UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

TESIS

ESTUDIO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA – LANGUI – LAYO Y KUNTURKANKI – PROVINCIA DE CANAS – CUSCO

PRESENTADO POR:
Br. WALDIR DIAZ ATAYUPANQUI

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO GEÓLOGO

ASESOR:
ING. RUPERTO BENAVENTE VELASQUEZ

CUSCO – PERÚ
2025

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el **Asesor** RUPERTO BENAVENTE VELASQUEZ quien aplica el software de detección de similitud al trabajo de investigación/tesis titulada: ESTUDIO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA – LANGUI – LAYO Y KUNTURKANKI – PROVINCIA DE CANAS – CUSCO

Presentado por: WALDIR DIAZ ATAYUPANQUI DNI N° 73530883;

presentado por: ..... DNI N°: .....

Para optar el título Profesional/Grado Académico de INGENIERO GEÓLOGO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el Software de Similitud, conforme al Art. 6° del ***Reglamento para Uso del Sistema Detección de Similitud en la UNSAAC*** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 10 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 02 de DICIEMBRE de 2025

Firma

Post firma RUPERTO BENAVENTE V.

Nro. de DNI 23290939

ORCID del Asesor 0000-0003-3686-3919

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: **oid:** 27259:534987582

Waldir Díaz

Estudio Geológico Geotécnico para el Mejoramiento de la carretera Langui Layo

Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::27259:534987582

Fecha de entrega
1 dic 2025, 8:05 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
1 dic 2025, 8:17 p.m. GMT-5

Nombre del archivo
Tesis Díaz, Waldir(1).pdf

Tamaño del archivo
10.0 MB

147 páginas

37.492 palabras

189.356 caracteres

10% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Coincidencias menores (menos de 30 palabras)
- Fuentes de Internet
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

0%	Fuentes de Internet
0%	Publicaciones
10%	Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

Texto oculto
29 caracteres sospechosos en N.º de página
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que hicieron posible la culminación de esta tesis.

En primer lugar, mi profundo reconocimiento al Dr. Ruperto Benavente Velásquez, asesor de este trabajo, por su guía constante, su paciencia y por compartir conmigo su conocimiento con generosidad y sabiduría. Su experiencia y exigencia académica fueron fundamentales para que cada parte de esta investigación tuviera solidez, sentido y profundidad. Gracias por orientarme con claridad cuando las ideas se volvían difusas y por motivarme a seguir adelante cuando el camino parecía difícil.

Asimismo, extiendo mi más especial agradecimiento al Ing. Fernando Chunqui Niño de Guzmán, por su valioso apoyo técnico y su acompañamiento constante a lo largo de este proceso. Su disposición para resolver dudas, sus observaciones precisas y su compromiso con la calidad del trabajo han sido decisivos para alcanzar los objetivos trazados. Gracias por aportar no solo desde el conocimiento, sino también desde la confianza que siempre depositó en mí.

A ambos, les debo gran parte del logro alcanzado. Su vocación y entrega no solo han enriquecido este trabajo, sino que también me han dejado una lección de profesionalismo y dedicación que llevaré siempre conmigo.

También agradezco a todos mis docentes, compañeros y a la institución que me formó a lo largo de estos años. Cada clase, cada experiencia y cada conversación han contribuido a mi crecimiento personal y académico.

A todos, muchas gracias.

DEDICATORIA

Dedico este logro con el corazón lleno de gratitud a mis padres, **RUBEN DIAZ LAURENTE y MARTHA ATAYUPANQUI LAURA**, quienes sembraron en mí los valores de responsabilidad, esfuerzo y perseverancia. Desde mis inicios universitarios, han sido mi guía y sostén, acompañándome en silencio con su amor incondicional y su fe firme en mis capacidades.

A mis hermanos, **RUBÉN DIAZ ATAYUPANQUI y EDISSON DIAZ ATAYUPANQUI**, compañeros inseparables en este recorrido de la vida. Su apoyo constante, sus palabras sinceras y su presencia en los momentos más duros me han recordado siempre que no estoy solo. Su confianza en mí ha sido un impulso poderoso para seguir adelante, incluso cuando las fuerzas flaqueaban.

A mi amada esposa, **MARIELA LEIVA MOSCOSO**, quien ha sido luz en los días oscuros y calma en medio del caos. Su amor generoso, su paciencia inagotable y su compromiso incondicional me han sostenido en cada etapa de este proceso. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba, por comprender mis ausencias, por motivarme a ser mejor y por caminar a mi lado sin vacilar. Tu amor ha sido una fuerza vital en este logro.

También agradezco profundamente a mi suegra, **ROCÍO MOSCOSO AUCCAPURI**, por su apoyo constante, su comprensión y por contribuir de manera valiosa a que hoy este sueño se haga realidad.

Finalmente, dedico esta tesis a quienes dan sentido a todo lo que soy y hago: mis hijos, **ALICE DENISSE DIAZ LEIVA y RUBÉN IBRAHIN DIAZ LEIVA**. Son mi motor, mi mayor orgullo y la razón más poderosa para seguir luchando y creciendo cada día. Que este logro sea un ejemplo para ustedes de que todo es posible con amor, esfuerzo y fe.

RESUMEN

El presente estudio titulado “Estudio Geológico – Geotécnico para el Mejoramiento de la carretera - Langui – Layo y Kunturkanki - Provincia de Canas - Cusco” tiene como prioridad el mejoramiento de la carretera. El estudio tiene un carácter integral y sistémico, ya que abarca los aspectos Geológicos - Geotécnicos, Hidrológico, Geodinámicos, etc., y sus interrelaciones de causalidad y efecto.

El área de estudio se halla en la Geologia del cuadrángulo de Ocongate – Sicuani (hoja 28t). A la altura de la provincia de Canas del departamento del Cusco, con una altitud media que van desde 3965 m.s.n.m.

El tipo de clima está considerado como lluvioso, con registros que están por encima de los 5,000 mm.El marco geomorfológico esta considerado la zona de estudio de altiplanicie, llanura, fondo de valle y vertientes

Se ha calculado los caudales para los distintos puentes y pontenes teniendo como para el puente 1 un caudal de 60.69 m^3/s y para el puente 2 un caudal de 3.37 m^3/s para un tiempo de retorno de 175 años.

Geotécnicamente se analizó para el mejoramiento las canteras, ubicadas en: cantera 1 en el Km 17+020, cantera 2 en el sector de Taypitunga a 10 Km de la via, cantera 2 en el Km 33+050 que viene a ser una cantera de roca, cantera 4 en el Km 14+000 y la cantera 5 en el sector de Sencca – Chectuyoc, cuyos resultados mas a detalle se observa en el ítem 6.3.1 de clasificación de suelos.

PALABRAS CLAVES:

Geotécnico, Carretera, Suelos, Canteras.

ABSTRACT

The present study, entitled “Geological-Geotechnical Study for the Improvement of the Langui-Layo and Kunturkanki Road – Province of Canas – Cusco,” focuses primarily on the improvement of the roadway. The study has an integral and systemic character, as it encompasses Geological-Geotechnical, Hydrological, and Geodynamic aspects, among others, along with their causal and effect interrelations.

The study area is located within the geology of the Ocongate-Sicuani quadrangle (sheet 28t), at the level of the Province of Canas in the Department of Cusco, with an average altitude of approximately 3,965 meters above sea level.

The climate in the area is considered rainy, with records exceeding 5,000 mm. The geomorphological framework classifies the study zone as high plateau, plain, valley floor, and slopes.

Flow rates were calculated for the different bridges and culverts, obtaining for Bridge 1 a discharge of 60.69 m³/s and for Bridge 2 a discharge of 3.37 m³/s, corresponding to a return period of 175 years.

From a geotechnical standpoint, the improvement analysis included the quarries located at: Quarry 1 at Km 17+020; Quarry 2 in the Taypitunga sector, 10 km from the road; Quarry 3 at Km 33+050, which is a rock quarry; Quarry 4 at Km 14+000; and Quarry 5 in the Sencca-Chectuyoc sector. More detailed results can be found in item 6.3.1 concerning soil classification.

KEYWORDS:

Geotechnical, Road, Soils, Quarries.

INTRODUCCION

La carretera Langui - Layo - Kunturkanki, categorizada como vía vecinal Ruta N° CU-776, tiene una longitud aproximada de 41,419 km. El tramo de carretera discurre por terrenos de topografía plana, ondulada y accidentada, con deficiencias en obras de arte y drenaje, la carretera enlaza además de los centros poblados de Langui y Layo otras comunidades campesinas dentro de la jurisdicción de los tres distritos, Con la finalidad de mejorar las condiciones socioeconómicas de los pobladores que permita desarrollar proyectos económicos en las zonas turísticas.

Los Distritos de Langui y Layo de la Provincia de Canas, cuentan con diferentes atractivos turísticos paisajísticos como la laguna Langui Layo (longitud máxima efectiva 16,040 m, ancho máximo 4,890 m, área de espejo de agua 58,137 km, profundidad máxima 232 m, el litoral presenta escasa vegetación, se distingue en algunos sectores totora y arbustos dispersos); fauna (peces, aves), aguas termales del Señor de Exaltación (Layo), templo colonial de Langui (edificado en el siglo XVII, de una sola nave, en el frontis destacan arquerías, su interior guarda hermosos lienzos y sus altares están revocados en pan de oro); puente colonial de Langui (joya arquitectónica que tiene una luz de 8 metros, presenta tres arcos que permiten la solidez de la infraestructura, está construida de cal y canto, de uso común en la colonia), expresiones de cultura viva representadas por las danzas y tradiciones particulares que deslumbran a cualquier visitante extranjero y nacional.

Iniciar los estudios permitirá mejorar las vías de ingreso y salida de la carretera Langui – Layo – Kunturkanki, lograr el desarrollo turístico y económico en todos los distritos involucrados, con el propósito de diversificar y desarrollar la economía de la zona. Estas medidas tienen como objetivo final mejorar las condiciones socioeconómicas de los pobladores.

INDICE

AGRADECIMIENTO II

DEDICATORIA III

RESUMEN IV

ABSTRACT V

INTRODUCCION VI

CAPITULO I 1

ASPECTOS GENERALES 1

1.1. GENERALIDADES 1

1.2. UBICACIÓN 1

1.3. ACCESIBILIDAD 2

1.4. MARCO TEORICO 4

1.5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 6

1.5.1. PROBLEMA GENERAL 6

1.5.2. PROBLEMA ESPECIFICO 6

1.6. OBJETIVOS 7

1.6.1. OBJETIVO GENERAL 7

1.6.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS 7

1.7. HIPOTESIS 7

1.8. VARIABLES 7

1.8.1. VARIABLE INDEPENDIENTE 7

1.8.2. VARIABLE DEPENDIENTE 8

1.9. JUSTIFICACION 8

1.10. DISEÑO METODOLOGICO 8

1.10.1. METODOLOGÍA DE ESTUDIO 8

1.10.2. ETAPA DE GABINETE 8

1.10.3. ETAPA DE CAMPO 9

1.10.4. REDACCIÓN DE LA TESIS 9
1.11. CLIMA 9
1.12. VEGETECION 12
1.13. TEMPERATURA 12
1.14. PRECIPITACION 13
CAPITULO II 14
GEOMORFOLOGIA 14
2.1. INTRODUCCION 14
2.2. GEOMORFOLOGIA REGIONAL 14
2.1.1. ALTIPLANO 14
2.1.2. BORDE NE DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL 15
2.3. GEOMORFOLOGIA LOCAL 15
2.3.1. ALTIPLANICIE ONDULADA 16
2.3.2. ALTIPLANICIES DISECTADAS 16
2.3.3. FONDO DE VALLE GLACIAR ALUVIAL 16
2.3.4. LLANURA DE VALLE ALUVIAL 16
2.3.5. FONDO DE VALLE ALUVIAL ALTIPLANICO 17
2.3.6. VERTIENTE DE MONTAÑA EMPINADA 18
CAPITULO III 19
GEOLOGIA 19
3.1. INTRODUCCION 19
3.2. GEOLOGIA REGIONAL 19
3.2.1. CENOZOICO - NEOGENO - PLIOCENO 20
3.2.2. CENOZOICO - NEOGENO - MIOCENO 21
3.2.3. CENOZOICO - PALEOGENO - OLIGOCENO 21
3.2.4. CENOZOICO - PALEOGENO - EOCENO 22
3.2.5. CENOZOICO - PALEOGENO - PALEOCENA 23
3.2.6. MESOZOICA - CRETACEO - SUPERIOR 23

3.2.7. MESOZOICA - CRETACEO - INFERIOR 25
3.2.8. PALEOZOICO - PERMIANO - SUPERIOR..... 26
3.2.9. PALEOZOICO - DEVONIANO - SUPERIOR 28
3.2.10. PALEOZOICO - SILURICO - SUPERIOR 28
3.2.11. CENOZOICA - CUATERNARIO - PELISTOCENA..... 29
3.2.12. CENOZOICA - CUATERNARIO - HOLOCENA..... 30
3.2.13. ROCAS INTRUSIVAS 31
3.3. GEOLOGIA LOCAL 32
3.3.1. FORMACIÓN MURCO (Ki-mu) 32
3.3.2. FORMACIÓN ARCURQUINA (Kis-ar)..... 33
3.3.3. FORMACIÓN AUZANGATE (KsP-au) 33
3.3.4. FORMACIÓN MUÑANI (P-mu) 33
3.3.5. GRUPO PUNO (P-pu)..... 34
3.3.6. GRUPO MAURE (Nm-ma) 35
3.3.7. DEPÓSITOS MORRÉNICOS (Qpl-mo)..... 36
3.3.8. DEPÓSITOS FLUVIO GLACIARES (Qh-fg).....36
3.3.9. DEPÓSITOS LACUSTRES (Qh-l)..... 37
3.3.10. DEPÓSITOS ALUVIALES (Qh-al) 38
3.3.11. DEPÓSITOS FLUVIALES (Qh-f) 39
3.3.12. SISTEMAS DE DIACLASAMIENTO..... 39
3.3.13. ZONA ANTICLINAL 40
CAPITULO V 41
HIDROLOGIA 41
5.1. GENERALIDADES 41
5.2. RECOPÍLACION DE INFORMACION 42
5.2.1. ANTECEDENTES 42
5.2.2. CARTOGRAFÍA..... 42
5.2.3. PLUVIOMETRÍA..... 42

5.3. ZONAS DE VIDA 44
5.4. EVALUACION HIDROLÓGICA 44
5.4.1. CÁLCULO DE PARÁMETROS METEREOLÓGICOS 44
5.4.2. ANTECEDENTES DE INFORMACIÓN METEOROLÓGICA 45
5.4.3. PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 hr 45
5.5. CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA 51
5.5.1. PARÁMETROS FISIOGRÁFICOS 51
5.5.2. PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS 57
5.5.3. PARÁMETROS HIDRÁULICOS 61
5.5.4. CAUDALES AFORADOS EN LOS PUENTES DE LA CARRETERA CU-766 63
5.6. HIDRÁULICA FLUVIAL 67
5.6.1. CARACTERÍSTICAS HÍDRICAS DEL CAUCE 67
5.6.2. VIDA ÚTIL DE LAS ESTRUCTURAS 69
5.6.3. ESTIMACION DE LAS AVENIDAS MAXIMA 69
CAPITULO VI 71
GEOTECNIA 71
6.1. GENERALIDADES 71
6.2. CANTERAS Y FUENTES DE AGUA 71
6.2.1. DESCRIPCIÓN DE CANTERAS 72
6.2.2. CANTERAS SELECCIONADAS 74
6.2.3. ENSAYOS DE LABORATORIO PARA LA VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS MATERIALES 80
6.2.4. TRATAMIENTO DE LOS MATERIALES DE CANTERA 80
6.3. PROPIEDADES FÍSICAS 81
6.3.1. CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR EL MÉTODO SUCS Y POR EL MÉTODO AASHTO 81
6.3.2. PROPIEDADES DE CANTERAS 82
6.4. FUENTES DE AGUA 83

6.4.1. Fuente de agua Km 03+030 84
6.4.2. Fuente de Agua Km 18+220 85
6.4.3. Fuente de Agua Rio Payaqchuma Km 21+564 86
6.4.4. Fuente de Agua Rio Urinsaya Km 23+855 87
6.4.5. Fuente de Agua Km 25+600 87
6.5. TIPO DE MATERIALES 87
6.6. DESCRIPCIÓN DEL TRAZO ACTUAL 89
6.7. PUNTOS CRÍTICOS 91
6.7.1. Punto Crítico 01 92
6.7.2. Punto Crítico 02 92
6.7.3. Punto Crítico 03 93
6.7.4. Punto Crítico 04 93
6.7.5. Punto Crítico 05 94
6.8. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO 95
6.8.1. CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA 95
6.8.2. VELOCIDAD DE DISEÑO 96
6.8.3. VISIBILIDAD 98
6.9. ALINEAMIENTO HORIZONTAL 99
6.9.1. ANCHO DE LA CALZADA Y NÚMERO DE CARRILES 99
6.9.2. Ancho de Bermas 101
6.9.3. Bombeo 103
6.9.4. Radio mínimo (R mín.) en curvas horizontales 103
6.9.5. Tramos en tangente 106
6.10. PARÁMETROS ADOPTADOS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO 108
CAPITULO VII 109
GEODINAMICA 109
7.1. GENERALIDADES 109
7.2. GEODINAMICA INTERNA 109
7.2.1. ZONIFICACIÓN 109

7.2.2. SISMICIDAD 109
7.2.3. SISMOTECTONICA 109
7.2.4. PRINCIPALES RASGOS TECTONICOS 110
7.2.5. PARAMETROS SISMICOS 114
7.3. GEODINÁMICA EXTERNA 116
7.3.1. MOVIMIENTOS EN MASA 116
7.3.2. VARIABLES E INDICADORES 117
7.3.3. IDENTIFICACION DE MOVIMIENTOS EN MASA 119
CONCLUSIONES 127
RECOMENDACIONES 128
BIBLIOGRAFIA 129
ANEXO I 130
ANEXO II 150
ANEXOIII 175
ANEXOIV 179

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1: Georreferenciación del proyecto 1

Cuadro 2: Ubicación de la zona de estudio 1

Cuadro 3: Distancias desde la ciudad de Lima 3

Cuadro 4: Estaciones Pluviométricas 42

Cuadro 5: Precipitación máxima en 24 hr. Estación Acomayo 46

Cuadro 6: Precipitación máxima en 24 hr. Estación Sicuani 48

Cuadro 7: Precipitación máxima en 24 hr. Estación Yauri 49

Cuadro 8: Precipitación máxima en 24 hr. Estación de Santa Rosa 50

Cuadro 9: Parámetros físicos de la Cuenca Puente Langui Layo 56

Cuadro 10: Parámetros geomorfológicos de la Cuenca Langui – Layo – Kunturcanqui 58

Cuadro 11: Índice de compacidad de la cuenca 59

Cuadro 12: Factor de forma de la cuenca 61

Cuadro 13: Parámetros hidráulicos de la cuenca del Langui layo 62

Cuadro 14: Aforos en la salida de la Laguna Langui layo 64

Cuadro 15: Aforo realizado en el riachuelo 65

Cuadro 16: Aforos en el Río 66

Cuadro 17: Aforos en el Río 67

Cuadro 18: Vida útil estimada de las estructuras de drenaje 69

Cuadro 19: Registro de Canteras 72

Cuadro 20: Cantera Km 17+020 75

Cuadro 21: Cantera 2: Taypitunga a 10 Km 76

Cuadro 22: Cantera 3: Km 33+050 77

Cuadro 23: Cantera 4: Km 14 de la Vía Sicuani, Descanso 78

Cuadro 24: Cantera Sencca Chectuyoc 79

Cuadro 25: Ensayos de laboratorio para la verificación de la calidad de los materiales 80

