
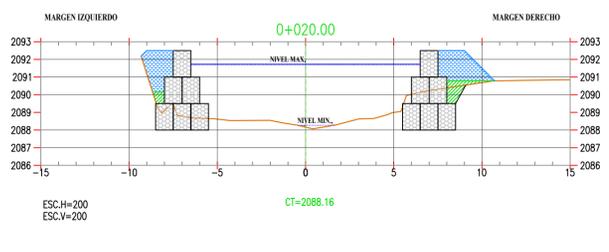
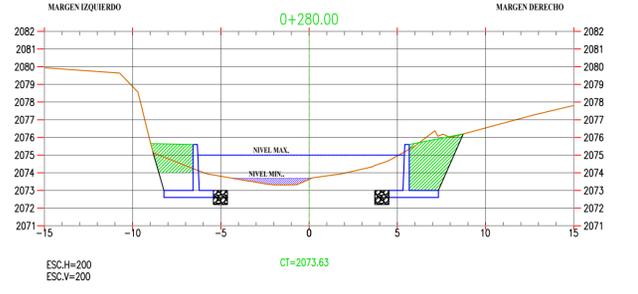
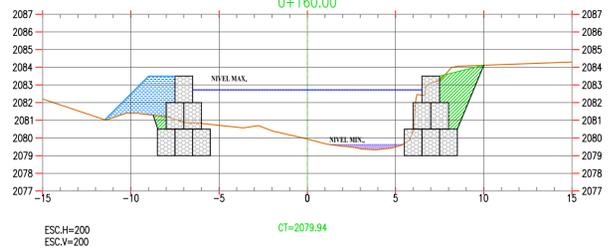
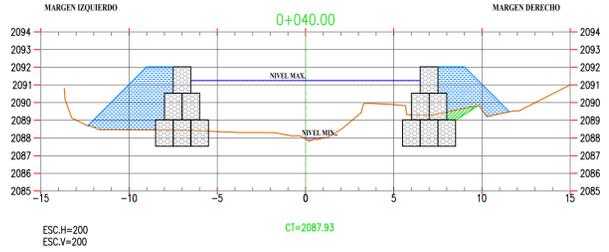