Cuadro 26: Tratamiento de los materiales de cantera 80

Cuadro 27: Contenido de humedad canteras 81

Cuadro 28: Clasificación de canteras 82

Cuadro 29: Cantera Km 17+020 82

Cuadro 30: Cantera Taypitunga (a 10 Km) 82

Cuadro 31: Cantera Km 14+000 83

Cuadro 32: Fuentes de agua 83

Cuadro 33: Fuentes de agua inspeccionadas 84

Cuadro 34: Fuentes de Agua: Progresiva Km. 03+030 84

Cuadro 35: Fuentes de Agua: Progresiva Km. 18+220 85

Cuadro 36: Fuentes de Agua: Rio Payaqchuma Km 21+564 85

Cuadro 37: Fuentes de Agua: Rio Urinsaya Km 23+855 86

Cuadro 38: Fuentes de Agua: Progresiva Km. 25+600 86

Cuadro 39: Fuentes de Agua: Kunturkanki 87

Cuadro 40: Tipo de material a lo largo de la carretera 88

Cuadro 41: tabla de clasificación de carreteras del Perú (DG-2018) 95

Cuadro 42: Rangos de velocidad de diseño en función de la clasificación de carretera (DG-2018) 97

Cuadro 43: Puntos o sectores con velocidad directriz 30 km/h. Zonas críticas y zonas urbanas 97

Cuadro 44: Distancia de visibilidad de parada – (Da) (DG-2018) 98

Cuadro 45: Anchos mínimos de calzada en tangente (DG-2018) 100

Cuadro 46: Anchos bermas (DG-2018) 102

Cuadro 47: valores del bombeo de la calzada (DG-2018) 103

Cuadro 48: Radios mínimos y peraltes máximos – plano u ondulada (DG-2018)201

Cuadro 49: Longitud mínima de curva (L) 106

Cuadro 50: Longitudes de tramos en tangente 106

Cuadro 51: Relación entre radios consecutivos 107

Cuadro 52: Tipo de Obras y Vida Útil y el Periodo de Retorno 114

Cuadro 53: Tipos de movimientos en masa 116

Cuadro 54: Variables e indicadores 117

Cuadro 55: Geodinámica externa a lo largo de la carretera..... 117

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Unidades geomorfológicas regionales 15

Figura 2: Vista de Elevación de la zona de estudio..... 51

Figura 3: Vista de Elevación de la cuenca en estudio..... 52

Figura 4: Vista de panorámica carretera Langui layo 52

Figura 5: Delimitación de cuencas hidrográficas Langui - Layo - Kunturcanqui..... 53

Figura 6: Delimitación de cuencas hidrográficas Langui Layo 54

Figura 7: Delimitación de cuencas hidrográficas Kunturcanqui..... 54

Figura 8: Vista panorámica ubicación puente Langui Layo..... 59

Figura 9: Parámetros fisiográficos de la cuenca 60

Figura 10: Sub cuencas analizadas 63

Figura 11: Puente N° 01 (Progresiva 03+180) 64

Figura 12: Puente N° 02 Layo (Progresiva 17+070) 65

Figura 13: Puente N° 02 Layo (Progresiva 19+400) 65

Figura 14: Puente N° 03 (Progresiva 21+500) 66

Figura 15: Puente N° 03 (Progresiva 23+885) 67

Figura 16: Vista de valle en del río Payacchcuma 68

Figura 17: Distancia de visibilidad de paso - (Da) (DG-2018) 99

Figura 18: Simbología de la curva circular 104

LISTA DE FOTOS

Foto 1: Vista hacia la Laguna de Langui 17

Foto 2: Vista hacia el sector de Yuraccancha 17

Foto 3: Cantera ubicada en el Km 33+000, conformada por areniscas arcosicas..... 33

Foto 4: Afloramientos de la formación Muñani en el Km 18+170 34

Foto 5. Vista de afloramientos rocosos del grupo Puno por el sector de Comucarca. 35

Foto 6: Depósitos morrénicos en el Km 25+700, Bloques rocosos de la formación

Muñani, conformada por areniscas cuarzo feldespáticas, buena cantera 36

Foto 7: Material fluvio glaciar conformado por gravas y arenas con limos y arcillas arrastrados por antiguos glaciares, Km 38+500..... 37

Foto 8: Se aprecia los depósitos lacustres en este corte donde se ve niveles de diatomitas impuras intercaladas con capas de limos, arcillas y arena Km 29+000 37

Foto 9: Depósitos aluviales en las quebradas..... 38

Foto 10: Depósitos aluviales y fluviales en el cauce del rio Layo..... 39

Foto 11: Depósitos fluviales en la margen derecha del rio Payacchuma..... 39

Foto 12: Inicio de la Carretera CU-1710 - Km 0+000 (Distrito de Langui) 89

Foto 13: Fin del Tramo a intervenir Km 41+314.34 - Kunturkanki..... 90

Foto 14: Inicio del tramo que está pavimentado Km 19+462.70 – Layo 91

Foto 15: Fin del tramo que está pavimentado Km 19+631.35 – Layo..... 91

Foto 16: Vista en planta de llegada a la alcantarilla, la misma que en épocas de precipitaciones intensas se inunda 92

Foto 17: En la vista se observa la acumulación de granizo entre las progresivas Km 26+740 al Km 26+760..... 92

Foto 18: En la vista se observa el agua en el Km 30.480.00 93

Foto 19: En la vista se observa la erosión en los bordes en el Km 32.020.00..... 93

Foto 20: En la vista se observa los baches y la erosión en el Km 33.125.00 94

Foto 21: En la vista se observa los baches y la erosión en el Km 35.030.00 94

Foto 22: En la vista se observa un puente de la época colonial en la progresiva 3+218.60..... 95

Foto 23. Cárcavas que se observan en el Km 0+090 120

Foto 24. Surcos que se convierten en cárcavas Km 8+400..... 120

Foto 25. Cárcava vegetada por pastos e ichu..... 120

Foto 26. Erosión y carcavamiento en la parta baja de la alcantarilla Km 38+640....120

Foto 27. Margen de recha aguas arriba, en el puente Compuerta, se recomienda realizar mejorar el enrocado..... 121

Foto 28. Flujo de agua sin canalización Km 6+715..... 121

Foto 29. Se aprecia el bastante arrastre de detritos en la Qda. Quelloccaca..... 121

Foto 30. Margen izquierda agua arriba del puente Layo, considerar enrocado o muro de gaviones para evitar la erosión en los estribos del puente 121

Foto 31.Puente Yuraccancha, con colmatación, y baja luz..... 121

Foto 32. Puente Urinsaya Collana, colmatada y sin defensa ribereña..... 131

Foto 33. Zona con filtración de agua, se aprecia charcos al borde de carretera, Km 2+260..... 122

Foto 34. Zona húmeda con filtración que se aprecia en el borde de carretera, Km 12+080-12+500..... 122

Foto 35. Zona húmeda con bastante filtración de agua en el Km 28+000-29+150. 122

Foto 36. Zona de bastante húmedas que falta canalizarse y drenar, Km 40+800-40+820..... 122

Foto 37. Zona donde se tienen taludes considerables que en la ampliación pueden sufrir derrumbes o deslizamientos Km 10+320-10+380..... 123

Foto 38. Zona con taludes empinados que pueden sufrir derrumbe Km 30+270.... 123

Foto 39. Sector donde se aprecia bloques rocoso sueltos en talud, Km 25+560-25+660..... 124

Foto 40. Cortes de talud en roca fracturada Km 30+700 124

LISTA DE IMAGENES

Imagen 1: Mapa de ubicación de la zona de estudio..... 2

Imagen 2: Mapa de accesibilidad a la zona de estudio..... 3

Imagen 3: Mapa de accesibilidad..... 4

Imagen 4: En la zona del proyecto se puede apreciar una alineación de fallas inversas y normales cuya dirección predominante es de NW-SE, existen estructuras que afectan las rocas cercas al tramo del tipo normal por el sector de Quimsa Cruz 40

Imagen 5: Red Hídrica de la laguna de Langui layo..... 43

Imagen 6: Red hídrica del Cuenca Río Langui - Layo - Kunturcanqui 44

Imagen 7: Fuentes Continentales 111

Imagen 8: Fuentes de Subducción..... 112

Imagen 9: Distribución de Isoaceleraciones para un 10% de Excedencia en 50 años 113

Imagen 10: Mapa de Zonificación del Perú, según el Reglamento nacional de Edificaciones - 2019 115

Imagen 11: Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas (Alva 1984) 115

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. GENERALIDADES

1.2. UBICACIÓN

La zona de evaluación geológico - geotécnico se ubica en la región Cusco de los distritos de Langui, Layo y Kunturkanki provincia de Canas, departamento de Cusco.

Por el Norte : Provincia de Canchis

Por el Sur : Provincia de Espinar

Por el Este : Departamento de Puno

Por el Oeste : Distrito de Checca

a. UBICACIÓN POLÍTICA

Distrito : Langui, Layo y Kunturkanki

Provincia : Canas

Región : Cusco

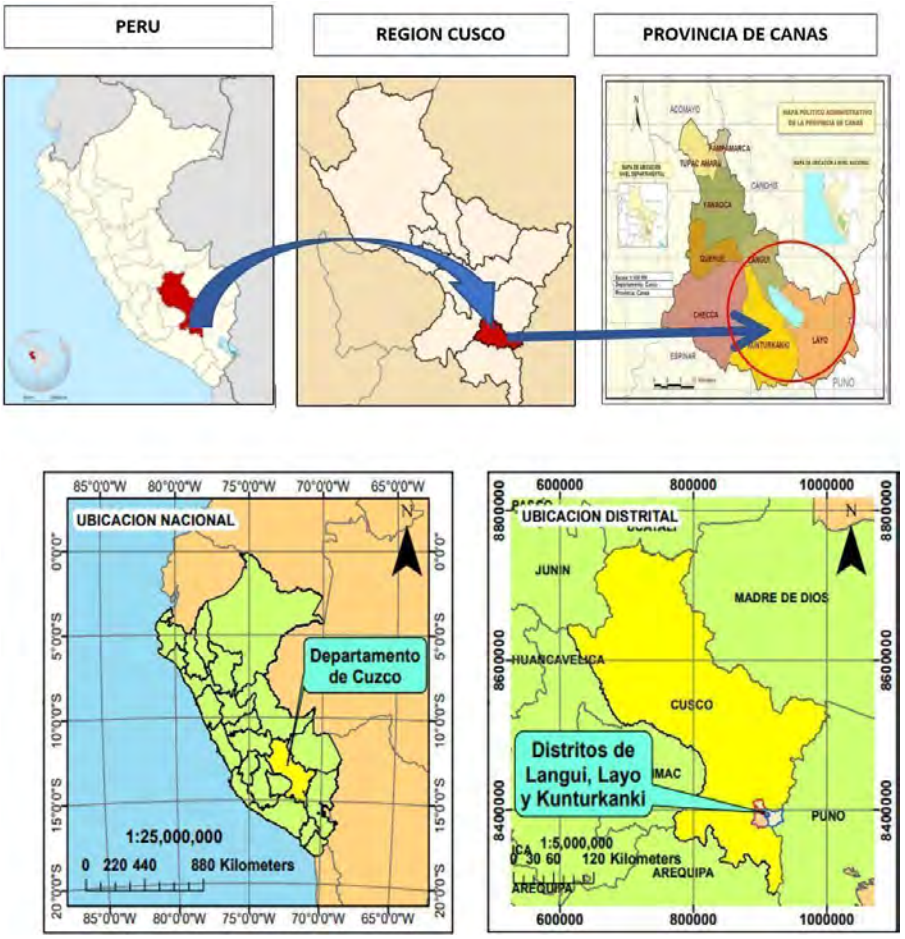
Cuadro 1: Georreferenciación del proyecto

Tramo	Referencia geográfica	Progresiva (km)	Coordenadas – UTM WGS 84		
			Este	Norte	Zona horaria (19)
Inicio	Cusco, Canas, Langui, Urinsaya Ccollana	0+000	251745.15	8404759.61	19 L
Final	Cusco, Canas, Kunturkanki, Kjana Hanansaya	41+314	253636.69	8395931.37	19 L

Cuadro 2: Ubicación de la zona de estudio

Distrito	Centros Poblados / Comunidades Campesinas	Progresiva (km)	Coordenadas – UTM WGS 84		
			Este	Norte	Zona horaria (19)
Langui	C.C. Urinsaya Ccollana sector Pucara	0+033	251764.91	8404727.64	19 L
	Radio Urbano	4+460	254936.12	8403108.33	19 L
	C.C. Yanacucho	5+800	256328.99	8403305.17	19 L
	C.C. Conde	9+420	259054.06	8401159.24	19 L
Layo	C.C. Ccollachapi	13+990	262930.12	8399150.87	19 L
	Radio Urbano	20+000	267733.25	8396556.53	19 L
	C.C. Hanocca - Sector Callejón Pampa	21+100	268878.90	8395929.00	19 L
	C.C. Taypitunga - Sector Huayata Ccota	23+140	268415.69	8394093.50	19 L
	C.P. Urinsaya Ccollana - C.C. Ccochapata	24+555	267120.65	8393541.02	19 L
	C.C. Hilatunga	28+530	263354.57	8393683.79	19 L
Kunturkanki	C.C. Huarcachapi	33+900	259592.05	8394445.22	19 L
	C.C. Inka Pukara	35+200	258451.39	8395060.11	19 L
	C.C. Kjana Hanansaya	37+040	256615.46	8395047.62	19 L

Imagen 1: Mapa de ubicación de la zona de estudio



1.3. ACCESIBILIDAD

El acceso principal a la zona de estudio es por vía aérea y terrestre y se realiza de la siguiente manera:

- Se accede a la localidad de Cusco vía aérea desde la ciudad de Lima con un vuelo de un tiempo de duración de 1.15hr. o por medio de la red vial nacional PN 3S con una longitud de 1,097.60 Km con un tiempo estimado de 19 hr. 56 mit.
- Desde la ciudad de Cusco a la localidad de Sicuani se accede a través de la carretera asfaltada Nacional 3S en una longitud de 140.0 Km. En un tiempo de 2:45 horas.
- Continuando sobre una vía asfaltada bicapa hasta la localidad de Langui en una longitud de 27.00 Km. En un tiempo estimado de 0:30 horas.

- Por último desde el ramal hacia las localidades de Langui, Layo y KunturKanki en una trocha afirmada CU-766 en una longitud de 41.45 Km. Este viaje se realiza en un tiempo estimado de 1:15 horas.
- Geográficamente el inicio de la carretera CU-766 se ubica en:
    - Latitud: 14° 25' 06.41" Sur
    - Longitud: 71° 18' 09.16" Oeste
    - Altitud: 4,006.00 msnm

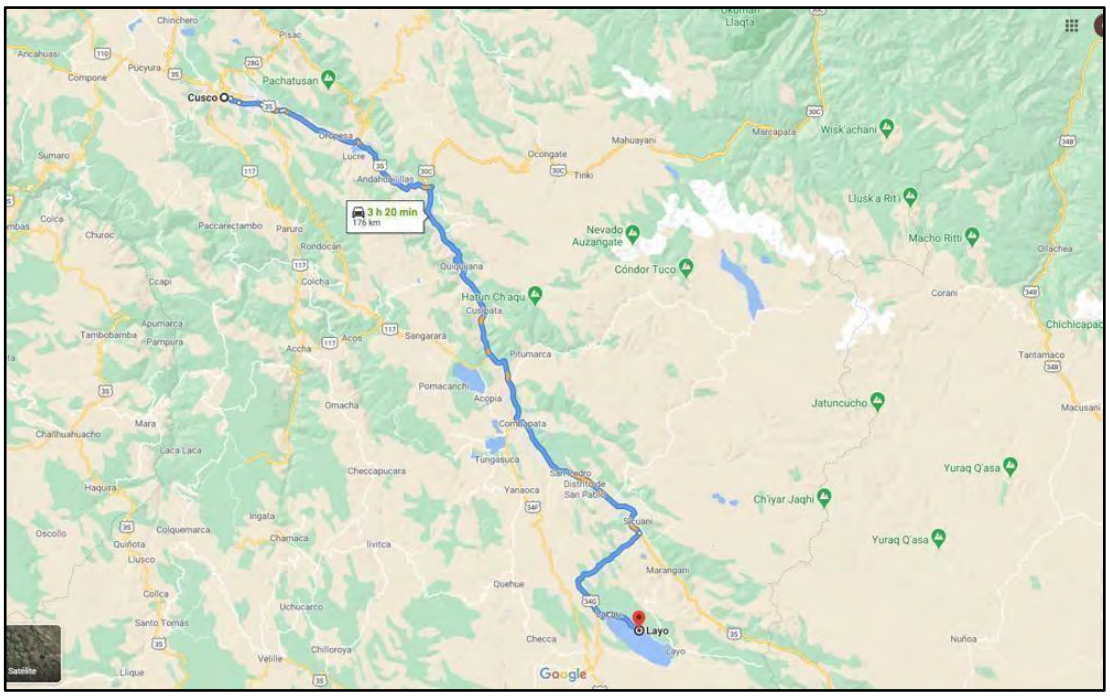
Imagen 2: Mapa de accesibilidad a la zona de estudio

Fuente: SIGRID

Cuadro 3: Distancias desde la ciudad de Lima

DISTANCIAS DESDE LA CIUDAD DE LIMA			
CIUDADES		TIPO DE VIA	DISTANCIA (KM)
DE	HASTA		
Lima	Cusco	Pavimento Asfaltico	1,097.60
Cusco	Sicuani	Pavimento Asfaltico	140.00
Sicuani	Langui	Pavimento Asfaltico	27.00
Langui	Kunturcanqui	Carretera afirmada	41.45
			1,305.45

Imagen 3: Mapa de accesibilidad



Fuente: SIGRID

1.4. MARCO TEORICO

Macías Rivera (2011) manifiesta, "La vía "Baba-La Estrella, Ecuador" se ha encontrado constantemente afectada por las lluvias que se presentan durante la estación invernal; obteniéndose como resultado el deterioro del camino y daños en la calzada y alcantarillas, la plataforma del camino es muy angosta y tiene un ancho promedio de 5 m, las velocidades de tránsito son inferiores a los 30Km/h, según la clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado MOTP – 2002 la vía La Estrella será una carretera de clase III (300 a 1000 tráfico de vehículos por año), con lo cual se incrementa la velocidad de diseño a 80 km/h. La vía se diseñó con una capa de rodadura compuesta de material pétreo, sin recubrimiento, constituida por gravas naturales, no trituradas, sin requisitos de granulometrías y plasticidad; su espesor es variable llegando casi a los 40cm en algunos tramos".

Mba Lozano y Tabares Gonzáles (2005) realizan una evaluación de los diferentes métodos empleados para el diseño de estructuras de pavimento según criterios y parámetros empíricos, semi empíricos y racionales para establecer las distintas alternativas estructurales que se tiene en esta área, determinan una topografía montañosa con pendientes de 3% a 11% en una longitud aproximada de 1700

metros, diseñaron para un velocidad de 30 km/h, peralte de 8%, coeficiente fricción de 0.180 y un radio mínimo de 27.26 metros para un ancho de calzada de 6 metros. La clasificación es de categoría II debido a que es una zona colectora interurbana con volúmenes de tránsito medio.

Silva Tarrillo (2017) Formuló el proyecto "Mejoramiento de la carretera cruce La Libertad- Nuevo Oriente- Masintranca, tramo 1 desde cruce La Libertad hasta Nuevo Oriente, distrito de Chalamarca, región Cajamarca", en una longitud de 5 km, el proyecto comprende los estudios topográficos, cuyo resultado es de topografía accidentada, la vía es de tercera clase según el conteo de vehículos, con la información se realizó el Diseño Geométrico de la vía, con un radio mínimo de 10 m para la velocidad directriz de 20 Km/h, pendiente media de 6.73%. Conociendo lasubrasante y la geología de los terrenos, realizaron seis calicatas (1 por km) y conjuntamente se realizó la extracción de material de cantera para los estudios de mecánica de suelos y obtener el más representativo A-7-6 (07), CL, con un C.B.R = 7.22%, con dicho valor se diseñó el espesor del afirmado = 0.23 m. La cantera arrojó un C.B.R de 48.00% por tanto considerado un material apto para afirmados.

Con las características geométricas establecidas, se realizó el estudio hidrológico empezando con la delimitación de la cuenca y microcuencas, luego se determinó sus áreas tributarias con el objetivo de calcular los caudales de aporte a las diferentes obras de arte. (15 aliviaderos y 1 alcantarilla), por otro lado, propusieron la instalación de señales reguladoras (09 und.), señales preventivas (55 und.), señales Informativas (02 und.), e hitos kilométricos (06 und.). Finalmente se estimó el costo de inversión que asciende a S/. 858,253.20.

Peralta Foronda y Yana Martínez (2017) realizaron estudios de geológicos para el mejoramiento de la carretera Huarocondo - Pomatales – Pachar en una distancia de 19.855 Km. La zona tiene una temperatura media mensual de 7.06 ºC, y máxima de 8.66ºC, para el mes de febrero y una temperatura media mínima de 4.05 ºC para el mes de julio. La carretera superficialmente está cubierta por material transportado por acción glaciar como gravitacional dando lugar a la formación de morrenas. Los autores manifiestan que la carencia de una política de mantenimiento rutinario en obras de drenaje, causan el deterioro constante de la vía, disminuyendo el nivel de transitabilidad de la carretera, haciendo difícil el flujo de los vehículos, y los costos por el transporte se elevan.

Según los bachilleres Maurin Karina Ponce Valdivia y Meryl Betsy Sáenz Puitiza (2017) realizaron estudio geológico – geotécnico para el mejoramiento de la

carretera Paucartambo – Pillcopata – Atalaya en una distancia de 117.420 Km. La carretera motivo de estudio se encuentra en regular a mal estado de transitabilidad; por falta de labores de mantenimiento y conservación rutinaria, periódica; no se han efectuado obras de rehabilitación o mejoramiento en el tramo, generando en la zona de influencia altos costos de transporte, lo que repercute gravemente en la economía de la población; la misma que presenta un nivel de desarrollo muy bajo, lo que se evidencia por el nivel de pobreza y las múltiples necesidades básicas insatisfechas generando indicadores de nivel de vida muy bajos.

El mejoramiento de la carretera plantea devolver la transitabilidad de la misma, eliminando los tramos críticos y proyectando una nueva carpeta de rodadura afirmada. Teniendo como objetivo fundamental Estudiar y evaluar los aspectos Geológico - Geotécnico en el contexto del tramo Paucartambo – Atalaya, con la finalidad de garantizar la seguridad física de la vía a través de obras propuestas como medio de solución a los problemas de riesgos latentes en la zona.

1.5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro del desarrollo vial en el contexto nacional de interrelación y comunicación de la sociedad debe considerarse como un aspecto primordial el enlazamiento de la población en los diferentes niveles de culturalidad; en esta óptica, se orienta al estudio geológico – geotécnico para el mejoramiento de carreteras orientado a dinamizar las actividades de tránsito, comercialización y turismo en el pueblo del distrito de Langui, Layo y Kunturkanki.

La carretera en estudio Langui – Layo y Kunturkanki (Prog. 0+000 Km – 41+314 Km) de los Distritos de Langui, Layo y Kunturkanki - Provincia de Canas - Cusco, tiene la necesidad de disponer de una buena infraestructura básica de transporte para mejorar el nivel socioeconómico de los pobladores.

1.5.1. PROBLEMA GENERAL

- ¿Cuáles son las características geológicas - geotécnicas en el Mejoramiento de la carretera Langui – Layo y Kunturkanki (Prog. 0+000 Km – 41+314 Km) de los Distrito de Langui, Layo y Kunturkanki - Provincia de Canas - Cusco?

1.5.2. PROBLEMA ESPECIFICO

- ¿Cómo son las condiciones geológicas del terreno y su influencia en el comportamiento geotécnico para el mejoramiento de la carretera Langui –

Layo y Kunturkanki (Prog. 0+000 Km – 41+314 Km) de los Distrito de Langui, Layo y Kunturkanki - Provincia de Canas - Cusco?

- ¿Como la geológica y geotécnica, incluyendo información geomorfológica, litoestratigráfica, estructural y geodinámica; a fin de permitir la evaluación geotécnica para el mejoramiento de la carretera Langui – Layo y Kunturkanki (Prog. 0+000 Km – 41+314 Km) de los Distrito de Langui, Layo y Kunturkanki - Provincia de Canas - Cusco?
- ¿Cuáles son las propiedades geotécnicas de los suelos?

1.6. OBJETIVOS

1.6.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar y registrar las características geológicas – geotécnicas en el Mejoramiento de la carretera - Langui – Layo y Kunturkanki (Prog. 0+000 Km – 41+314 Km) de los Distritos de Langui, Layo y Kunturkanki - Provincia de Canas – Cusco.

1.6.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar las condiciones geológicas del terreno y su influencia en el comportamiento geotécnico de la carretera para el mejoramiento de la carretera Langui – Layo y Kunturkanki (Prog. 0+000 Km – 41+314 Km) de los Distrito de Langui, Layo y Kunturkanki - Provincia de Canas - Cusco.
- Proponer alternativas de solución en taludes muy inestables cuya ocurrencia de colapso se puede dar a lo largo del proceso operativo o de funcionalidad de la vía.
- Determinar las propiedades geotécnicas de los suelos.

1.7. HIPOTESIS

Los estudios para el mejoramiento de la carretera Langui – Layo y Kunturkanki (Prog. 0+000 Km – 41+314 Km), determinarán los parámetros geológicos geotécnicos que garantizarán la durabilidad de esta, dando una información correcta y detallada a lo largo del trazo y dando variantes para acortar distancias y/o para prevenir y evitar zonas críticas.

1.8. VARIABLES

1.8.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

El estudio Geológico local y Geotécnico.

1.8.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Mejoramiento y medidas de prevención de la carretera Langui – Layo y Kunturkanki.

1.9. JUSTIFICACION

El desarrollo cultural, económico de otras regiones del país ha demostrado que una de las formas de crecimiento interno es la creación y desarrollo de sus vías de comunicación principalmente terrestres. Con ello se puede deducir, que si en los distritos de Langui, Layo y Kunturkanki, no se tiene infraestructura necesaria, entonces no se proporcionan las condiciones suficientes para que todos los pobladores de los distritos mencionados se desarrollen en todos sus niveles, principalmente económico. Para que se construyan dichas infraestructuras en óptimas condiciones, es necesario realizar diversos estudios como son geológicos - geotécnicos, los cuales permitirán la disminución de riesgos y por ende garantizar el tiempo útil de vida de la vía en mención.

1.10. DISEÑO METODOLOGICO

1.10.1. METODOLOGÍA DE ESTUDIO

Se procedió con la generación de información Temática específica, a partir de la recopilación de información básica, recopilación bibliográfica (libros, revistas, publicaciones, artículos y tesis), obtención de información cartográfica base de la región a una escala adecuada, Mapa Base y una imagen Satelital de la zona de estudio (Imagen satelital de 15m de resolución), así como también opiniones técnico-científicas. Para la elaboración de la información temática y la generación de los mapas temáticos se recurrió a las fuentes de los entes oficiales como referencia, en base a los cuales se realizó la interpretación, contrastación y/o actualización en el campo de los datos preliminares.

1.10.2. ETAPA DE GABINETE

En esta etapa se ha realizado la recopilación de datos, análisis bibliográfico existente sobre la zona de estudio. Así mismo el análisis de foto interpretación del área. Luego de las salidas de campo, se elaboraron los planos geológicos y geomorfológicos sobre un plano 1:25,000 de la zona; tomando en cuenta las asociaciones litológicas existentes, con las cuales se hizo las interpretaciones respectivas.

1.10.3. ETAPA DE CAMPO

En la etapa de campo, se ha realizado el cartografiado geológico de las unidades estratigráficas y estructurales sobre el plano base a escala 1:25,000. El levantamiento de columnas estratigráficas en los afloramientos que se observan, tomando en cuenta los detalles de la estratigrafía secuencial, que permitieron establecer su caracterización geológica y geotécnica. Asimismo, se recolectaron muestras de suelos y rocas de calicatas y afloramientos para sus respectivos análisis.

1.10.4. REDACCIÓN DE LA TESIS

Elaborar el informe preliminar y posteriormente el consolidado del informe final, adjuntando todo lo elaborado como planos, cuadros, fotografías y anexos que se consideren convenientes.

1.11. CLIMA

El análisis sobre el clima de la provincia Canas es factible de realizar por zonas naturales, en base a los lugares más representativos. Las características homogéneas de topografía y fisiografía a lo largo del territorio de la provincia determinan climas poco variados en los diferentes pisos altitudinales.

La configuración climática de la provincia se halla bajo la influencia macro climática de grandes masas de aire provenientes de la selva sur oriental, del altiplano e incluso de la lejana Patagonia. Los vientos de la selva sur implican inmensas masas de aire cargadas de humedad, que son impulsadas por los vientos alisios del oriente. Por otro lado, las condiciones geomorfológicas de la provincia generan condiciones meso climáticas y micro climáticas con variaciones espaciales y temporales.

Las condiciones climáticas que presenta la provincia de Canas, es homogénea dentro de su caracterización resulta de mucha importancia ya que el clima determina el tipo de vegetación, las características edáficas del suelo, disponibilidad del recurso hídrico y la distribución de la población en el tiempo y espacio. El análisis de las condiciones climáticas se hizo sobre la base de la información proveniente de las estaciones meteorológicas localizadas en el entorno de la provincia, esta información se presenta a través de cuadros resumen, gráficos y mapas. La temperatura, precipitación y evapotranspiración.

La provincia en general presenta intensas heladas, las lluvias se distribuyen en periodo de secas con lluvias ocasionales entre abril a setiembre y un periodo de

lluvias con precipitaciones moderadas entre octubre y marzo, estas características hacen que esta zona presente un grado de favorabilidad malo para las actividades agrícolas y regular para las actividades pecuarias.

En general el clima del departamento de Cusco es diverso debido a sus características geográficas. De acuerdo a la clasificación climática de Thornthwaite (1931) y el SENAMHI (1988), el ámbito de estudio tiene 12 tipos de clima, los cuales se describen a continuación (IMA, 2008).

- **Lluvioso Frío con invierno seco B(i)C'**

La precipitación se distribuye en un rango de 980 a 1 600 mm y una temperatura media anual de 6.5 a 9 ºC. Los mayores valores de precipitación se distribuyen entre los meses de diciembre a marzo, siendo el resto del año relativamente seco. Este tipo climático se halla ubicado desde los 3 600 a 4 400 metros de altitud.

- **Lluvioso Frío con Precipitación abundante en todas las estaciones**

La precipitación anual se distribuye en un rango de 850 a 1 000 mm y con una temperatura media anual de 0 ºC. Altitudinalmente se ubica por encima de los 5 000 metros de altitud.

- **Lluvioso Semicálido con invierno seco B(i)B'1**

este clima presenta una precipitación anual de 1 600 a 2 900 mm y una temperatura media anual de 20 a 22 ºC. Las lluvias se distribuyen en un periodo seco que se presenta entre los meses de mayo a julio y un periodo con precipitaciones abundantes entre los meses de diciembre a marzo. Altitudinalmente, este tipo climático se halla ubicado desde los 1000 a 1200 metros de altitud.

- **Muy lluvioso Cálido con Precipitación abundante A(r)A'**

La precipitación anual se distribuye en un rango de 1 900 a 6 000 mm, estos rangos de precipitación vienen hacer los más altos que se dan en la región y con una temperatura media anual es de 25º C. Las precipitaciones pluviales se presentan a lo largo de todo el año, con mayor intensidad entre los meses de diciembre a marzo, no presenta una estación seca definida. Altitudinalmente este clima se distribuye desde los 400 a 1 000 metros de altitud

- **Muy lluvioso Semicálido con Precipitación abundante A(r)B'1**

La precipitación anual se distribuye en un rango de 2 300 a 3 100 mm, con una temperatura media anual de 16 a 19 ºC. Las precipitaciones se distribuyen a lo largo de todo el año no existiendo una estación seca definida. Este clima se distribuye altitudinalmente desde los 1 000 a 1 200 metros de altitud.

- **Muy lluvioso Semifrío con Precipitación abundante A(r)B'3**

Presenta una precipitación anual de 2 600 a 2 900 mm y una temperatura media anual de 13 ºC. Las lluvias se distribuyen en un periodo de precipitaciones abundantes a lo largo de todo el año y sin un periodo seco definido durante el año. Altitudinalmente este tipo climático se ubica desde los 2 000 a 2 600 metros de altitud.

- **Semiárido Semifrígido con invierno seco D(i)B'3**

La precipitación anual se distribuye en un rango de 200 a 500 mm, con una temperatura media anual de 12 a 14 ºC. Las precipitaciones de mayor intensidad se distribuyen entre los meses de diciembre a marzo y con un periodo seco definido entre los meses de mayo a julio. Este tipo climático se halla ubicado desde los 2400 a 3000 metros de altitud.

- **Semiárido Templado con invierno seco D(i)B’2**

Las precipitaciones de mayor intensidad se dan entre los meses de diciembre a marzo, con una estación seca definida en el resto de los meses del año. Altitudinalmente se halla ubicado desde 2800 a 3000 metros de altitud.

- **Semiseco Semicálido con invierno seco C(i)B'1**

Presenta una precipitación anual de 750 a 1 900 mm y una temperatura media anual de 19 a 20ºC. Las precipitaciones con mayor intensidad se dan entre los meses de diciembre a marzo, con un periodo seco definido entre los meses de mayo a julio. Este tipo climático se distribuye altitudinalmente desde los 1300 a 2900 metros de altitud

- **Semiseco Semifrígido con invierno seco C(i)D'**

La precipitación total anual presenta se distribuye en un rango de 500 a 750 mm y una temperatura media anual de 3 ºC a 8 °C. Las precipitaciones de mayor intensidad se dan entre los meses de diciembre a marzo, con un periodo seco definido entre los meses de mayo a julio. Altitudinalmente se ubica desde los 4200 a 4800 metros de altitud.

- **Semiseco Semifrío con invierno seco C(i)B'3**

Presenta una precipitación anual de 500 a 1 000 mm y una temperatura media anual de 12 a 14 ºC. Los meses con mayor intensidad de precipitaciones pluviales son de diciembre a marzo y un periodo seco entre los meses de mayo a julio. Este tipo climático se halla ubicado desde los 3000 a 3600 metros de altitud.

- **Semiseco Templado con invierno seco C(i)B'2**

Presenta una precipitación anual de 750 a 1 800 mm y una temperatura media anual de 15 a 16 ºC. Las precipitaciones a lo largo del año se distribuyen en un periodo seco que se presenta entre los meses de mayo a julio y un periodo con lluvias de mayor intensidad entre los meses de diciembre a marzo. Este tipo climático se halla ubicado desde los 2 100 a 2300 metros de altitud.

En la zona del proyecto se ha clasificado como un clima lluvioso frio con invierno seco, presenta un clima de transición entre el clima templado quechua y el clima frío de puna. La precipitación se distribuye en un rango de 980 a 1 600 mm y una temperatura media anual de 6.5 a 9 ºC. Los mayores valores de precipitación se distribuyen entre los meses de diciembre a marzo, siendo el resto del año relativamente seco.

1.12. VEGETECION

Es conocida universalmente como Puna, se caracteriza por presentar una vegetación de estrato herbáceo, 82 densa a semidensa, Las especies más frecuentes son: Schinus molle, Schinus pearci, Eritrina falcata, Salix humboltiana, Escallonia resinosa, Escallonia herrerae, Baccharis salicifolia, Baccharis chilco, Baccharis odorata, Spartium junceum, Berberis boliviana, Berberis carinata, Caesalpinia spinosa, Berberis lutea, y otras En la actualidad de estos matorrales se extraen en pequeña proporción hierbas y arbustos para fines domésticos (medicina, leña, etc.), también están sometidos a un pastoreo extensivo de ganado vacuno y ovino, así como también se apertura áreas dentro de estos matorrales para la actividad agrícola

1.13. TEMPERATURA

El comportamiento térmico se ve influenciado por la altitud y el relieve, por lo que la oscilación de las temperaturas entre el día y la noche es considerable, la temperatura mínima anual es de 2.6 ºC, en el mes de junio, la media anual es de 6.6 ºC y las máximas se registran en los meses de noviembre y diciembre con 17.5ºC.

1.14. PRECIPITACION

La Provincia recibe una apreciable cantidad de precipitación pluvial a lo largo del año, con una distribución variable en tiempo y espacio; la media anual se estima en 791.5 mm. En general la distribución de la precipitación a lo largo del año es marcadamente diferente, presentándose un período “seco” largo entre los meses de abril a septiembre y un periodo “lluvioso” corto que se da entre noviembre a marzo.

CAPITULO II

GEOMORFOLOGIA

2.1. INTRODUCCION

La característica en la evolución morfológica del territorio peruano se manifiesta por:

a.- Un relieve inmaduro desarrollado entre el mar, la región cordillerana y la región Su-Andina oriental y características climáticas particulares a cada región.

b.- La ubicación geográfica del territorio peruano en la zona de convergencia de las placas de Nazca y Sudamérica, causantes de la actividad sísmica y volcánica.

Para el caso que nos ocupa, como corresponde a todo estudio geológico-geodinámico, primero debemos ubicar la zona dentro del contexto geomorfológico regional, para ver en que unidad se encuentra la zona de estudio. Como es de verse en la interpretación de los planos regionales, la zona de altas cumbres (4 000 m.s.n.m.), el tipo de roca, los sistemas estructurales, aunado a la presencia de agua superficial y sub superficial, juegan un papel importante y determinan el modelado del relieve de la zona de estudio.

2.2. GEOMORFOLOGIA REGIONAL

En base a criterios morfológicos, litológicos y estructurales, la zona de estudio presenta las siguientes unidades geomorfológicas regionales, se describe las unidades geomorfológicas regionales limítrofes con la geoforma en la que se encuentra la zona de estudio (Geología del cuadrángulo de cusco, Boletin N°. 138).

2.1.1. ALTIPLANO

Gran parte del proyecto se localiza en la prolongación noroeste del Altiplano y corresponde a la terminación occidental de esta unidad que viene desde Bolivia. Limita al sur con el borde NE de la Cordillera Occidental y al norte con la Cordillera Oriental mediante la zona intermedia Altiplano-Cordillera Oriental, caracterizada por el anticlinal de Vilcanota. En el Altiplano afloran rocas mesozoicas de poco espesor por comparación a sus equivalentes de la Cordillera Occidental, sin embargo, las capas rojas continentales del Terciario son muy potentes, como el Grupo San Jerónimo (> 5000 m) que además muestra la superficie más amplia de afloramientos.

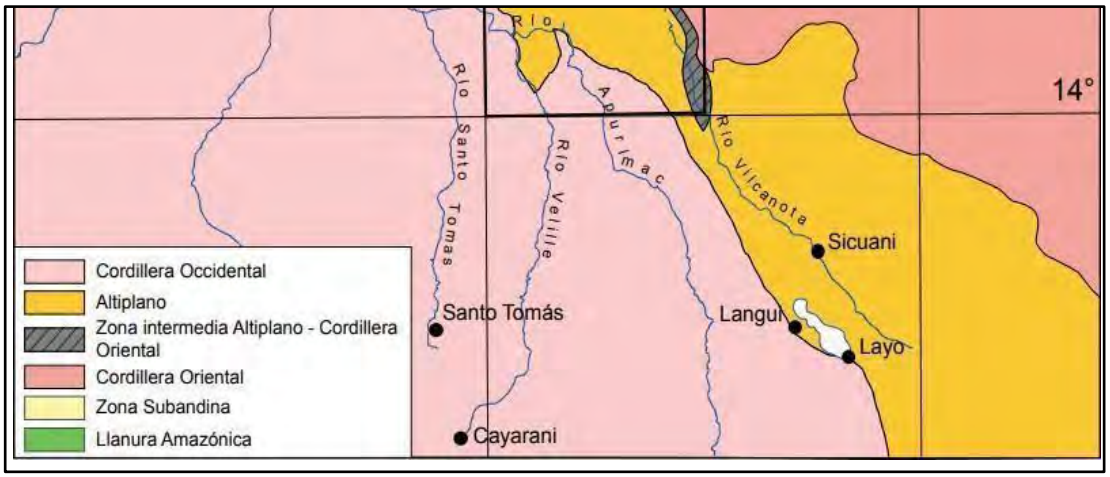
En el aspecto morfológico se caracteriza por ser una altiplanicie con altitudes que varían entre 3800 y 4000 msnm, aunque localmente algunas montañas pueden

sobrepasar los 4400 msnm. Esta unidad está disectada por numerosos ríos y por la acción glaciar, que le dan una configuración muy agreste, a pesar de ser parte del Altiplano.