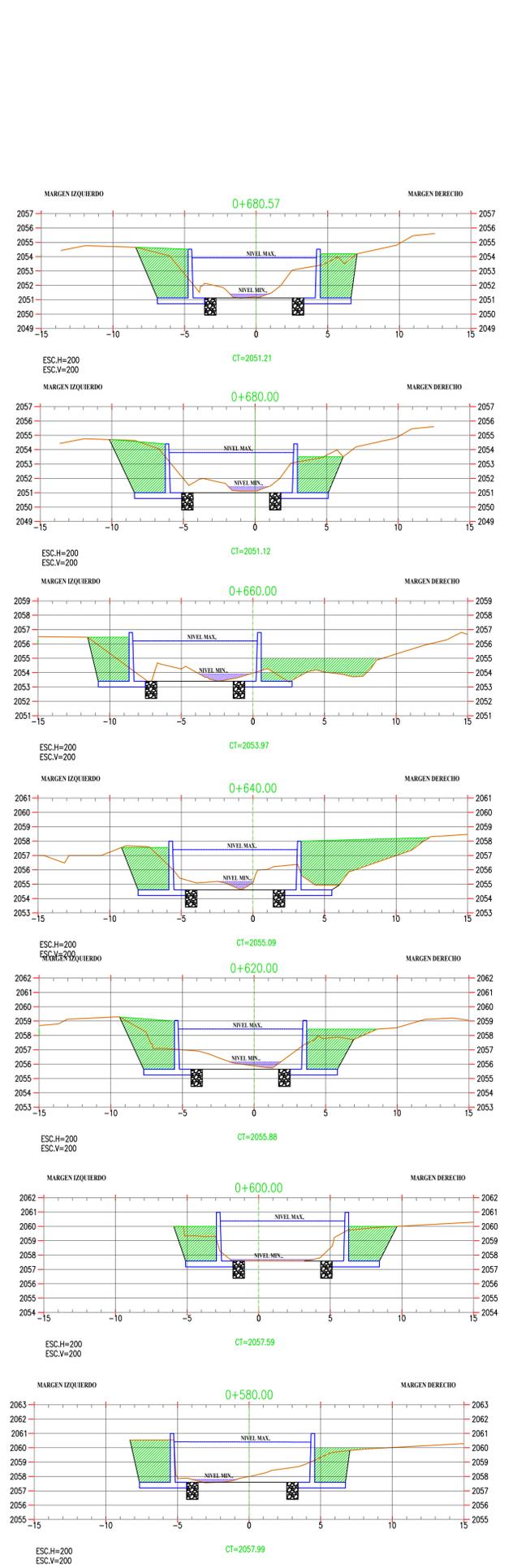
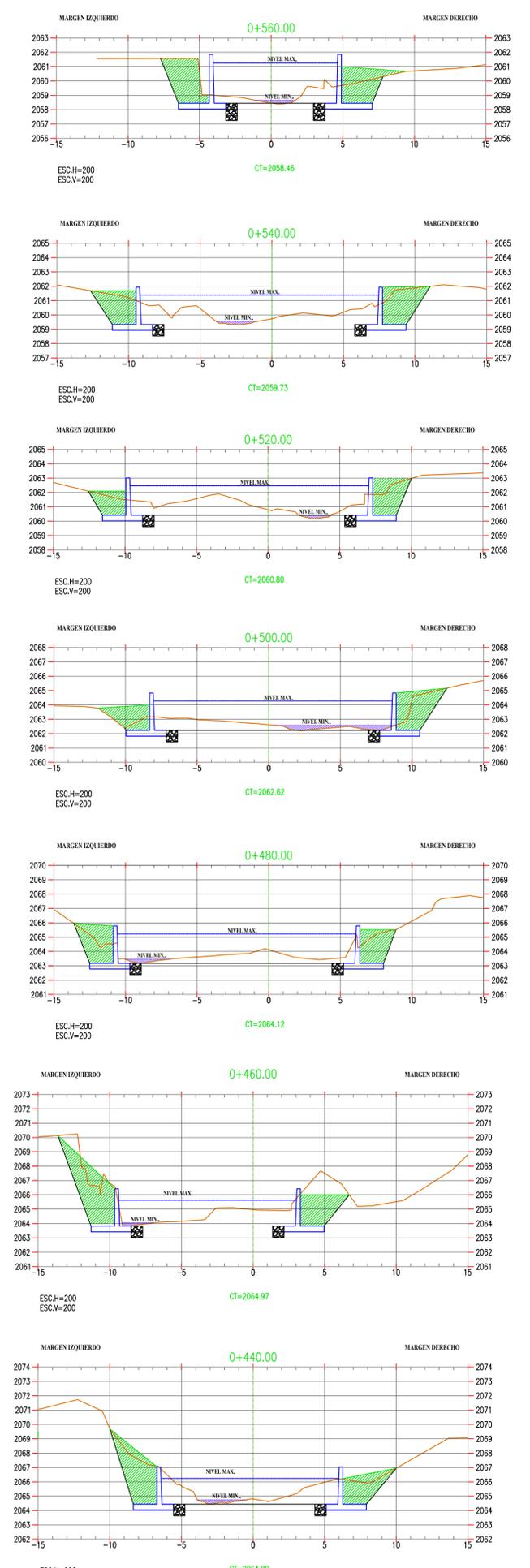
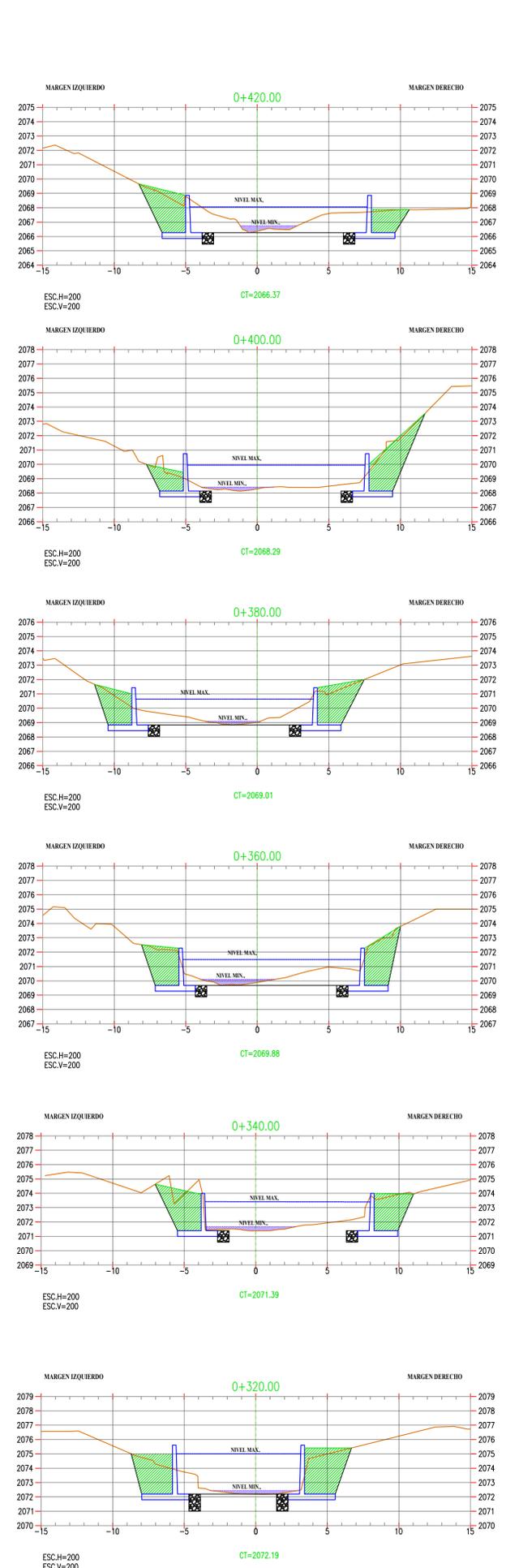