2.1.2. BORDE NE DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL

Está localizado al S y SO de la zona del proyecto. Corresponde a una zona con relieves relativamente planos cuyas altitudes alcanzan 4000 msnm, con cumbres entre 4200 y 4300 msnm. Sin embargo, la incisión de los ríos Velille y Apurímac le da a esta unidad una topografía accidentada. Destacan las montañas de Quepuro- Tauca Orcco de dirección NNO-SSE y las Montañas de Sihuina y Quintir, entre otras, que superan los 4000 msnm. Todas estas montañas se han desarrollado sobre conglomerados de la Formación Anta del Eoceno superior-Oligoceno inferior. El límite con el Altiplano es bastante irregular ya que corresponde a cambios de dominios paleogeográficos, controlados por fallas regionales importantes como las de dirección NO-SE Cusibamba- Acomayo y NNO-SSE Huanoquite - Accha. Estas fallas son parte del sistema Cusco-Lagunillas-Mañazo y controlan los principales sistemas de drenajes, por donde discurren los ríos Velille o parte del Apurímac.

Figura 1: Unidades geomorfológicas regionales



Fuente: Boletín Geológico INGEMMET

2.3. GEOMORFOLOGIA LOCAL

Las unidades geomorfológicas locales en donde está emplazada todo el proyecto pertenecen a un paisaje de altiplanicie bordeado por montañas empinadas según el estudio "Proyecto de Fortalecimiento de Ordenamiento territorial del Gobierno Regional Cusco" ZEE Cusco, 2008. (Ver Anexo MAPA GEO-02), son los siguientes

2.3.1. ALTIPLANICIE ONDULADA

Constituyen sectores de peneplanicies de erosión y deposición con pendientes predominantes de 4 -15 %, que se ubican en la parte alta, generalmente sobre los 3 800 y los 4 500 m.s.n.m.

Sus estructuras son debidas a la presencia de bancos o capas de rocas duras de estructuras horizontales o sub-horizontales, que han subsistido como relieves estructurales protegiendo capas de rocas subyacentes.

En el área del proyecto estos relieves se observan en los kilómetros 37+260 y 38+640, lo conforman rocas del grupo Puno, suelos erosionados donde se aprecianel afloramiento de conglomerados polimícticos y areniscas rojas, en sus faldas presentan morrenas producto del arrastre de glaciares cuaternarios.

2.3.2. ALTIPLANICIES DISECTADAS

Son superficies caracterizadas por una topografía ligeramente llana con pendientes entre 15 a 25 %, diseccionada y ubicadas entre los 3 800 y 4 800 m.s.n.m.

Su origen es variado, algunas originados a partir de superficies rocosas duras de estructura tabular, donde la erosión fluvial a diseccionado diversas estructuras de suelo y de roca.

Se observa este relieve en los kilómetros 28+000 hasta 33+000 y 36+500, conformadas por material morrénico, aluvial, fluvio glaciar y lacustre, estas superficies han sido afectadas por glaciaciones cuaternarias

2.3.3. FONDO DE VALLE GLACIAR ALUVIAL

Son formas de suelos de recientes, caracterizadas por tener una pendiente moderada a fuertemente inclinada (4-25 %), ubicados por encima de los 3300. Su origen está ligado en todos los casos a los cursos fluviales que han modelado diversos terrenos; no obstante, algunas han sido modeladas durante algunos períodos por el avance de masas de hielo de las fases glaciales cuaternarias.

En el proyecto se observa estos relieves entre los kilómetros 25+620 y 37+000, en la parte sureste de la laguna de Langui, conformados por suelos aluviales y fluvio glaciares, estos suelos en su parte son arcilloso y presentan áreas de bofedales.

2.3.4. LLANURA DE VALLE ALUVIAL

Se caracteriza por tener un relieve plano, con suelos de reciente formación sin embargo en su proceso de su deposición existe diversas formas de sedimentación fluvial, aluvial de litología semiconsolidado hasta suelos de material heterogéneos.

Esta geoforma abarca la parte noreste a sureste que rodea a la laguna de Langui entre los kilómetros 0+000 y 25+620, abarca las zonas distales de abanicos aluviales conformados por limo, arcillas, gravas y turba.

Foto 1: Vista hacia la Laguna de Langui.

2.3.5. FONDO DE VALLE ALUVIAL ALTIPLANICO

La característica fundamental de este relieve se debe a dos geoformas diferentes, una que corresponde a la depresión y otra a las pampas cada una con depositaciones de materiales aluviales y fluvio glaciares.

Esta geoforma la podemos observar entre los kilómetros 37+000 hasta 41+000.

Foto 2: Vista hacia el sector de Yuraccancha

2.3.6. VERTIENTE DE MONTAÑA EMPINADA

En forma general, las montañas se consideran como las culminaciones altutidinales del sistema cordillerano andino o áreas de mayor levantamiento orogénico con vertientes moderadamente empinadas a escarpadas (15 a +50 %) y alturas que superan los 1 000 m de la base del río a la parte más alta del relieve. Estas formas de tierra poseen una topografía accidentada, con pendientes predominantes de 25 a 50%.

En la zona del proyecto lo podemos observar en los kilómetros 18+000, 26+000, 33+000. En los cuales afloran las formaciones rocosas de Auzangate y Muñani.

CAPITULO III

GEOLOGIA

3.1. INTRODUCCION

La geología de la Región se caracteriza por su complejidad; adquiriendo esta compleja configuración desde el Mesozoico (cretácico inferior-superior), continuando con el Cenozoico (cuaternario holoceno) y finalmente presentando rocas intrusivas, prueba de esta constante evolución, es la presencia de abundantes fallas recientes, plegamientos y otras acciones tectónicas que evidencian el activo cinturón sísmico de la Cadena de los Andes.

En la Región a lo largo de los periodos geológicos, ocurrieron diversas fases de eventos tectónicos que fueron modelando el relieve actual, así mismo, se produjeron procesos de geodinámica externa e interna que también fueron labrando la configuración actual del relieve actual, y por supuesto, los procesos de intemperismo fueron retocando intensamente todo el relieve actual.

La integración de la geología tiene como principal objetivo proporcionar la información necesaria que sirva de apoyo a la interpretación y fundamentación de las disciplinas conexas, como suelos, forestales, geodinámica.

En base a la cartografía detallada en: Estudio Geológico del INGEMMET; Bol. 29-t, Geología de los cuadrángulos de Sicuani, a continuación, se describe brevemente las unidades lito estratigráficas, tal como se presenta en el mapa geológico que se acompaña al presente (G-03).

La serie estratigráfica de la Región, va desde el Paleozoico con la unidad del devónico superior como el Formación Sandia hasta el Cenozoico, Cuaternario reciente con los depósitos fluviales, aluviales, Coluvio aluviales, coluviales.

3.2. GEOLOGIA REGIONAL

De acuerdo a las observaciones y estudios de campo realizadas por el suscrito, la cartografía geológica elaborada y publicada por el INGEMMET “Geología del cuadrángulo de Ocongate y Sicuani a escala 1:100 000, se describe los grupos y/o formaciones geológicas a nivel regional y local del área circundante al proyecto, el cual abarca parte del cuadrángulo de Yauri, motivo del presente estudio. Cabe indicar que toda la estratigrafía que se describe, está presente en la zona de estudio. (Ver Anexo MAPA GEO-03).

3.2.1. CENOZOICO – NEOGENO - PLIOCENO

3.2.1.1. FORMACION CASA BLANCA

Reconocida por KUMMEL, B. (1948) y descríta en la región alta del río Cushabatay, litológicamente está conformada por una secuencia de areniscas deleznables blanquecinas bien clasificadas, intercaladas con limoarcillitas gris oscuras. Así mismo aflora en la quebrada Anguillayoc, observándose el contacto concordante con la Formación Huchpayacu, inmediatamente inferior, la litología es similar a aquella del río Cushabatay, la cual está truncada por una falla. El ambiente sedimentario de esta unidad, por composición clástica se le asume como netamente continental, la relación estratigráfica con las unidades colindantes es concordante, su grosor se estima aproximadamente en 60 metros, habiéndose medido 55 metros en el pozo Maquía y en Santa Clara.

Edad. - No se han reportado fósiles, que determinen una edad precisa, pero por posición estratigráfica, se le asigna la edad del Maestrichtiano inferior MULLER, (1982).

3.2.1.2. GRUPO BARROSO

Circunscrito al sector sur de la región Cordillera Occidental, esta unidad estratigráfica es subida a la categoría de grupo por MENDIVIL (1965). Así definida PALACIOS et. al, (1993) incluye a todas las rocas volcánicas y vulcano clásticas posteriores al vulcanismo del Grupo Sillapaca, y anteriores a la última glaciación Pleistocénica. PALACIOS et. al, (1993) hace mención de afloramientos típicos de esta unidad en el Cerro Huaracane, Cerro San José y Cerro El Asiento, inmediatamente al este de San Antonio de Esquilache; estos flujos volcánicos comprenden andesitas afaníticas, andesitas basálticas afaníticas, andesitas porfiríticas, derrames de lavas y tufos traquíticos y traquiandesíticos, lavas intercaladas con brechas y aglomerados de composición andesítica y traquítica. En el Cerro Morojaque el Grupo Barroso tiene tobas soldadas de grano fino, color gris a purpura grisáceo, laminadas con inclusiones de plagioclasa, biotita y cristales de anfíboles corroídos; las que sobreyacen a las lavas de la Formación Maure. Las lavas y piroclastos de San Antonio de Esquilache, envuelven a complejos intrusivos ocupados por dioritas y granodioritas mineralizadas, algunos de los cuales pueden ser más bien de edad Tacaza que Barroso.

3.2.2. CENOZOICO – NEOGENO - MIOCENO

3.2.2.1. GRUPO MAURE

Las rocas de esta unidad fueron primeramente estudiadas en Bolivia, por R. Kozlowski (1918) bajo el nombre de Estratos del Río Mauri", posteriormente Ahlfeld y Branisa (1960) las describe con la categoría de formación. Dichos autores incluyen en la unidad una serie sedimentaria inferior y un manto de toba volcánica superior, separados por una discordancia. El grupo Maure aparece estratificada en capas gruesas y en escasa proporción capas delgadas; en conjunto todas ellas se muestran como estratos bien definidos y en algunos casos lenticulares, de posición subhorizontal o con inclinaciones de muy poco ángulo. La litología de la formación es variable y consiste de una intercalación de brechas, conglomerados, areniscas, tufitas, limolitas, etc. Las brechas son de naturaleza volcánica y de color oscuro, sus elementos angulosos y sub-angulosos varían entre 5 y 20 centímetros de diámetro, llegando en algunos casos a tener más de 0.50 cm., la matríz es tufácea y en parte arenosa y algo conglomerádica. Los conglomerados son volcánicos de elementos redondeados y en menor proporción subangulosos, que se encuentran en una matríz tufo-arenosa. Las areniscas y areniscas tufáceas son de grano fino a grueso, de color blanco a gris o gris verdoso, buena estratificación, compactas a medianamente compactadas y en algunos casos hasta sueltas; la matríz es arcillosa. Las tufitas tienen una coloración blanquecina, amarillenta o salmón, se presentan en bancos gruesos, poco compactadas y fácilmente disgregables. Las limolitas y arcillas son de color marrón, se hallan en capas delgadas, son compactas e intercalan principalmente con las areniscas y las tufitas. Los bancos de tufos retrabajados contienen gran cantidad de fragmentos de lapilli y pómez, estos últimos alcanzan tamaños de 10 y más cm. de diámetro, principalmente en la parte superior de la formación, donde se hallan horizontes lapillíticos y aglomerádicos compuestos mayormente de pómez.

3.2.3. CENOZOICO – PALEOGENO - OLIGOCENO

3.2.3.1. GRUPO TACAZA

Término empleado por primera vez por JENKS (1946) y publicado formalmente por NEWELL (1949) y subido a la categoría por MAROCCO y DEL PINO (1966). Esta unidad estratigráfica aflora en la zona sur y suroeste de la región y consiste litológicamente de 400 m. de andesitas bien estratificadas, lavas de andesitas basálticas y tufos de bloques, con una alta proporción de sedimentos fluviales en la parte basal. Hay un cambio total hacia su parte superior de las lavas de augita

porfiríticas a lavas de plagioclasas porfiríticas, PALACIOS et. al, (1993). Algunas de las cuales están normalmente gradadas, son de grano muy grueso pobremente clasificado siendo los granos angulares a sub angulares, las gravas volcánicas constituyen el 10% del volumen. También hay conglomerados con clastos subredondeados de andesita en una matriz de fragmentos roca y arena de cuarzo y feldespato PALACIOS et. al, (1993). PALACIOS et. al, (1993). PALACIOS et. al, (1993), menciona que en la parte NO del cuadrángulo de Pichacane los constituyentes del Grupo Tacaza son mayormente aglomerados de clastos de andesita afanítica y vesicular de 0.8 m. de tobas lapilliticas gruesas. Cerca del centro poblado de Jesús María los aglomerados contienen bloques de 20 a 30 cm. de diámetro de una andesita traquítica con plagioclasa porfirítica morada en una matriz de tobas cristalizada, estas pasan de una andesita porfirítica morada con plagioclasa y hornablenda seudomórfica, son comunes minerales de cobre diseminado a través de toda la secuencia, los sedimentos observados son areniscas, limolitas, conglomerados y calizas no fosilíferas.

3.2.4. CENOZOICO – PALEOGENO - EOCENO

3.2.4.1. GRUPO PUNO (Miembro Inferior)

De los conglomerados y areniscas gruesas de la parte superior de Muñani se pasa gradualmente a los conglomerados rojos y areniscas blancas rosadas de Puno.

Los conglomerados presentan, en una matriz, arcósica, guijarros de cuarcitas en general bien redondeados y con 1 a 10 cm. de diámetro y pátina desértica.

Las areniscas blanco rosadas a rojas, están mal estratificadas y forman bancos gruesos hasta de 5 ó 10 m., a los cuales la erosión ha dado formas redondeadas y no en aristas cortantes.

Todo este conjunto detrítico proviene de la erosión de la primera cadena de los Andes que surgió no solamente en la Cordillera Occidental sino también en la Cordillera Oriental al final del Cretáceo superior. Newell piensa en un gran plegamiento en la Cordillera Occidental, y en base a un afloramiento aislado de conglomerados en discordancia muy fuerte con las Capas rojas cretáceas al Noreste de Pitumarca, podemos añadir que la Cordillera Oriental también fue afectada por un tectonismo intenso. Entre las zonas plegadas positivas y sujetas a intensa erosión, el área negativa del Vilcanota (más tranquila) fue sumergida debajo de la potente serie detrítica de “Puno” miembro inferior de tipo “molasse” en concordancia con el cretácico superior.

3.2.5. CENOZOICO – PALEOGENO - PALEOCENA

3.2.5.1. FORMACION MUÑANI

Al Oeste de Sicuani yacen en concordancia debajo de los conglomerados del Terciario más 2,000 m. de sedimentos detríticos finos y rojos. En conjunto representan un enorme sinclinal a cuyo lado oriental la serie fue descrita por Newell (Suyopampa).

Las capas inferiores yacen concordantes sobre el Cretáceo medio (Norte de la Reyna) y al Noreste (Vilcanota) los afloramientos están limitados por largas fallas.

Son esencialmente areniscas arcósicas pero muy cuarcíferas de grano fino y en bancos que varían desde 50 cm. a 5 m., pero generalmente son de 2 m.

Estas areniscas de color rojo ladrillo brillante alternan con capitas de limolitas y argilitas rojo oscuro. Pueden ser muy potentes y a veces yesíferas en los límites inferiores y superiores de la serie. No se encontró Charophitas.

Posiblemente la parte inferior de este miembro represente a Cotacucho y la parte superior, mas microconglomerádica, representaría a Muñani. Frente a San Pablo, en la ribera izquierda del Vilcanota, entre dichas partes existen unas capas verdes arenosas o brechoides que parecen homólogas a Vilquechico, pero ello es una falsa impresión, porque la coloración se debe a impregnaciones de silicatos y carbonatos de cobre en los bancos porosos. Todos estos horizontes son lenticulares y hacia el Sur pasan, después de algunos kilómetros, a capas rojas típicas. Por otra parte, en el interior mismo de los bancos no es raro ver que la mineralización invada parcialmente la roca.

3.2.6. MESOZOICA – CRETACEO - SUPERIOR

3.2.6.1. FORMACION AUSANGATE

Inicialmente descrita como Formación Chilca por Audebaud (1973), la denomina como una secuencia pelito samítica rojiza, también es correlacionada con las formaciones de Quilque, Gregory (1916), estudiado inicialmente por Carlotto et al. (1992) y fue redefinida por López (1996) como Formación Auzangate, aflora ampliamente entre las hojas 28t2 y 28t3, se estima un grosor de la unidad de 100 m a <300 m. La unidad se encuentra bien expuesta al suroeste del cuadrante, a lo largo de la quebrada Jatun Ojo, está compuesta por limoarcillitas finas de estratificación laminar color rojo brunáceo claro, solo se han afinado los contactos en esta zona con respecto a los mapas base antes actualizada y también se realizó el registro de datos de campo. La litología está constituida predominantemente por

limolitas y lutitas color rojo brunáceo alternada por estratos muy delgados de areniscas finas rojizas de grano fino con presencia de laminaciones paralelas y oblicuas, presenta en forma muy esporádica estratos delgados de limolitas verde claro (1 a 1.5 m). El afloramiento de los estratos está en posición invertida con respecto a la Formación Vilquechico. Debido que son rocas suaves y por estar expuestas al intemperismo no se determina posible dar un espesor exacto de la formación.

3.2.6.2. FORMACION VILQUECHICO

Definido inicialmente por Newell (1949), en el poblado de Vilquechico en la región de Puno, Audebaud (1967 y 1973) inicialmente le asignan el nombre de Formación Hanchipacha, a una secuencia pelítica - samítica - calcárea que sobreyace a las calizas de la Formación Ayabacas. Posteriormente, es denominado Formación Vilquechico por Sánchez y Zapata (2003).

La base de la unidad está conformada por una sucesión de areniscas de grano fino, cuarzosas y arcósicas de textura sacaroidea, ambas de colores rosáceo a rojo brunáceo claro, con azimut y buzamiento N310°/30° NE a N320°/32° SO, en estratos de forma subtabular, con grosores mayores de 50 cm, caracterizados por su conspicua laminación paralela; se intercalan algunas capas de limoarcillitas laminadas, gris verdosas, gris violáceo y gris oscura. La Formación Vilquechico infrayace concordantemente a la Formación Auzangate.

Así mismo, esta unidad se encuentra expuesta al suroeste del cuadrante, en las laderas del cerro Quilli y al suroeste de Chupata, se encuentran en posición invertida. Anteriormente, en los mapas base se consideró esta zona como Formación Maras y Huancané. La Formación Vilquechico infrayace concordantemente a la Formación Auzangate y está compuesta con niveles de limolitas beige, verdes, lutitas violáceas y grises intercaladas por estratos de areniscas blanquecinas de grano medio a fino y niveles de calizas mudstone gris clara que afloran en posición invertida con respecto a la Formación Auzangate.

3.2.6.3. FORMACION ARCURQUINA

Esta denominación fue establecida por Jenks W. (1948) y ratificada por Benavides V. (1962) para la secuencia calcárea que sobreyace a los clásticos Murco al noroeste de Arequipa, pero por Abancay Marocco R. (1975) y Pecho V. (1981) emplean el término Ferrobamba para la secuencia calcárea de posición estratigráfica similar a la Formación Arcurquina. Posteriormente Mendívil S. (1978) usa el término de Arcurquina diferenciando tres miembros para el área de Livitaca,

pero aclara que esta unidad debe ser reclasificada, puesto que puede ser dividida en varias unidades con la categoría de formación e integrantes de un grupo, no habiéndose efectuado tal modificación porque no se han realizado las observaciones correspondientes. En el área de los cuadrángulos de Cuzco y Livitaca se han incluido a todos los afloramientos calcáreos del Cretáceo en una sola unidad litoestratigráfica, que por su igualdad litológica y similar secuencia estratigráfica; se le considera como la prolongación lateral de la Formación Arcurquina, razón por la cual se mantiene dicha denominación.

3.2.7. MESOZOICA – CRETACEO - INFERIOR

3.2.7.1. FORMACION MURCO

Al noreste de Arequipa Jenks W. (1948) define como Formación Murco a los sedimentos clásticos abigarrados pero mayormente rojizos que en posición estratigráfica están sobre el Grupo Yura y debajo de la Formación Arcurquina, seguidamente Benavides V. (1962), Vargas L. (1970) y Vicente J. C. (1979) amplían los estudios; en el cuadrángulo de Caylloma Dávila D. (1988) separa cuatro miembros, pero en Abancay Pecho V. (1981) usa el término de Formación Mara para los sedimentos rojizos que afloran en los alrededores del pueblo de Mara, con posición estratigráfica idéntica a la Formación Murco. Mientras que Mendívil S. (1978) eleva a la categoría de Grupo separando dos formaciones para el área de Livitaca; estas dos formaciones del Grupo Murco son: Huintuyo y Chillorolla, esto conlleva a redefinir estratigráficamente al presente grupo, tema que no se analizará, pero de los datos disponibles u observados en el campo tanto en Arequipa, Caylloma, Abancay, Livitaca y Cuzco se puede asumir que existen los requisitos indispensables para efectuar larecategorización propuesta.

3.2.7.2. FORMACION HUANCANE

Estas areniscas rojas, de edad supuesta del Cretáceo inferior a medio, con gran extensión en todo el Sur del Perú, han sido descritas por Petersen y Cabrera La Rosa (1936), Newell (1945) y Heim (1947) en la región del Lago Titicaca.

Correlacionadas con el grupo Goyllarisquizga al Norte, para varios autores en el Sur (Arequipa) parece ser equivalente aproximativo de la formación Murco de Jenks.

En la zona estudiada, estas areniscas u ortocuarcitas rojas o rosadas (a veces blancas o rojo vivo) en bancos gruesos y masivos, intercaladas o no con lutitas o limolitas rojas forman, cerca del lago Titicaca, acantilados regulares rojizos cubiertos de líquenes verdosos y de bromeliáceas espinosas.

La roca tiene fractura definida en aristas agudas con escarpamientos abruptos, produciendo escombros con elementos angulosos esparcidos irregularmente.

Estas areniscas, en general, son más finas al tope de la serie y en conjunto forman bancos de 1 a 4 m. divisibles en placas de 2 a 10 cm., con estratificación cruzada desde la escala del centímetro hasta el metro o decena de metros. Son de origen a veces torrencial, pero más a menudo eoliano tal como lo demuestran los granos de cuarzo rosado modelados en facetas o redoneados con superficies mate y las abundantes grietas de disecación.

Las partes inferiores y superiores de esta serie pasan rápido, pero escalonadamente, a las capas rojas del Muni y Moho inferior, respectivamente. Dentro de Huancané existen de 5 a 20 m. de limolitas y lutitas rojas con capas (5 a 10 cm.) de areniscas rojas intercaladas localmente (NE del cuadrángulo de Sicuani) sin que se trate de una repetición tectónica.

Particularmente, en estas capas rojas las microestratificaciones cruzadas irregulares, a la escala del cm. entre lutitas rojas y areniscas rosadas, están acompañadas de microconglomerado de guijarros blandos y aplastados, elementos de “mudcracks” retrabajados y micro-lentes de lutitas rojas.

3.2.8. PALEOZOICO – PERMIANO - SUPERIOR

3.2.8.1. GRUPO MITU

Según (INGEMMET, Boletín Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1: 50 000) N° 46 , 2022) este grupo sirve no solamente como horizonte guía, gracias a sus grandes escarpas rojizas y masivas, sino que también define un horizonte resistente que condiciona y sirve de molde a todas las tectónicas de los niveles cretáceos.

En general, mientras que los sedimentos detríticos son cortados por la erosión en grandes murallas pardo-rojizas o rojo violáceo mal estratificados, los volcánicos determinan cumbres con formas suaves cubiertas de aluviones rojos por la alteración química (cerro Pirhuate). En este último caso parece apropiado el nombre Mitu creado por McLaughlin en 1924, porque en quechua significa lodo, aluvión.

Según los lugares se presentan, en forma muy variable, tres unidades litológicas: conglomerados, areniscas y volcánicos hipabisales que cortan caprichosamente los diversos niveles y afloran en forma desordenada.

Los conglomerados poseen en una matríz arcósica guijarros muy variables, tales como cuarcitas del Paleozoico inferior, volcánicos Permianos (andesitas, riolitas), a veces intrusivos y a menudo calizas gris azuladas como producto de la erosión de Copacabana infrayacente.

El conglomerado de base de Mitu (brechoso al Este) presenta numerosos fragmentos de calcáreos gris azulados y subangulares, provenientes de la erosión de Copacabana en la Cordillera Oriental, existiendo también guijarros de granitos hercínicos o más antiguos.

Los bancos groseramente estratificados comprenden, a veces, lentes de arcosa roja que alcanzan varios metros de espesor.

(Este de Maranganí) con estratificación cruzada típica de los depósitos deltaicos torrenciales. La matriz arcósica, muy variable, contiene cuarzo y ortoclasa, plagioclasa y minerales pesados (zircón, esfena).

Las areniscas son del tipo grauwacas, de color rojo pardo a chocolate; pero también, tienen una composición muy variable, siendo cuarcíticas en algunos lugares (Aguas Calientes) y muy arcósicas en otros, con fragmentos volcánicos heterogéneos integrados por plagioclasa, cuarzo y en porcentajes variables esfena, rutilo, zircón, epídota, calcita y a veces dolomita.

3.2.8.2. GRUPO TARMA, COPACABANA

La parte superior de Copacabana fue profundamente atacada por los agentes de erosión que precedieron a los depósitos del Permiano superior continental. Al NE la erosión afectó a todo el Premiano-Carbonífero, dando numerosos fragmentos de calizas (subangulosos) para los conglomerados basales de Mitu que se hallan sobre el Paleozoico inferior.

Según las secciones hechas por Newell (1949) en Mameura, Tinta y Pirhuate, las zonas superiores, en general, están ausentes cuando la serie tiene poco espesor. Además, las facies son demasiado homogéneas para que se pueda admitir una sedimentación de edad diferentes para los distintos lugares o depósitos lenticulares. Para explicar los rápidos cambios de grosor de Copacabana, la erosión Pre-Mitu es un elemento mucho más determinante que la irregularidad de la sedimentación.

3.2.9. PALEOZOICO – DEVONIANO - SUPERIOR

3.2.9.1. GRUPO CABANILLAS

Estudiado inicialmente por Newell (1949) al sur del Perú, en la región de Puno, en las zonas circunvecinas al Lago Titicaca. (INGEMMET, Boletín Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1: 50 000) N° 46 , 2022)

Así mismo, Laubacher (1978) y Klinck et al. (1993), Mendívil y Dávila (1994), realizaron estudios en la región de Cusco; ellos correlacionan en la localidad de Urcos a la Formación Ccatca con la parte superior del Grupo Cabanillas. Por otra parte, Carlotto et al. (2003), Carlotto et al. (2011) observan que encima de la secuencia pizarrosa superior de la Formación Ananea afloran niveles con bloques de cuarcitas englobados en una masa limolítica que corresponden a deslizamientos sinsedimentarios y diamictitas masivas soportadas por una matriz fina, además la secuencia presenta laminaciones hummocky, que corresponde a la Formación Catcca. Por lo expuesto y por los registros de información en campo, nos permite definir que sobre la Formación Ananea se deposita el Grupo Cabanillas y la Formación Catcca.

Por lo tanto, de los estudios anteriores realizados por otros autores y debido a los continuos afloramientos de olistostromos de cuarcitas micáceas grisáceas y blancas masivas englobados por estratos de filitas y pizarras grises oscuras a negras y estratos de areniscas blancas y olistolitos de cuarcitas grises se considera a la Formación Catcca, que también sobreyacería en forma irregular a la Formación Ananea, se recomienda hacer

trabajos de campo para definir la presencia de los olistolitos sobre la Formación Ananea.

3.2.10. PALEOZOICO – SILURICO - SUPERIOR

3.2.10.1. FORMACION ANANEA

Que descrita por Audebaud (1973), como parte de la Serie Ocongate del Paleozoico inferior, Mendívil y Dávila (1994) correlacionan a la Formación Urcos con la Formación Ananea, la describen al este de la localidad de Urcos. Así mismo, es correlacionada con la Formación Paucartambo por Carlotto et al. (1996); posteriormente, Sánchez y Zapata (2003) describen a la Formación Ananea como una secuencia monótona de pizarras y pizarras limolíticas gris micáceas, pizarras micáceas negras esquistosas; en varias localidades de Ocongate, Carlotto et al. (2011) correlacionan a la Formación Paucartambo como Formación Ananea, con la

finalidad de estandarizar las unidades siluro devonianas del sur del Perú. De las observaciones de campo y estudios anteriores, la Formación Ananea infrayace en algunas localidades al Grupo Cabanillas (Miembro inferior) y en otras zonas a la Formación Catcca, considerada y correlacionada con la parte superior del Grupo Cabanillas (Newell, 1949).

En este trayecto, aflora una secuencia continua de rocas blandas conformada por pizarras negras micáceas bituminosas, con intercalaciones de filitas micáceas grises de baja dureza y resistencia; asimismo, se intercalan en forma esporádica estratos delgados de metapelitas grises finas de 0.05 a 0.20 m de espesor, en algunos casos en estratos menores a 1.00 m. Debido a la erosión y poca resistencia de las rocas, los afloramientos presentan tonalidades pardas amarillentas a rojizas (por la presencia de pátinas de óxidos de hierro entre los planos de fracturas), la foliación es laminar en forma de "hojas de papel", dirección azimutal N 280° - 300° O y buzamiento 40° - 50° NE

3.2.11. CENOZOICA – CUATERNARIO - PELISTOCENA

3.2.11.1. DEPOSITO MORRENICO

Por la escala del mapa geológico respectivo, no se ha diferenciado las fases de glaciación; pero, la gran variedad morfológica del modelado glaciar justificaría ampliamente un estudio detallado.

Se han individualizado tres tipos de glaciares, que son:

• Un tipo alpino o de Cordillera, clásico, donde corrientes de hielo dejan magníficas morrenas laterales y frontales debajo de valles en "U" muy profundos (Sigirinacocha).

• Un tipo de piedemonte, al Norte y al Sur de la Cordillera Auzangate-Callangate, que se origina de la confluencia de los glaciares procedentes en períodos de creciente.

• Un tipo de casquete glaciar (Quenamari), cuyos glaciares de descarga divergían a partir de la meseta volcánica y alimentaban en parte al glaciar plano de la cubeta de Sibinacocha.

Las huellas de glaciaciones antiguas alcanzan 3,600 m. de altitud en Ocongate y al Este del río Vilcanota, 3,900 m. en Checca y Langui y 4,000 m. en La Raya; es decir, parece que el hielo ha descendido menos en la parte Sur que en la del Norte, lo cual se debería a una alimentación más pequeña ligada a relieves menos elevados y menores precipitaciones.

3.2.12. CENOZOICA – CUATERNARIO - HOLOCENA

3.2.12.1. DEPOSITO TRAVERTINOS

Dichos depósitos de travertinos se observan, igualmente, cubriendo a los aluviones del fondo de las pequeñas gargantas que bajan desde las lagunas ubicadas al Oeste de Combapata. Tales costras suspendidas encima del río parecen falladas o basculadas y otras, como la del travertino de Chacamayo, soportan ruinas antiguas.

Por su posición estos depósitos podrían corresponder a una topografía mucho más elevada y antigua perteneciente a líneas de surgimiento de aguas calcáreas. En estos casos, los travertinos son parcialmente detríticos con abundantes moldes de plantas y a veces con brechas de pendientes recementadas por el calcáreo.

3.2.12.2. DEPOSITO FLUVIOGLACIAR

Los depósitos fluvioglaciares se ofrecen casi siempre caóticamente estratificados y provienen también de la remosión de las mismas morrenas, estando constituidos en forma muy similar a estas, aunque casi siempre con una textura más pequeña.

Los glaciares que se considera que han existido y los que aún existen, aunque en forma permanente en todos los casos, se han diferenciado tres tipos: glaciares de montaña (cerros Condor Sencca, Pillune y Tallhua), glaciares de pie de monte (inmediaciones de las lagunas en las faldas del cerro Pincullone) y calotas glaciáricas (de reducida extensión).

3.2.12.3. DEPOSITO ALUVIAL

La deposición aluvial rellenó todos los valles principales al final de la época glaciar.

Conos de deyección muy importantes se presentan en algunos lugares (Cusipata, Aguas Calientes).

Los niveles de agua freática que ellos poseen a veces son salinos y dejan, después de la época de lluvia, una costra de sal como la que existe cerca de San Pedro con 20 metros de grosor.

Las aguas que provienen de las barreras glaciares antiguas enterradas bajo los aluviones post-glaciares, dan lugar a un frecuente afloramiento de la mesa de agua freática que origina problemas de drenaje. En estas zonas se desarrollan turberas profundas.

Las lagunas ocupaban las partes bajas después de la glaciación (Lago de Sicuani o Lago Lisson de Maldonado) y, posteriormente fueron colmadas por sedimentos. En Uyurmiri, Maldonado indica una sección constituida por la siguiente litología:

· 20 cm. de tierra arable;

· 40 cm. de creta calcárea gris con diatomeas;

· Varias capas de travertinos de 20 cm. de grosor; y

· Capas de creta lacustre y diatomita con pequeños gasterópodos

Existen terrazas que han afectado a todos los aluviones altamente conglomeráticos aguas debajo de San Pedro y particularmente en Combapata. Esta reactivación de cavadura provendría del deshielo acelerado después de la glaciación de 1850, e igualmente sería la causa de la desaparición de la represa emplazada al nivel de confluencia del Huatanay-Vilcanota por el vulclanismo Cuaternario.

3.2.12.4. DEPOSITO COLUVIAL

Los depósitos coluviales están circunscritos al pie de las laderas y especialmente de las más escarpadas, con una amplitud muy reducida que denota un alejamiento escaso de su roca madre, y un grosor pequeño, salvo algunos casos muy especiales debido a condiciones locales particulares.

Sus perfiles tienen a coincidir con el ángulo de equilibrio, lo que denota su acumulación casi enteramente de origen gravitacional, corroborada por la naturaleza de sus elementos que están en estrecha relación con las rocas aledañas. Los mejores ejemplos se hallan en diversos lugares del valle de Apurímac, así como del Velille y al pie de múltiples escarpas en multitud de cerros con pendientes fuertes.

3.2.13. ROCAS INTRUSIVAS

3.2.13.1. VOLCANICO QUECHUA GRANDE – UNIDAD LAVICA – TOBACEA

Anteriormente fue cartografiado como Formación Alpabamba y parte de la Formación Pisquicocha. Sin embargo dichos depósitos fueron asociados y agrupados a esta estructura volcánica en tres eventos: El primer evento (NQ-qg1) consiste de lavas dacíticas porfiríticas gris rojizas, que muestran un intenso fracturamiento; se encuentran intercaladas con niveles de brechas volcánicas de coloraciones violáceas. Aflora hacia el flanco este del aparato, cubriendo discordantemente al Grupo Tacaza. El segundo (NQ-qg2) consiste de tobas dacíticas no soldadas gris blanquecinas a rosáceas, con bastantes pómez alargadas en una matriz lapillítica; muestra hacia la base un nivel de aglomerado con matriz cinerítica; se localiza hacia el flanco oeste y norte cubriendo

discordantemente al Grupo Puno, en fotografía aérea e imagen satelital muestra un drenaje radial centrífugo muy típico. El tercero (NQ-qg3) consiste de domos y flujos dacíticos porfiríticos que culminan el ciclo eruptivo del Quechua Grande.

3.2.13.2. UNIDAD LA RAYA

Se está denominando así a un plutón emplazado en el extremo SO de la hoja, que se prolonga por el NO al cuadrángulo de Sicuani y por el SE al cuadrángulo de Ayaviri. El plutón tiene forma alargada, con un ancho aproximado de algo más de 5 Km, y una longitud de más de 20 Km (incluidas las dimensiones de los segmentos aflorantes en Sicuani y Ayaviri). Por lo general el cuerpo ígneo se halla bien fracturado, que le confiere un relieve muy característico. Aunque a nivel microscópico no se observa microfracturamiento. El contacto con la roca caja es subvertical, por lo que se interpreta como un emplazamiento a lo largo de las zonas de debilidad de las fallas longitudinales de dirección NO-SE. Petrográficamente, se trata de un microgranito de color gris verdoso, cuya mineralogía está caracterizado por la presencia de ortosas (25 a 20 %), cuarzo (20 a 10 %) y plagioclasas corroidas (10 a 20 %). Entre los minerales ferromagnesianos se tienen a la biotita y la hornablenda. La roca se encuentra parcialmente cloritizada. El metamorfismo térmico observado en la roca encajonante es ligeramente leve, manifestado en una recristalización incipiente y silicificación que afecta tan sólo a una angosta franja de la roca encajonante. El plutón de La Raya se encuentra intruyendo tanto a la Formación Chagrapi como al Grupo Mitu, por lo que se le consideraría como post- Paleozoico. Si a esto sumamos el hecho que la roca es relativamente fresca, se concuerda con Audebaud, E. (1973) en asignar una posible edad Paleógena a ella.

3.3. GEOLOGIA LOCAL

Las unidades geológicas identificadas en la evaluación en campo son las siguientes (Ver Anexo MAPA GEO-02)

3.3.1. FORMACIÓN MURCO (Ki-mu)

Conformado por areniscas arcósicas de grano medio intercaladas con limoarcillitas laminares de color rojo brunáceo; afloran en forma restringida en el sector comprendido entre las haciendas Yuraccancha, Quinsacancha y la localidad de Pichihua, ubicadas en el sur del área. Anteriormente fueron cartografiadas como Formación Moho.

En el área del proyecto esta formación se observa terminando el tramo en el kilómetro 41+419.

3.3.2. FORMACIÓN ARCURQUINA (Kis-ar)

Conformada por calizas micríticas y bioclásticas ampliamente expuestas en hacienda Yuraccancha y localidades de Lactuiri, Cuscuito, Yanaoca, Tungasuca, siguiendo un rumbo general sureste-noroeste; anteriormente se le denominó Formación Ayavacas.

Estas se observan más allá de final de tramo de carretera.

3.3.3. FORMACIÓN AUZANGATE (KsP-au)

Conformada por Intercalación de limoarcillitas, limolitas laminares con areniscas arcósicas en estratos tabulares de color rojo brunáceo. Ampliamente expuesta en ambos flancos del sinclinal de Huahuaruma, mostrando una transición hacia los niveles areno-conglomerádicos de la Formación Muñani. Esta unidad se caracteriza por su coloración rojiza. Anteriormente fue cartografiada como Formación Muñani-Cotacucho.

Esta formación la observamos desde el kilómetro 29+400 hasta el kilómetro 32+000 y desde el kilómetro 32+ 420 hasta el kilómetro 32+820.

Foto 3: Cantera ubicada en el Km 33+000, conformada por areniscas arcosicas

3.3.4. FORMACIÓN MUÑANI (P-mu)

Litológicamente es una intercalación de areniscas y limoarcillitas marrón rojizas en la base, gradando a areniscas de grano grueso a conglomerádicas.

En el núcleo del sinclinal de Huahuaruma se encuentra ampliamente expuesto y corresponde a las facies areniscosa y areno conglomerádica, de coloración gris rojiza, cartografiada en el pasado como Grupo Puno inferior

Estos afloramientos se observan desde el kilómetro 17+840 hasta 18+330 y en la parte superior del tramo de carretera desde 25+620 hasta el kilómetro 27+000.

Foto 4: Afloramientos de la formación Muñani en el Km 18+170.

3.3.5. GRUPO PUNO (P-pu)

Corresponde a una secuencia de conglomerados polimícticos (clastos subredondeados a subangulosos) de calizas, cuarcitas, areniscas rojas en matriz areniscosa intercalados con areniscas conglomerádicas, anteriormente cartografiados como Grupo Mitu en los cerros Cordorsenca, Llallahui, Sangarana, Jacancalli y Murocápac.

Las rocas del grupo Puno se observan hacia la parte alta del tramo de carretera en el kilómetro 33+570, 36+500, y desde 37+290 hasta 40+300.

Foto 5. Vista de afloramientos rocosos del grupo Puno por el sector de Comucarca.