TABLA DE VOLUMENES									
Station	ÁREA DE CORTE (m <sup>2</sup> )	VOLUMEN DE CORTE (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN REUTILIZABLE (m <sup>3</sup> )	ÁREA DE RELLENO (m <sup>2</sup> )	VOLUMEN DE RELLENO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ACUMULADO DE REUTILIZACIÓN (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ACUMULADO DE RELLENO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ACTUAL DE RELLENO (m <sup>3</sup> )
0+000.000	34.87	811.75	811.75	0.00	0.00	811.75	0.00	0.00	811.75
0+100.000	34.84	415.52	415.52	0.00	0.00	846.27	0.00	0.00	846.27
0+200.000	39.15	668.12	668.12	0.00	0.00	914.60	0.00	0.00	914.60
0+300.000	32.65	377.90	377.90	0.00	0.00	947.50	0.00	0.00	947.50
0+350.000	32.70	446.60	446.60	0.00	0.00	990.10	0.00	0.00	990.10
0+353.148	32.81	103.11	103.11	0.00	0.00	1093.21	0.00	0.00	1093.21
0+375.000	38.39	777.94	777.94	0.00	0.00	1025.15	0.00	0.00	1025.15
0+400.000	33.72	901.48	901.48	0.00	0.00	1121.63	0.00	0.00	1121.63
0+403.348	39.67	122.50	122.50	0.00	0.00	1184.15	0.00	0.00	1184.15
0+425.000	27.03	738.52	738.52	0.00	0.00	1252.88	0.00	0.00	1252.88
0+450.000	29.65	705.05	705.05	0.00	0.00	1328.83	0.00	0.00	1328.83
0+450.453	30.05	13.47	13.47	0.00	0.00	1362.30	0.00	0.00	1362.30
0+475.000	27.98	738.90	738.90	0.00	0.00	1401.20	0.00	0.00	1401.20
0+500.000	36.14	803.50	803.50	0.00	0.00	1484.70	0.00	0.00	1484.70
0+515.533	32.48	526.07	526.07	0.00	0.00	1536.78	0.00	0.00	1536.78
0+525.000	27.21	291.42	291.42	0.00	0.00	1566.19	0.00	0.00	1566.19
0+543.988	26.56	405.78	405.78	0.00	0.00	1605.98	0.00	0.00	1605.98
0+550.000	22.58	136.28	136.28	0.00	0.00	1620.26	0.00	0.00	1620.26
0+553.148	22.82	71.47	71.47	0.00	0.00	1627.73	0.00	0.00	1627.73
0+575.000	28.59	561.77	561.77	0.00	0.00	1685.50	0.00	0.00	1685.50
0+575.027	28.60	0.27	0.27	0.00	0.00	1685.27	0.00	0.00	1685.27
0+600.000	52.57	933.41	933.41	0.00	0.00	1739.68	0.00	0.00	1739.68
0+601.666	55.88	98.34	98.34	0.00	0.00	1796.02	0.00	0.00	1796.02
0+619.879	45.58	912.86	912.86	0.00	0.00	1872.87	0.00	0.00	1872.87
0+625.000	55.34	727.68	727.68	0.00	0.00	1906.55	0.00	0.00	1906.55
0+648.871	42.56	1166.14	1166.14	0.00	0.00	2016.69	0.00	0.00	2016.69
0+650.000	40.35	46.68	46.68	0.00	0.00	2021.37	0.00	0.00	2021.37
0+657.817	27.22	296.57	296.57	0.00	0.00	2041.93	0.00	0.00	2041.93
0+675.000	169.21	1187.80	1187.80	0.00	0.00	2161.74	0.00	0.00	2161.74
0+682.167	199.75	1322.33	1322.33	0.00	0.00	2291.97	0.00	0.00	2291.97
0+683.044	203.47	176.65	176.65	0.00	0.00	2310.62	0.00	0.00	2310.62

**LEYENDA**

- TERRENO NATURAL
- NIVEL MAX. AGUA
- NIVEL MIN. AGUA
- RELLENO



# **SECCIONES TRANSVERSALES PARA MÉTODO SECCIÓN PENDIENTE**

PROYECTO:

" ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CATIS  
 A SU PASO POR LA ZONA URBANA  
 DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE  
 CUTERVO, CUTERVO,  
 CAJAMARCA."

JURADO:

ING° WILMER MOISES ZELADA ZAMORA  
 ING° JOAQUÍN HERNÁN ROJAS OBLITAS  
 ING° WILSON MARTIN GARCÍA VERA

ORIENTACIÓN:

PLANO:  
 SECCIONES  
 TRANSVERSALES  
 PARA EL MÉTODO  
 SECCIÓN PENDIENTE  
 Km 0+225 al Km  
 0+300

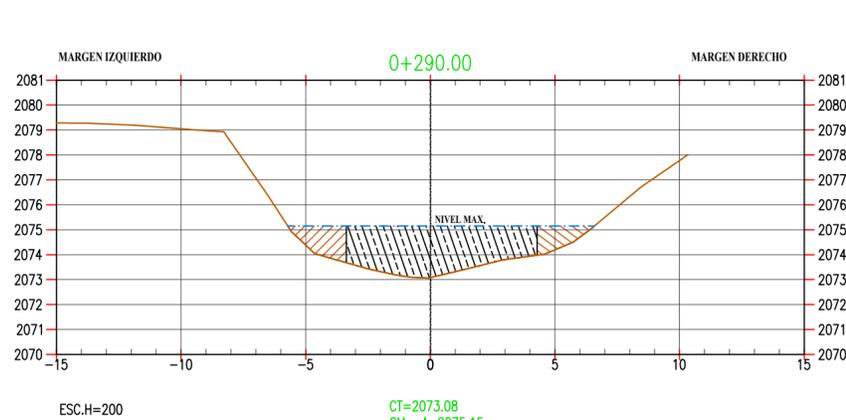