3.3.6. GRUPO MAURE (Nm-ma)

El límite norte de la cuenca Yauri-Descanso, abarca gran parte del extremo suroeste del cuadrángulo, sector comprendido entre la hacienda Cayanca y Corapata, involucrando los afloramientos denominados anteriormente como Grupo Tacaza, Puno superior y depósitos lacustres. Estos afloramientos son de edad miocénica y lateralmente son correlacionables con el Grupo Maure; se les puede dividir en tres unidades de acuerdo a su litología:

- Miembro basal: (Nm-ma1) conformada por conglomerados polimícticos y areniscas arcósicas marrón rojizas de amplia exposición en las localidades de Colliri Chico y Tungasuca, a orillas de la laguna Pampamarca.

- Miembro inferior: (Nm-ma2) conformada por areniscas y limoarcillitas marrón rojizas, localizadas en Chilacunca y la hacienda Jarabamba, en el extremo sur del área.

- Miembro medio: (Nm-ma3) Conformada por limoarcillitas y dolomitas beiges a gris blanquecinas, denominadas anteriormente como depósitos lacustres, expuestas entre las localidades de San Andrés de Checca, Quehue y Cahuanuyo, en el extremo suroeste del área

Las rocas de este miembro se encuentran dentro del área del proyecto de carretera, la observamos en la parte superior del tramo de carretera desde el kilómetro 27+400 hasta 28+780.

3.3.7. DEPÓSITOS MORRÉNICOS (Qpl-mo)

Los depósitos glaciares (morrenas), se ubican principalmente al pie de las Montañas, donde aparecen en una mayor extensión y se hallan afectados por fallas activas. Se trata de gravas y bloques de diferentes tamaños con matriz variable, con limos arenosos y arcillas.

Este material se observa desde el kilómetro 6+990 hasta 9+160, de 25+620 hasta 26+070, 38+150 hasta 38+300, y 38+860 hasta 39+150.

Foto 6: Depósitos morrénicos en el Km 25+700, Bloques rocosos de la formación Muñani, conformada por areniscas cuarzo feldespáticas, buena cantera.

3.3.8. DEPÓSITOS FLUVIO GLACIARES (Qh-fg)

Estos depósitos han sido reconocidos en el fondo de Los valles glaciares. Generalmente son poco consolidados y tienen alta permeabilidad, están constituidos por bancos de arena, gravas y cantos rodados, formando una o varias terrazas.

Estos depósitos se observan en la gran mayoría del tramo de carretera comenzando desde el kilómetro 0+000 hasta 3+900, de 5+000 hasta 5+480, de 18+220 hasta 25+280, de 26+380 hasta 27+150, de 28+780 hasta 30+450, y de 31+950 hasta 41+419.

Foto 7: Material fluvio glaciar conformado por gravas y arenas con limos y arcillas arrastrados por antiguos glaciares, Km 38+500.

3.3.9. DEPÓSITOS LACUSTRES (Qh-l)

Se evidencian depósitos palustres y lacustres alrededor de la laguna de Langui que evidencian el retroceso de esta. Los depósitos lacustres están compuestos principalmente por arcillas, limolitas con niveles de turba y diatomitas impuras.

Estos depósitos se observan desde el kilómetro 5+480 a 6+150, de 10+530 hasta 11+340, de 12+080 hasta 13+440 y desde 27+150 hasta 28+780.

Foto 8: Se aprecia los depósitos lacustres en este corte donde se ve niveles de diatomitas impuras intercaladas con capas de limos, arcillas y arena Km 29+000

3.3.10. DEPÓSITOS ALUVIALES (Qh-al)

Dentro de estos depósitos, hemos considerado los conos aluviales. Estos conos están adosados a la desembocadura de las quebradas adyacentes a las sub cuencas, donde están conformados por grandes bloques de rocas volcánicas, envueltos por una matriz areno-arcillosa. Su comportamiento mecánico es aceptable a bueno. Estos depósitos se reconocen también a lo largo de las quebradas.

Estos depósitos se encuentran en los kilómetros 3+900 a 5+000, de 6+150 hasta 6+990, de 9+160 hasta 10+500, de 11+340 hasta 12+080, de 13+440 hasta 17+840, de 21+230 a 21+950, de 23+750 a23+950, de 25+280 a 25+620 y de 26+060 hasta 26+380.

Foto 9: Depósitos aluviales en las quebradas

Foto 10: Depósitos aluviales y fluviales en el cauce del rio Layo.

3.3.11. DEPÓSITOS FLUVIALES (Qh-f)

Estos depósitos han sido reconocidos en el fondo de los valles, así como pequeñas quebradas donde el recorrido ha trabajado el material hasta redondearlo, están constituidos por bancos de gravas y arenas, formando una o varias terrazas.

Foto 11: Depósitos fluviales en la margen derecha del rio Payacchuma

3.3.12. SISTEMAS DE DIACLASAMIENTO

El fracturamiento y estructuras que se encuentran en las diferentes formaciones a lo largo del tramo, han sido generados por un sistema de fallas regionales que modificaron la disposición de los estratos rocosos, las fallas más cercanas presentan una dirección NW-SE, son fallas tipo inversas ubicadas entre 3 a 5 km, las cuales han tenido gran influencia en el grado de fracturamiento de los afloramientos rocosos por procesos de compresión y tensión, “Geología del cuadrángulo de Ocongate y Sicuani hoja 29 t.

Imagen 4: En la zona del proyecto se puede apreciar una alineación de fallas inversas y normales cuya dirección predominante es de NW-SE, existen estructuras que afectan las rocas cercas al tramo del tipo normal por el sector de Checca Pampa.

3.3.13. ZONA ANTICLINAL

La falla Checca Pampa está sesgando en dirección NW - SE en el sector de Checca Pampa y Jajapunco a la altura de la progresiva 25+750. Este sinclinal presenta una particularidad interesante, puesto que su extremidad Sur se emplaza directamente sobre las estructuras del Paleozoico, lo cual posiblemente sea el efecto de una falla de subsidencia y transcurrente, que debe estar entre Tungasuca y Pampa de Viluyo continuando probablemente por el borde Suroeste del lago de Langui que es la zona de estudio tal como se observa en la imagen 4.

CAPITULO V

HIDROLOGIA

5.1. GENERALIDADES

El presente Estudio de hidrología e hidráulica corresponde al "Estudio Geológico – Geotécnico para el Mejoramiento de la carretera - Langui – Layo y Kunturkanki (Prog. 0+000 Km – 41+314 Km) de los Distrito de Langui, Layo y Kunturkanki - Provincia de Canas - Cusco"; en el cual se procederá a realizar el análisis y evaluación de los diferentes parámetros geomorfológicos de las cuencas, así como su comportamiento e incidencia sobre el caudal total que discurre por las diferentes quebradas por donde atraviesa la carretera, seguidamente se ha realizado la evaluación de las variables hidrometereológicas para establecer las principales características hidráulicas de los río principales en donde se proyectan las obras hidráulicas y el presente estudio tiene la finalidad de cuantificar los parámetros del proyecto requeridos para el diseño de las obras hidráulicas, trasversales (Alcantarillas y tomas laterales), paralelas (Cuentas y bordillos), de drenaje (Sub drenaje) y protección (Enrocados o muros de encausamiento).

El flujo de los cauces de las diferentes quebradas es estacional y depende de las precipitaciones que se producen en la región alto andina, generando problemas en la temporada lluviosa (noviembre a marzo) debido a que los caudales de las cuencas entregan sus aguas en la laguna de Langui-Layo a través de las diferentes obras hidráulicas existen tetes en la trocha carrozable de Langui - Layo - Kunturcanqui, por lo que es importante realizar una adecuada evaluación de las características de estas obras hidráulicas para evitar inundaciones y riesgo en la transitabilidad de esta vía.

La evaluación realizada en campo se ha observado la presencia de diferentes estructuras hidráulicas trasversales, las cuales requiere un adecuado mantenimiento y limpieza debido al tiempo de servicio y en algunos casos la sustitución de estos, además de que en temporada de crecidas las estructuras se ven comprometidas por la posibilidad de atoros, socavaciones en algunos casos, como consecuencia de precipitaciones extremas que generen cuales máximos en la cuenca.

De acuerdo a lo aleatorio y la magnificencia de los eventos, se parte de concebir la magnitud de las obras dentro de una viabilidad técnica, social, económicamente razonable y sustentada bajo criterios, modelos, fórmulas, consultas participativas con la población y otros

5.2. RECOPÍLACION DE INFORMACION

La información que se ha utilizado se refiere a los siguientes aspectos:

5.2.1. ANTECEDENTES.

Con este proyecto se satisface la gran necesidad de mejorar la carretera de acceso a los distritos de Langui, Layo y Kunturcanqui , llevando a cabo numerosas reuniones por parte de las autoridades de su Gobierno local; para la identificación del problema y la búsqueda de alternativas de solución.

Como referencia en este informe se han utilizado información de instituciones como el Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (SENAMHI), el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) así como otros estudios elaborados por la Autoridad Nacional del Agua.

5.2.2. CARTOGRAFÍA

La cuenca en estudio se ubica en las cartas nacionales del Instituto Geográfico Nacional (IGN) a escala 1:100,000. Levantamiento por la oficina general de catastro rural a escala 1:25,000.

Los cuadrantes utilizados son los siguientes:

- Cuadrante 29-t Sicuani
- Cuadrante 30-t Yauri

5.2.3. PLUVIOMETRÍA

La escorrentía existente y producida en el área de estudio, provienen exclusivamente de las precipitaciones pluviales caídas en la zona. Las estaciones pluviométricas localizadas en la zona de estudio se muestran a continuación:

Cuadro 4: Estaciones Pluviométricas

Nº	ESTACIÓN	REGION	PROVINCIA	DISTRITO	Lat	Long	Alt m.s.n.
1	Acomayo	Cusco	Acomayo	Acomayo	13°55´17.	71°41´02.	3,212.
2	Sicuani	Cusco	Canchis	Sicuani	14°14´14.	71°14´12.	3,534.
3	Santa	Puno	Melgar	Santa Rosa	14°37´04.	70°47´34.	3,957.
4	Yauri	Cusco	Espinar	Yauri	14°48´10.	71°25´50.	3,940.

Fuente SENAMHI

En el presente gráfico se presenta la distribución hídrica del distrito de Langui layo y de la provincia de Canas, donde se aprecian los ríos principales donde se ubica el proyecto de la carretera Langui layo

Imagen 5: Red Hídrica de la laguna de Langui layo

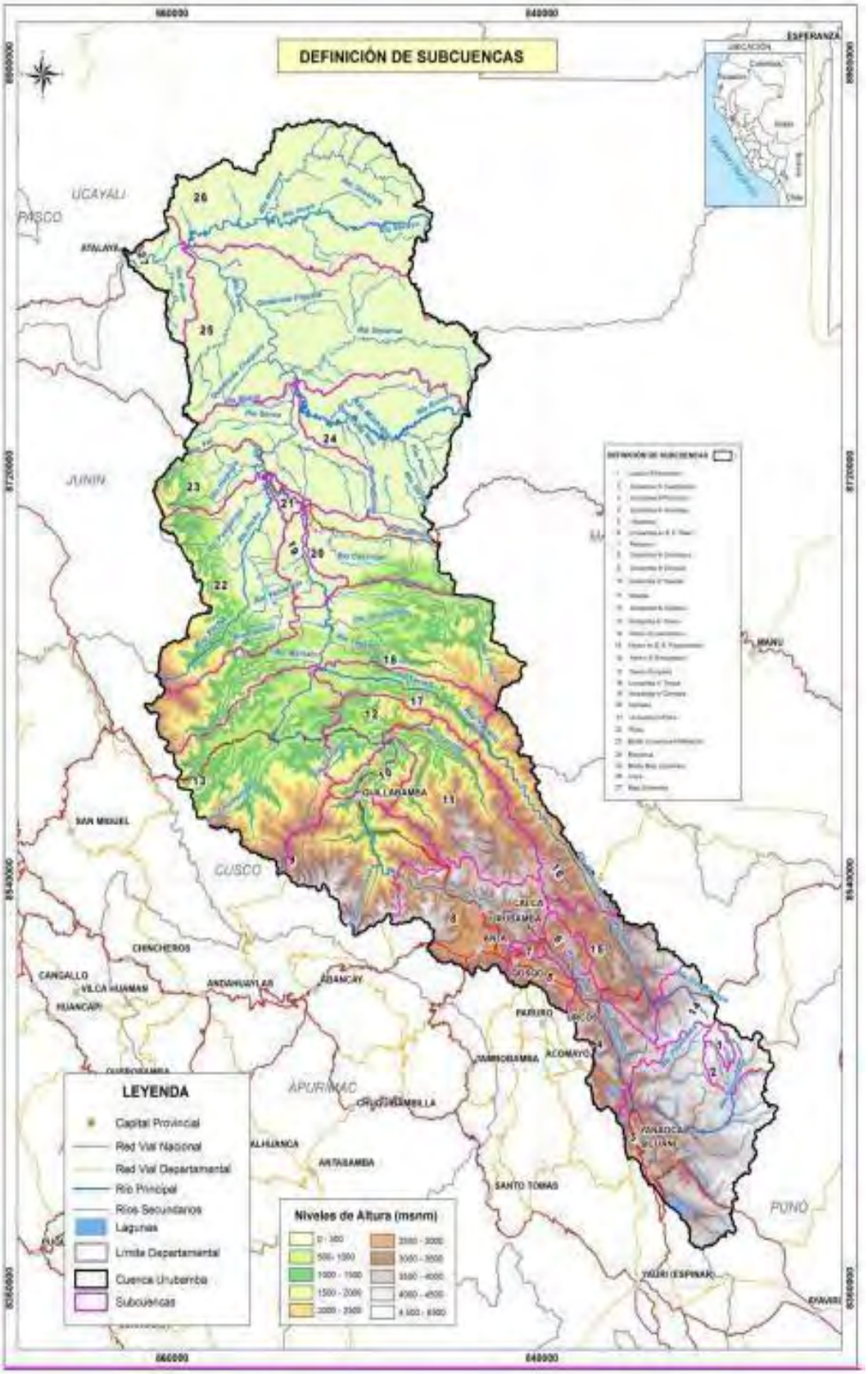
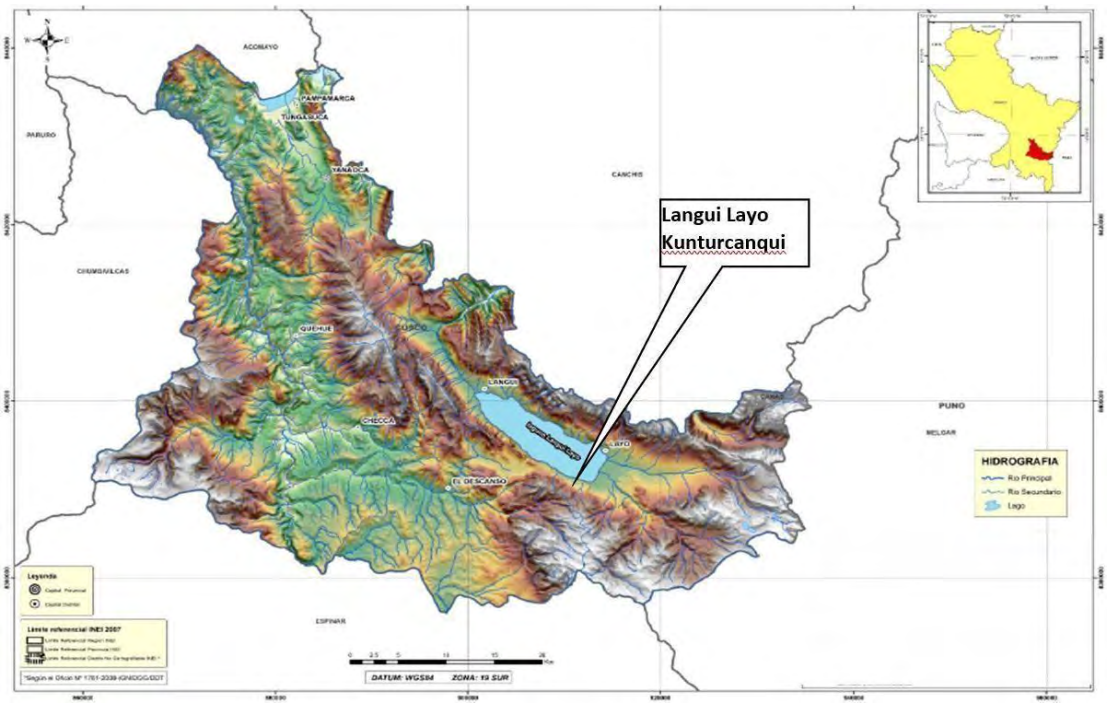


Imagen 6: Red hídrica del Cuenca Río Langui - Layo - Kunturcanqui



5.3. ZONAS DE VIDA

De acuerdo al mapa de las zonas de vida o formaciones ecológicas, efectuado mediante el sistema elaborado por el Dr. Leslie R. Holdridge, el mismo que se basa fundamentalmente en dos elementos de clima: precipitación pluvial y temperatura, complementados con observaciones en el campo considerando elementos fisiográficos, vegetación natural, cultivos agrícolas, entre otros, se ha podido identificar en el área de estudio, la presencia de un 01 Piso Basal y así como la existencia de dos (02) Zonas de Vida Natural y una Zona de Vida Transicional de las 84 que posee el país, según la Clasificación de L.R. Holdridge, de acuerdo al Mapa Ecológico del Perú (INRENA 1994), verificada y revisada con la visita de campo[1].

5.4. EVALUACION HIDROLÓGICA

5.4.1. CÁLCULO DE PARÁMETROS METEREOLÓGICOS.

El cálculo de los diferentes parámetros climatológicos se realizó siguiendo la metodología empleada en la literatura profesional, con el objeto de determinar los parámetros que serán necesarios para la determinación de las características hidrológicas de la zona de estudio.

[1] ESTUDIO DE DIAGNÓSTICO Y ZONIFICACIÓN TERRITORIAL DE LA PROVINCIA DE CANAS, GORE CUSCO, 2014

5.4.2. ANTECEDENTES DE INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

La precipitación es una de las variables más importantes que influyen en la producción agrícola, debido a que la precipitación pluvial, es normalmente la única fuente de humedad que se le proporciona al suelo.

La distribución espacial de la precipitación media anual tiene un patrón decreciente de norte a sur. En general, La isoyeta de 5600 mm se ubica al sur del departamento de Cusco en el límite fronterizo con el departamento de Madre de Dios y Puno. La isoyeta de 200 mm se encuentra en la zona norte, frontera con los departamentos de Ucayali y Ayacucho.

El ciclo hidrológico es uno de los conceptos básicos de la hidrología, que supone un movimiento o transferencia de masas de agua, de forma continua, en diferentes estados o etapas.

El carácter cíclico de este movimiento permite abordarlo desde cualquiera de sus etapas, desde el agua contenida en estado de vapor en la atmósfera, hasta que este vapor se condensa, dando origen a las precipitaciones en forma líquida (lluvia) o sólida (nieve).

El área que corresponde a la cuenca de los Ríos Langui (Hercca), Layo, Payacchuma, Jaruma y Cusunaca, muestra la conformación de una hoya alargada, con laderas que se elevan gradualmente hasta las divisorias que la separa de las cuencas vecinas.

La línea de cumbres que sirve de límite a este sector presenta altitudes que varían entre los 3,840.00 y 4,192.00 metros de altura sobre el nivel del mar, correspondiendo las mayores elevaciones al flanco suroccidental.