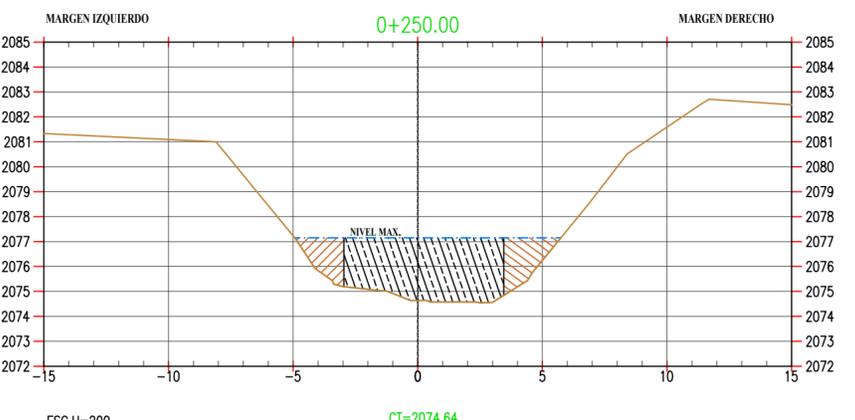
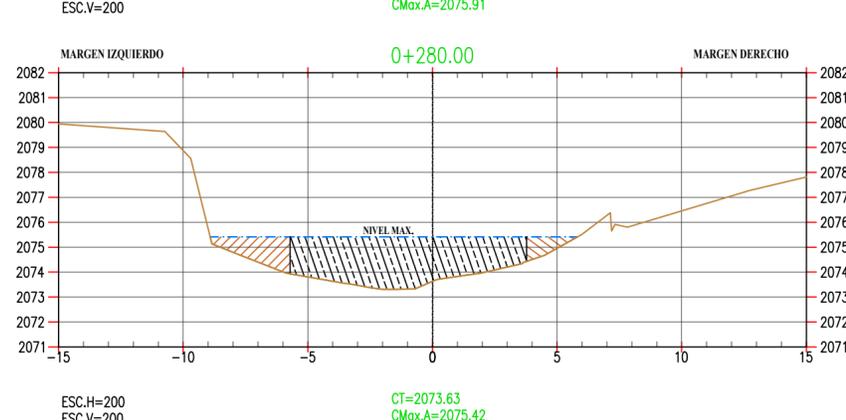
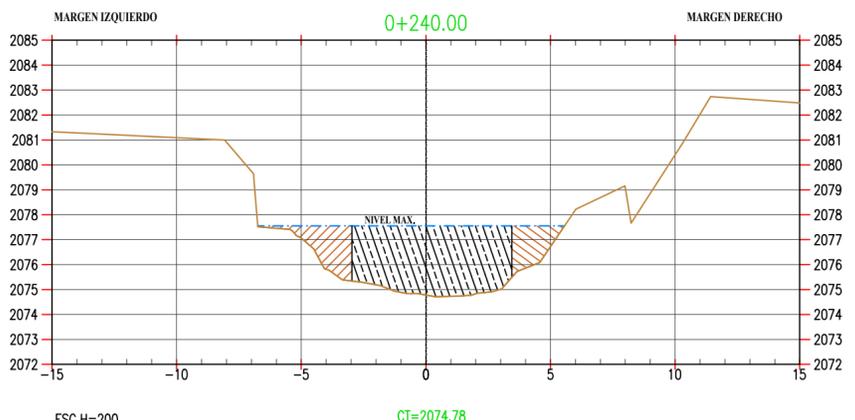
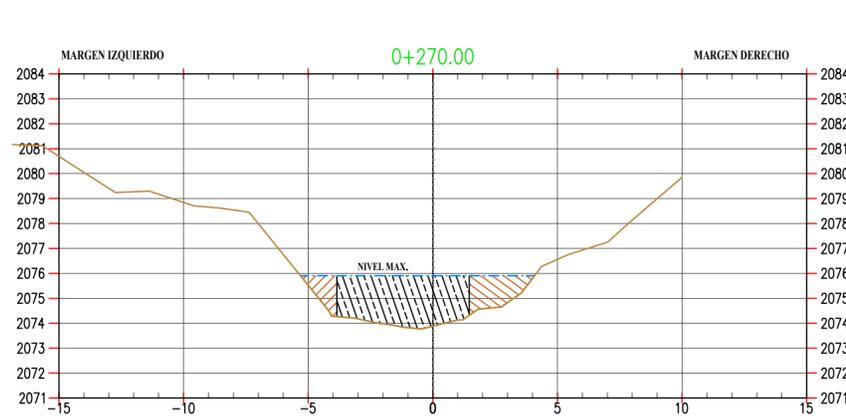
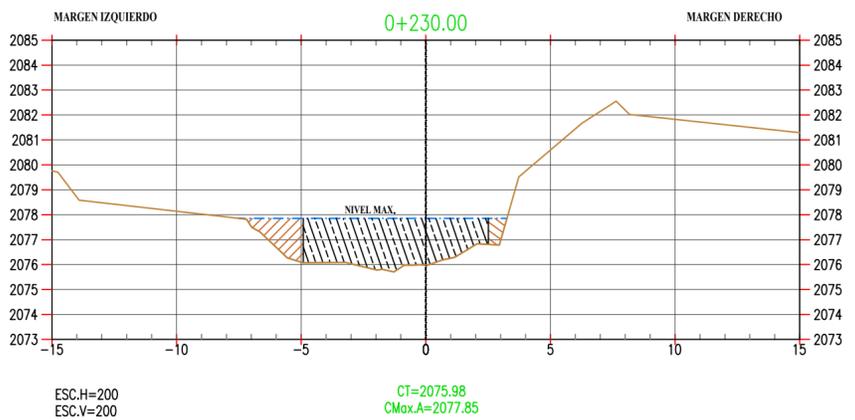
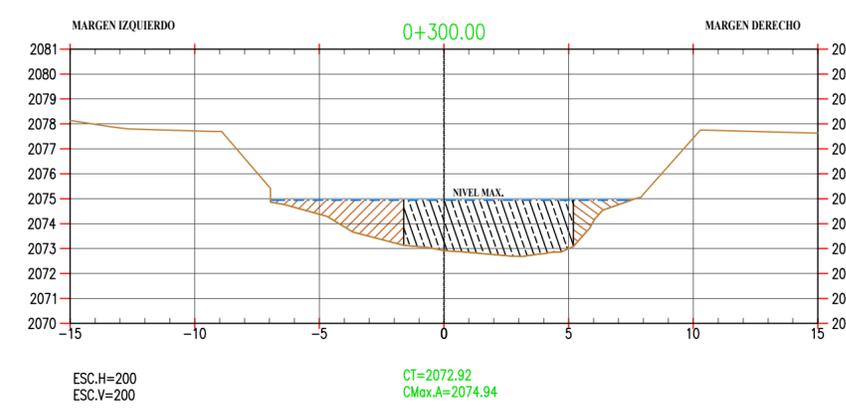
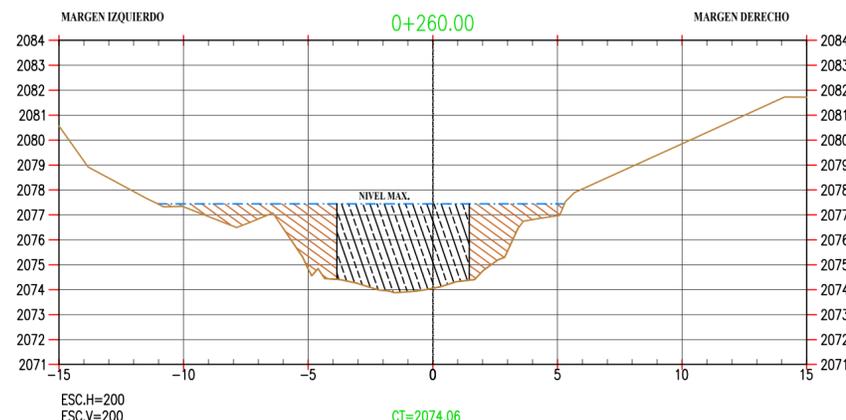
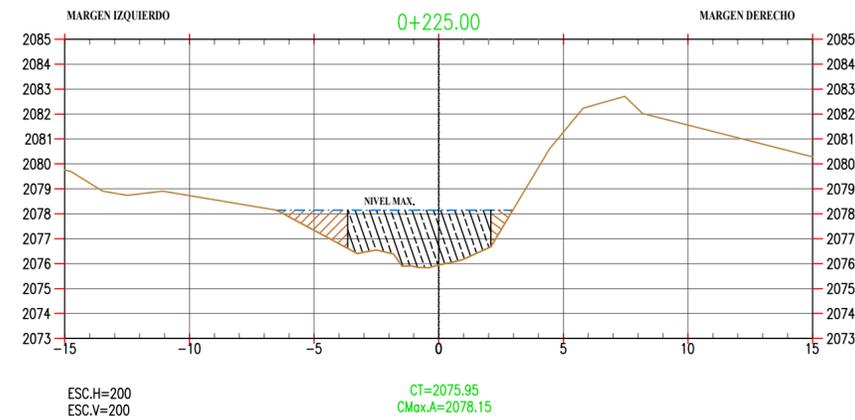
V° B°