5.4.3. PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 hr.

Con la finalidad de analizar las máximas crecidas en la zona de estudio, procederemos a evaluar las precipitaciones máximas que se han registrado en la cuenca en estudio, para esto utilizaremos la información existente en la estación meteorológica indicada en el cuadro del apartado I.2, siendo las principales:

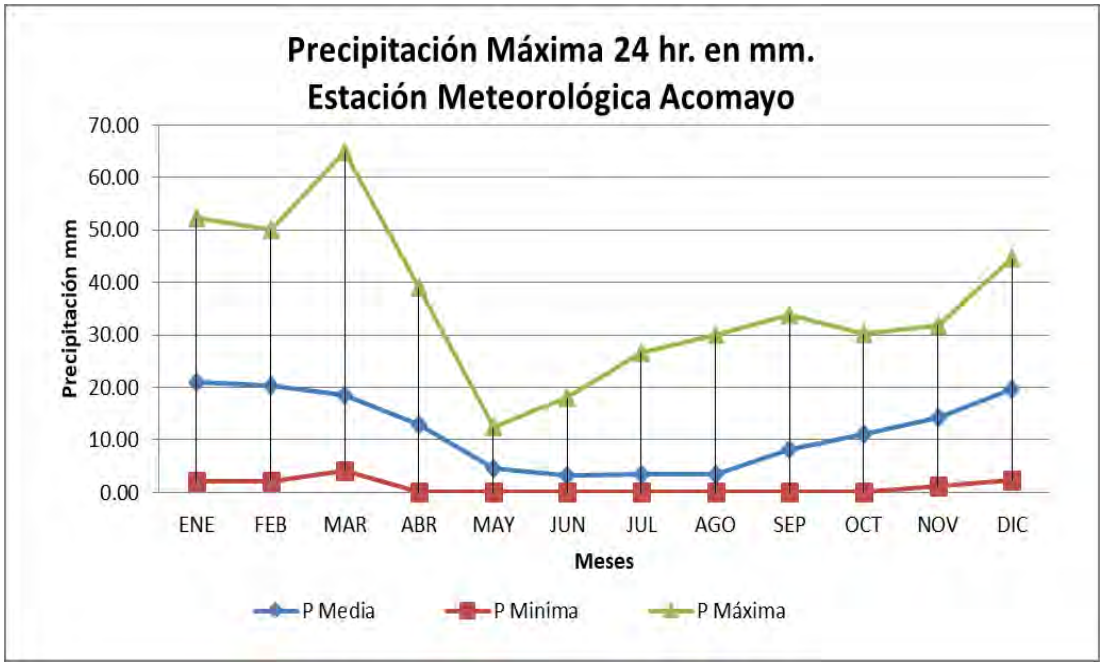
a. Estación meteorológica Acomayo.

Entre las principales la estación meteorológica de Acomayo cuya información meteorológica del parámetro Precipitación máxima en 24 horas, es la siguiente:

Cuadro 5: Precipitación máxima en 24 hr. Estación Acomayo

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MAX
1970	17.50	27.50	16.80	9.40	3.20	1.60	6.30	4.40	5.90	16.00	25.00	11.00	27.50
1971	18.40	20.70	11.20	18.00	1.00	13.70	13.10	2.40	4.20	12.20	13.00	18.00	20.70
1972	11.40	24.80	12.30	11.00	2.00	6.80	14.10	1.10	20.60	6.70	24.60	19.30	24.80
1973	40.20	20.30	16.00	18.10	8.60	3.00	5.80	0.00	20.60	12.50	8.70	42.30	42.30
1974	31.80	29.90	26.60	32.70	1.80	2.30	2.60	0.00	0.00	15.30	7.00	15.70	32.70
1975	23.00	8.20	27.00	13.60	3.60	4.20	6.20	4.80	7.60	14.20	19.40	28.20	28.20
1976	34.00	17.90	36.50	14.80	9.80	1.40	6.20	3.70	6.40	4.30	14.90	23.70	36.50
1977	27.70	30.00	15.00	10.80	1.00	18.00	1.00	14.30	1.00	14.20	5.20	30.70	30.70
1978	27.30	18.80	12.40	4.40	3.40	0.00	2.00	2.70	8.10	2.10	6.60	16.20	27.30
1979	16.00	13.30	31.50	14.20	5.80	0.00	2.80	6.00	8.30	7.10	5.70	15.00	31.50
1980	26.20	39.70	14.10	6.40	3.20	0.00	2.80	0.00	9.00	7.30	13.70	6.30	39.70
1981	28.60	17.20	9.40	14.80	6.30	3.40	3.30	1.40	11.80	3.80	18.80	21.90	28.60
1982	20.00	15.20	16.20	4.60	1.20	0.00	0.00	5.70	4.10	4.30	23.10	9.30	23.10
1983	24.80	35.80	22.20	5.00	3.40	1.80	2.30	2.30	1.20	19.40	13.90	11.80	35.80
1984	27.00	22.30	7.50	18.40	10.40	1.20	0.00	4.80	20.00	23.10	26.70	18.20	27.00
1985	49.00	21.70	22.30	11.30	3.40	1.80	26.70	2.80	13.60		26.80	9.20	49.00
1986	4.90	12.30	12.30	12.30	1.80	4.40	4.20	3.40	11.70	7.40	12.30	9.20	12.30
1987	28.50	26.50	23.90	13.80	8.40	6.20	10.80	4.10	6.30	4.60	11.10	7.90	28.50
1988	13.60	11.50	17.90	10.60		12.70	1.20	1.00	4.30	6.40	7.80	14.60	17.90
1989	9.10	11.60	9.10	8.10	2.40	4.60	4.60	2.40	7.50	4.10	6.30	5.20	11.60
1990	9.60	6.50	4.60	6.50	7.50	4.60	1.00	0.00	3.10	3.10	6.40	16.50	16.50
1991	10.80	12.90	9.10	10.80	4.20	2.10	0.00	0.00	4.30	0.00	1.10	5.70	12.90
1992	17.40	19.60	15.30	10.10	8.70	1.10	0.00	1.10	2.40	4.50	3.50	8.10	19.60
1993	6.40	4.20	4.20	0.00	1.20	1.20	4.20	1.40	1.10	7.40	7.20	2.30	7.40
1994	7.80	6.90	8.10	1.50	4.70	4.60	0.00	0.00	3.20	1.40	3.70	3.60	8.10
1995	2.10	2.20	7.80	7.80	3.40	2.50	2.30	6.80	2.30	0.00	4.70	3.70	7.80
1996	18.70	18.60	13.30	18.20	0.00	2.80	6.90	3.00	6.40	7.60	9.60	12.40	18.70
1997	16.80	29.20	22.20	13.40	3.30	0.00	0.00	0.00	4.20	9.70	26.00	14.90	29.20
1998	22.00	16.00	10.50	13.00	0.00	0.00	10.20	0.00	22.30	11.00	16.30	27.20	27.20
1999	30.10	20.70	26.90	12.40	10.20	0.00	1.00	30.00	17.50	30.20	13.50	19.70	30.20
2000	22.20	20.10	65.00	8.90	12.40	0.00	0.00	7.50	1.20	12.80	16.80	24.40	65.00
2001	29.40	44.40	23.10	17.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.10	18.30	33.90	44.40
2002	25.00	10.00	19.90	17.20	0.00	0.00	0.00	0.00	7.40	20.50	8.00	32.10	32.10
2003	15.10	17.10	10.40	8.70	3.50	8.70	4.50	7.50	9.10	19.80	10.00	26.20	26.20
2004	34.00	14.40	32.20	11.20	5.40	3.40	5.30	5.80	15.70	9.80	10.80	15.10	34.00
2005	34.80	31.90	31.50	13.70	10.00	1.10	5.40	3.70	9.50	16.00	25.00	39.10	39.10
2006	24.60	31.40	15.90	16.00	7.50	8.00	0.00	2.60	1.90	13.60	15.40	28.20	31.40
2007	25.60	30.60	21.00	17.00	9.70	3.60	4.50	23.50	16.30	25.50	18.90	28.50	30.60
2008	15.40	28.80	18.20	21.80	4.30	0.00	0.00	2.90	0.00	10.60	24.60	19.20	28.80
2009	24.10	22.70	30.70	25.80	0.00	12.40	0.00	4.80	1.90	10.50	31.90	40.50	40.50
2010	27.80	34.00	38.70	39.00	1.00	0.00	3.00	0.00	2.90	13.20	23.20	19.20	39.00
2011	18.40	50.00	24.00	11.00	12.20	3.40	0.00	0.00	4.30	19.60	8.00	19.30	50.00
2012	14.30	18.60	26.20	19.40	5.90	0.00	5.60	0.00	3.40	5.50	23.20	24.20	26.20
2013	52.20	16.20	23.30	6.90	8.50	0.00	0.00	6.10	5.00	11.30	6.20	39.00	52.20
2014	19.60	18.80	23.60	13.20	3.20	3.50	3.40	0.00	19.90	11.00	23.80	44.60	44.60
2015	22.00	33.40	14.90	17.50	3.50	12.60	0.00	0.00	16.70	7.40	26.60	44.60	44.60
2016	16.40	22.60	10.70	12.60	0.00	0.00	0.00	7.50	11.40	19.70	19.80	22.90	22.90
2017	11.50	12.30	10.80	5.30	5.20	0.00							12.30
2018													0.00
2019													0.00
2020	8.50	8.60	12.30	10.60	3.80	0.00	0.50	2.70	5.10	6.80	6.60	11.00	12.30
2021	10.60	8.80	8.50	2.80	1.80	4.70	4.20	1.40	1.70	10.00	6.40	11.50	11.50
2022	7.50	10.10	6.30	7.90	2.70	0.00	1.60	0.00	33.80				33.80
2023			33.80			6.20	0.00	0.00	1.30	12.20	12.50	23.00	33.80

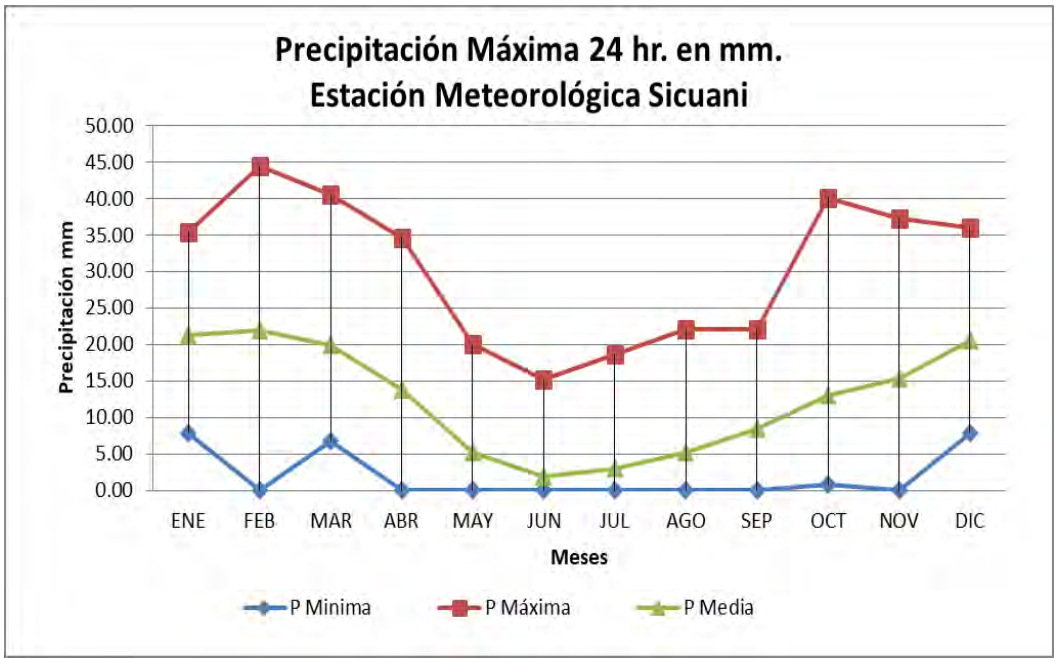
Gráfico 1: Histograma de precipitación máxima en 24 hr. mensual de la estación Acomayo



b. Estación meteorológica Sicuani.

Entre las principales la estación meteorológica de Sicuani cuya información meteorológica del parámetro Precipitación máxima en 24 horas, es la siguiente:

Gráfico 2: Histograma de precipitación máxima en 24 hr. mensual de la estación Sicuani.



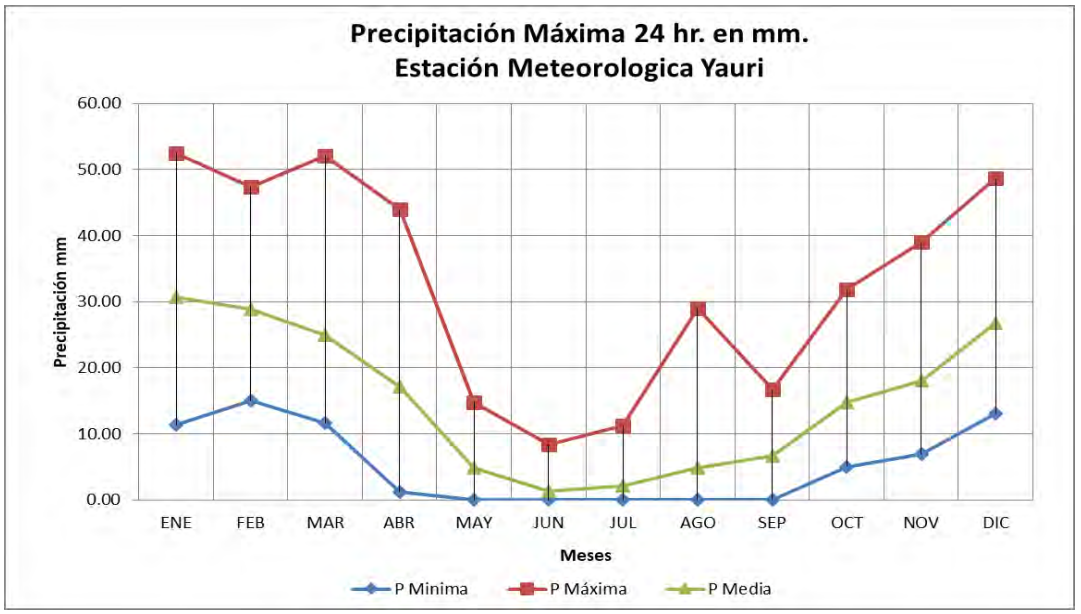
Cuadro 6: Precipitación máxima en 24 hr. Estación Sicuani

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MAXIMA
1970	14.50	29.00	22.80	9.00	3.50	1.40	6.00	10.00	11.00	8.80	8.00	22.00	29.00
1971	11.10	19.00	35.00	17.00	0.00	0.00	16.00	19.50	10.00	17.60	34.00	11.20	35.00
1972	20.10	12.60	19.60	13.80	3.60	1.80	8.00	1.60	10.00	18.00	14.20	17.90	20.10
1973	31.00	16.50	17.90	14.10				0.00	7.50	11.80	17.50	25.00	31.00
1974	25.20	29.90	24.80	31.80	4.50	0.00	0.00	0.00				9.80	31.80
1975	16.90	14.20	15.60	24.70	3.10	0.00	11.00	15.50		4.10	10.30	14.80	24.70
1976	26.80	22.20	19.90	18.40	3.10	0.00	1.60	7.30	4.10	10.90	9.30	18.60	26.80
1977	20.40	23.90	17.20	9.50	0.80	4.30	0.00	4.90	19.20	3.60	8.50	15.90	23.90
1978	14.80	16.40	20.80	7.50	6.20	6.40	0.00	5.20	12.30	4.80	15.20	25.40	25.40
1979	22.60	9.80	19.80	8.10	8.80	4.10	3.70	7.50	6.10	7.80	10.70	16.50	22.60
1980	22.20	24.80	19.20	10.40	3.20	0.00	0.80	0.00	10.10	10.20	12.00	19.80	24.80
1981	24.50	17.80	31.10	18.80	0.00	0.00	0.00	0.00	16.70	12.00	20.40	11.90	31.10
1982	20.60	28.70	10.80	18.20	2.60	0.00	0.90	10.20	15.40	0.80	4.90	18.00	28.70
1983	26.80	18.20	12.60	0.00	20.00	15.20	10.60	18.80	10.60	34.80	37.20	16.00	37.20
1984	28.60	35.50	31.60	0.80	0.00	6.90	0.00	18.40	0.00	6.00	8.60	11.20	35.50
1985	23.80	10.90	20.20	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	10.60	21.30	11.20	7.90	23.80
1986	29.90	0.00	6.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.90	1.00	0.00	28.40	29.90
1987	34.80	20.70	22.50	3.00	0.00								34.80
1988													0.00
1989													0.00
1990							7.70	0.50	2.50	5.50	21.40		21.40
1991		18.10	22.90	14.40	4.00								22.90
1992						0.00	8.00	5.00	22.10	14.10	6.50	17.60	22.10
1993	13.20	23.90	22.00	8.00									23.90
1994		19.50		21.80	6.40		0.00	0.00	6.50	15.00	16.20	21.00	21.80
1995	7.90	6.50	14.20										14.20
1996													0.00
1997													0.00
1998	18.80	16.60	14.00	17.50	3.10	1.20	1.60	0.00	6.50	8.00	23.40	27.00	27.00
1999	12.70	17.90	40.60	14.30	7.30	0.00	0.00	7.40	10.60	15.00	11.60	16.80	40.60
2000	20.60	40.50	28.00	16.10	2.00	0.00	5.20	6.50	5.80	7.70	17.50	14.50	40.50
2001	24.20	28.10	10.20	6.30	0.00	0.00	0.00	4.20	1.70	26.30	10.00	28.80	28.80
2002	16.40	18.20	10.80	18.80	13.90	3.20	0.30	0.00	16.50	6.00	10.60	24.80	24.80
2003	17.20	22.50	22.30		4.00	6.00	4.40	1.30	8.30	25.80	8.90	15.30	25.80
2004	35.40	18.60	31.60	16.50	10.20	1.20	5.70	4.40	14.80	17.10	14.50	36.00	36.00
2005	32.50	27.70	17.20	34.60	16.00	0.00	6.00	3.20	8.20	15.20	16.50	23.10	34.60
2006	26.00	12.30	24.80	15.00	6.60	6.60	0.00	6.10	1.20	9.70	9.50	30.40	30.40
2007	16.10	34.10	18.50	14.40	2.90		2.80	5.60	12.00	7.70	14.00	15.60	34.10
2008	12.80	44.40	23.50	9.10	4.50	0.00	1.60	0.00	6.20	11.10	18.10		44.40
2009	18.30	23.50	12.10	29.80	3.30	5.30	0.00	8.00		8.20	19.00	25.20	29.80
2010	24.50		28.80	8.40	1.90	0.00	6.80	0.00	12.50	12.60	20.20		28.80
2011	18.20	22.90	31.30	7.40	6.00	0.70	0.60	0.60	1.60	23.70	9.00	24.70	31.30
2012	13.60	15.50	11.90	10.10	5.20	0.00	3.70	0.00	4.80	12.30	18.40	20.00	20.00
2013	24.70	20.60	22.30	19.10	2.30	0.00	0.00	5.70	1.60	13.40	23.70	22.70	24.70
2014	12.70	11.40	22.80	32.50	12.40	2.90	2.90	1.00	11.00	14.60	6.80	34.10	34.10
2015	31.50	31.60	17.50	16.60	0.50	3.20	0.80	0.00	5.50	9.40	16.00	22.40	31.60
2016	28.30	25.80	11.20	5.80	6.30	3.50	0.00	7.40	0.90	7.00	14.30	20.70	28.30
2017	19.60	23.30	15.90	11.00	3.80	0.00	0.20	5.90	10.00	8.50	5.60	23.30	23.30
2018	28.50	20.20	17.90		3.80	2.40		5.50	5.50	14.10	19.70	21.00	28.50
2019	34.20	32.20	11.00	20.30	2.50	0.00	0.30	3.60	6.70	12.90		15.70	34.20
2020	22.20	27.40	18.00	20.80	14.90	0.00	2.20	12.70	11.30	40.10	28.80	15.70	40.10
2021	19.00	35.50	21.10	11.20	2.80	10.00	18.70	10.80	3.00	15.90	28.40	13.60	35.50
2022	20.80	19.70	17.00	7.00	6.90	0.00	0.00	0.00	0.50	9.40	32.50	32.70	32.70
2023	14.20	32.40	14.60	2.70	9.30	0.10	0.00	0.00	7.50	5.30	12.00	25.80	32.40

c. Estación meteorológica Yauri

Entre las principales la estación meteorológica de Yauri cuya información meteorológica del parámetro Precipitación máxima en 24 horas, es la siguiente:

Gráfico 3: Histograma de precipitación máxima en 24 hr. mensual de la estación Yauri