OBSERVACIONES:

ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 OCTUBRE 2021  
 DIBUJADO:  
 D.E.J.D.P  
 LÁMINA:

**S.P-01**

ESTUDIANTE:  
 DALTON EMANUEL JOYCE DELGADO PÉREZ



**CÁLCULO DE ÁREAS**

KILÓMETRO	TRAMO	SECCIÓN	Área (m2)			A total	Perímetro (m)			P total	Rugosidad (n)		
			MD	ZC	MI		MD	ZC	MI		MD	ZC	MI
0+225	1	1	2.18	11.04	0.65	13.87	3.23	6.25	1.72	11.20	0.035	0.050	0.035
0+230		2	2.43	12.88	0.63	15.94	3.24	7.75	1.56	12.54	0.035	0.050	0.035
0+230	2	2	2.43	12.88	0.63	15.94	3.24	7.75	1.56	12.54	0.035	0.050	0.035
0+240		3	3.39	16.73	2.63	22.75	4.72	6.74	3.06	14.52	0.035	0.050	0.035
0+240	3	3	3.39	16.73	2.63	22.75	4.72	6.74	3.06	14.52	0.035	0.050	0.035
0+250		4	2.39	15.25	3.02	20.66	2.89	6.59	3.30	12.78	0.035	0.050	0.035
0+250	4	4	2.39	15.25	3.02	20.66	2.89	6.59	3.30	12.78	0.035	0.050	0.035
0+260		5	3.00	12.63	2.65	18.28	3.62	5.44	3.05	12.11	0.035	0.050	0.035
0+260	5	5	3.00	12.63	2.65	18.28	3.62	5.44	3.05	12.11	0.035	0.050	0.035
0+270		6	1.31	10.08	2.69	14.08	2.26	5.46	3.22	10.94	0.035	0.050	0.035
0+270	6	6	1.31	10.08	2.69	14.08	2.26	5.46	3.22	10.94	0.035	0.050	0.035
0+280		7	2.85	16.17	1.12	20.13	3.66	9.71	2.28	15.65	0.035	0.050	0.035
0+280	7	7	2.85	16.17	1.12	20.13	3.66	9.71	2.28	15.65	0.035	0.050	0.035
0+290		8	2.28	13.00	1.65	16.92	2.88	7.82	2.62	13.32	0.035	0.050	0.035
0+290	8	8	2.28	13.00	1.65	16.92	2.88	7.82	2.62	13.32	0.035	0.050	0.035
0+300		9	4.92	14.12	1.58	20.62	5.74	6.89	3.09	15.72	0.035	0.050	0.035

**CÁLCULO DE PENDIENTES**

TRAMO	SECCION	COTAS	DIF. COTAS	Long (m)	Sm	Se (Niv.Min)
1	1	2078.15	0.30	5	0.060	0.062
	2	2077.85				
2	2	2077.85	0.30	10	0.030	0.080
	3	2077.55				
3	3	2077.55	0.40	10	0.040	0.041
	4	2077.15				
4	4	2077.15	0.66	10	0.066	0.081
	5	2076.49				
5	5	2076.49	0.58	10	0.058	0.122
	6	2075.91				
6	6	2075.91	0.49	10	0.049	0.064
	7	2075.42				
7	7	2075.42	0.27	10	0.027	0.028
	8	2075.15				
8	8	2075.15	0.21	10	0.021	0.033
	9	2074.94				