Cuadro 7: Precipitación máxima en 24 hr. Estación Yauri

ANOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PMAX
1997	34.90	30.70	34.00	22.00	3.00	0.00	0.80	5.60	4.20	24.20	39.00	33.20	39.00
1998	26.20	35.80	23.00	10.90	14.80	0.00	0.00	0.00	12.00	5.00	34.00	17.40	35.80
1999	35.30	25.80	34.20	23.80	2.70	0.00	0.00	2.80	6.50	27.80	11.70	21.40	35.30
2000	23.60	33.00	24.00	20.20	8.30	0.00	0.00	7.10	10.10	6.50	12.60	20.70	33.00
2001	30.30	23.20	15.30	13.00	2.20	0.00	0.00	11.80	16.00	5.00	20.80	37.20	37.20
2002	42.70	28.40	13.20	6.00	0.00	2.50	0.00	1.60	0.80	20.60	16.90	15.90	42.70
2003	23.80	34.70	24.20	40.40	3.60	0.00	0.00	0.80	13.00	12.00	17.90	21.10	40.40
2004	26.60	26.10	31.10	11.10	3.50	3.90	0.00	6.50	5.70	17.00	7.40	27.30	31.10
2005	24.50	27.00	30.80	27.10	14.70	0.90	3.80	2.00	1.50	10.90	10.50	17.40	30.80
2006	28.50	31.00	20.80	9.10	12.60	0.50	10.60	0.00	14.80	12.90		22.40	31.00
2007	32.50	24.30	26.20	9.30	3.20	0.80	0.00	5.50	16.70	5.50	31.50	22.40	32.50
2008	50.30	27.80	33.00	24.00	0.00	1.80	5.30	12.00	8.80	14.60	26.10	26.80	50.30
2009	11.30	35.60	22.50	13.90	1.10		0.00	3.00	2.60	12.60	8.20	34.40	35.60
2010	43.40	23.80	36.40	21.40	0.80	3.10	0.00	8.80	10.00	21.70	15.70	19.00	43.40
2011	37.00	15.00	16.30	11.00	2.70	0.00	3.40	0.00	6.30	13.50	13.70	27.50	37.00
2012	27.60	23.20	23.50	1.20	2.30	5.30	0.00	0.00	0.20	23.00	22.40	13.10	27.60
2013	17.60	21.90	17.00	11.80	3.20	0.00	1.40	0.00	1.30	18.70	38.00	46.00	46.00
2014	22.40	37.60	52.10	14.20	5.30	0.00	0.00	0.00	1.10	6.80	11.20	32.60	52.10
2015	41.50	38.30	16.30	19.60	7.30	0.00	1.20		13.90	7.80	16.50	30.30	41.50
2016	24.30	47.40	28.40	14.00	9.90	0.00	0.10	0.00	8.80	8.70	18.80		47.40
2017	24.70	19.50	22.90	5.30	1.70	8.40	1.60	16.90	0.00	6.90	15.70	27.20	27.20
2018	17.00	26.90	11.60	15.50	3.50	0.00	1.80	3.50	9.90	31.80	6.90	48.60	48.60
2019	29.90	26.00	15.30	29.70	8.40	0.50	0.80	6.80	7.10	7.40	8.20	35.50	35.50
2020	43.90	23.40	22.10	43.90	1.70	0.10	8.90	3.10	2.90	12.20	7.90	31.10	43.90
2021	29.70	19.50	26.30	21.00	4.60	0.10	3.10	0.00	3.50	25.20	15.40	25.00	29.70
2022	25.00	30.90	26.10	7.00	0.80	3.80	11.20	29.00	2.00	25.80	22.20	16.30	30.90
2023	52.50	41.10	26.50	14.10	7.90			0.00	1.60				52.50

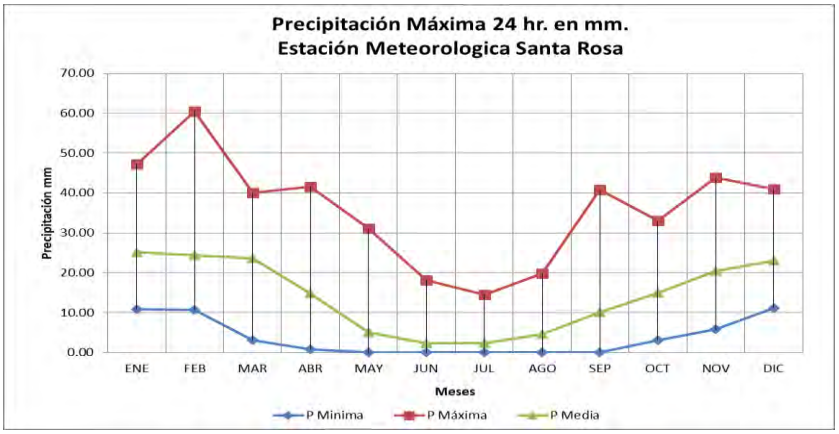
d. Estación meteorológica de Santa Rosa

Entre las principales la estación meteorológica de Santa Rosa cuya información meteorológica del parámetro Precipitación máxima en 24 horas, es la siguiente:

Cuadro 8: Precipitación máxima en 24 hr. Estación de Santa Rosa

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PMAX
1965	29.00	27.00	31.00	18.00	0.00	0.00	0.00	0.00					31.00
1966								11.00	28.00	29.70	21.50	29.20	29.70
1967	23.00	20.00	24.00	18.60	4.50	0.50	11.60	12.20	7.00	12.00	8.00	22.00	24.00
1968	31.50	29.00	25.50	5.00	2.60	2.00	14.50	0.80			32.80	17.70	32.80
1969		38.00	27.30	33.00	0.00	0.00	13.80	2.00	14.20	28.00	18.40	14.00	38.00
1970	45.00	60.50			3.70	2.00	0.00	0.00	40.80	18.90	26.50	41.00	60.50
1971	29.00	21.00	12.00	37.30	2.70	0.10	0.00	1.00	0.00	29.00	20.90	25.40	37.30
1972	38.10	27.90	40.00	20.00	1.20	0.00	0.00	6.50	10.40	19.10	43.80	25.10	43.80
1973	20.20	23.50	37.10	33.80	9.90	4.80	0.00	13.60	20.50	21.60	20.80	13.00	37.10
1974	14.00	20.90	29.50	18.50	7.30	0.00	0.00	16.30	11.10	10.20	10.30	33.00	33.00
1975	36.80	20.10	19.30	9.90	6.00	7.30	0.00	6.60	21.70	18.00	26.60	24.30	36.80
1976	22.00	16.80	24.70	30.90	13.90	8.00	6.80	6.10	24.80	18.60	14.50	25.00	30.90
1977	47.20	41.10	27.10	11.80		0.00	5.60	0.00	25.90	18.40	41.40	36.40	47.20
1978	17.50	39.10	26.30	14.50	0.00	0.50	0.00		19.00	15.00	34.90	28.80	39.10
1979	42.80	41.00	35.00	41.60	2.30	0.00	0.00		7.60				42.80
1986										3.00	30.80	29.70	30.80
1987	25.10	17.30	25.40	10.30	1.00	0.00	12.00	10.80	5.10	12.30	16.00		25.40
1989							0.40	19.80	17.60	14.60	9.90	20.50	20.50
1990	19.60	27.10	27.80	12.40	4.20	11.90		1.20	2.00	19.30	13.70	22.60	27.80
1991	31.90	16.90	18.10	11.50	10.20	18.20	0.00	0.00	6.80	14.80	13.20	26.00	31.90
1992	13.40	14.50	6.70	2.10	0.00	0.40	0.00	10.80	4.90	6.10	13.90	14.30	14.50
1993	22.00	10.70	18.30	13.30	3.10	4.80	4.10	9.90	9.60	9.30	22.00	22.50	22.50
1994	22.50	24.50	21.80	10.10	8.60	2.00	0.00	3.70	3.10	20.30	15.30	21.40	24.50
1995	18.80	21.20	22.50	6.80	3.80	0.00	0.00	0.00	7.90	15.80	42.10	14.50	42.10
1996	22.00	29.00	17.80	12.30	9.10	0.00	8.60	4.00	8.70	12.70	18.60	22.70	29.00
1997	35.10	20.70	30.50	8.90	3.10	0.00		8.50	21.30	15.40	21.10	30.50	35.10
1998	13.90	18.50	36.80		0.00	2.20	0.00	3.80	9.10	33.00	23.50	20.20	36.80
1999	29.60	17.00	35.00	11.40	3.80	0.00	0.00	0.00	13.30	12.70	5.80	21.30	35.00
2000	22.70	17.70	29.20	7.30	1.90	3.20	2.00	3.90	5.20	30.30	24.20	18.20	30.30
2001	26.60	24.80	34.50	8.80	20.80	0.00	4.60	2.50	4.20	9.80	7.00	11.20	34.50
2002	17.20	24.50	18.00	15.20	15.00	5.20	5.00	2.40	8.20	24.00	21.10	16.80	24.50
2003	12.90	18.10	31.90	18.50	6.50	2.30	0.01	5.60	14.20	5.30	6.00	23.30	31.90
2004	24.20	25.70	11.30	14.20	0.00	1.40	1.60	11.60	7.80	10.40	13.80	17.00	25.70
2005	10.80	29.40	23.80	10.10	0.00	0.00	2.60	7.20	1.20	9.50	23.70	26.20	29.40
2006	43.50	18.80	11.90	10.90	1.00	8.00	0.01	2.90	3.50	9.20	21.30	40.90	43.50
2007	20.60	15.40	26.70	19.70	9.50	1.20	2.40	0.00	9.20	19.80	22.90	19.60	26.70
2008	15.60	16.30	9.90	4.90	3.00	1.50	0.00	2.40	1.60	12.00	19.10	25.00	25.00
2009	18.10	21.80	15.20	7.00	2.20	0.00	1.20	0.01	3.20	13.60	22.80	15.90	22.80
2010	41.00	24.80	20.60	8.70	5.90	1.20	0.00	0.80	5.80	4.50	15.40	14.90	41.00
2011	16.90	18.90	18.60	13.00	7.80	3.60	2.80	1.20	13.40	10.60	16.60	27.30	27.30
1912	20.30	21.50	20.80	11.20	0.00	0.00	0.00	1.10	6.00	5.60	22.10	21.80	22.10
1913	23.20	15.40	17.80	11.00	2.80	5.20	1.20	2.80	3.20	17.00	22.20	27.70	27.70
1914	20.20	27.60	19.20	13.20	1.20	0.00	3.20	7.90	7.30	25.20	6.80	31.60	31.60
1915	32.30	15.60	22.30	12.60	0.00	1.60	2.40	4.00	13.40	5.70		27.00	32.30
1916	22.30	18.60			0.00				4.20	18.40	17.70	14.00	22.30
1917	30.80	15.40	22.80	7.80	4.60	0.00							30.80
1918													0.00
1919							0.00	0.00	3.70	8.70	25.60	22.20	25.60
1920	29.60	36.40											36.40

Gráfico 4: Histograma de precipitación máxima en 24 hr. mensual de la estación Santa Rosa



5.5. CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA.

5.5.1. PARÁMETROS FISIOGRÁFICOS

Dentro del análisis hidrológico se han propuesto muchas formas numéricas de describir estos parámetros dentro de una cuenca, las cuales varían en función de la morfología (forma, relieve, red de drenaje, etc.), los tipos de suelos, la capa vegetal, la geología, las prácticas agrícolas, etc.

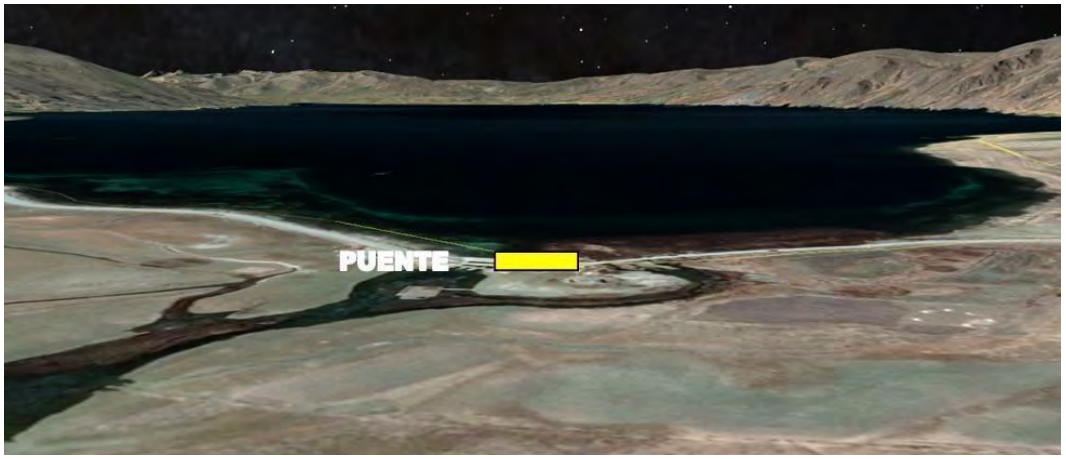
Estos elementos físicos proporcionan la más conveniente posibilidad de conocer la variación en el espacio de los elementos del régimen hidrológico. La pendiente y relieve de nuestro valle es muy fuerte y abrupto desde la cabecera de los cerros hasta el piso del valle, en la siguiente imagen se presenta el relieve de la zona de estudio.

Figura 2: Vista de Elevación de la zona de estudio

La cuenca de la laguna de Langui Layo su característica ecológica predominante son los pastizales en las partes altas, los valles interandinos, y parte baja zona de

ceja de selva, donde también se cuenta con presencia de campos de cultivos en sus valles y laderas.

Figura 3: Vista de Elevación de la cuenca en estudio



El proyecto de mejoramiento de la carretera de Langui - Layo - Kunturcanqui se encuentra ubicado dentro de la provincia de Canas sirviendo este como acceso principal hacia los centros poblados de Langui, Layo y Kuturcanqui.

Figura 4: Vista de panorámica carretera Langui layo.

El régimen hídrico de este río sigue la tendencia de la presencia de las lluvias, habiendo una época de crecidas entre los meses de noviembre a marzo y de vaciante de abril a octubre, las máximas crecidas se dan con mayor probabilidad en los meses de enero a marzo y de alta intensidad, por la naturaleza geomorfológica de la cuenca de forma alargada atenúa la presencia de crecidas no muy rápidas y violentas.

a. Área de la cuenca

Sobre una copia del plano topográfico y usando un planímetro, se determinan las áreas comprendidas entre las curvas de nivel y la demarcatoria de la cuenca. La

suma de todas estas áreas será igual al área de la cuenca en proyección horizontal. Estas áreas tabuladas adecuadamente nos permitirán la fácil determinación de otros parámetros.

Por ejemplo el parámetro geomorfológico de la cuenca de Langui Layo son las siguientes:

Área de la cuenca	: 620.58 Km²
Precipitación media anual	: 791.50 mm
Temperatura media anual	: 6.90 ºC
Altura máxima	: 5,135.00 msnm
Altura mínima	: 3,950.00 msnm
Altura media	: 4,324.89 msnm
Longitud de la cuenca	: 42,013.27 m
Longitud del río principal	: 43,038.21 m
Altura máxima cauce	: 4,867.29 msnm

Figura 5: Delimitación de cuencas hidrográficas Langui – Layo – Kunturcanqui

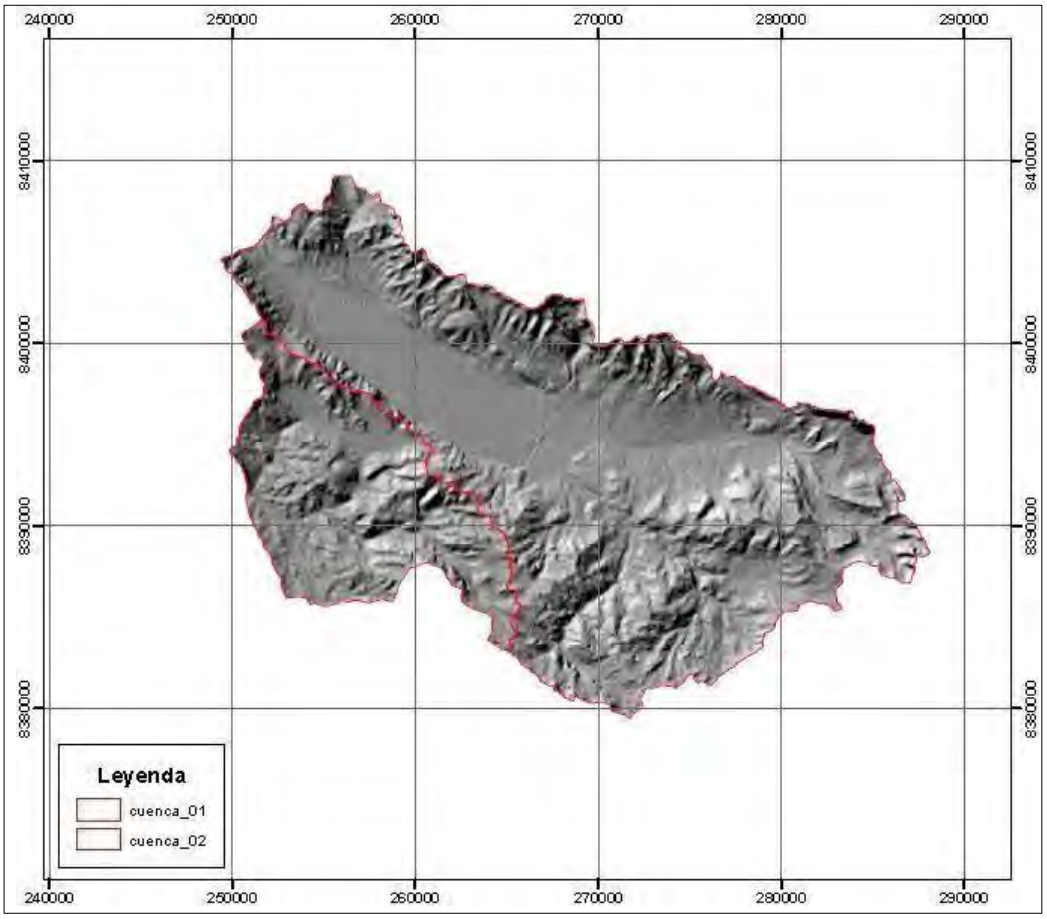


Figura 6: Delimitación de cuencas hidrográficas Langui Layo

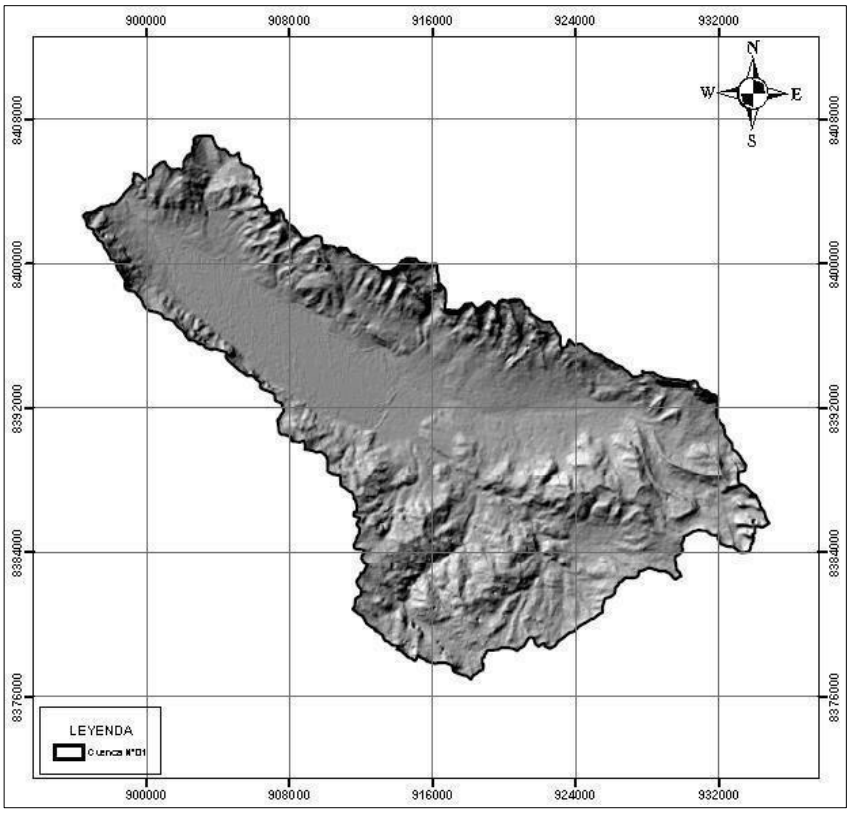
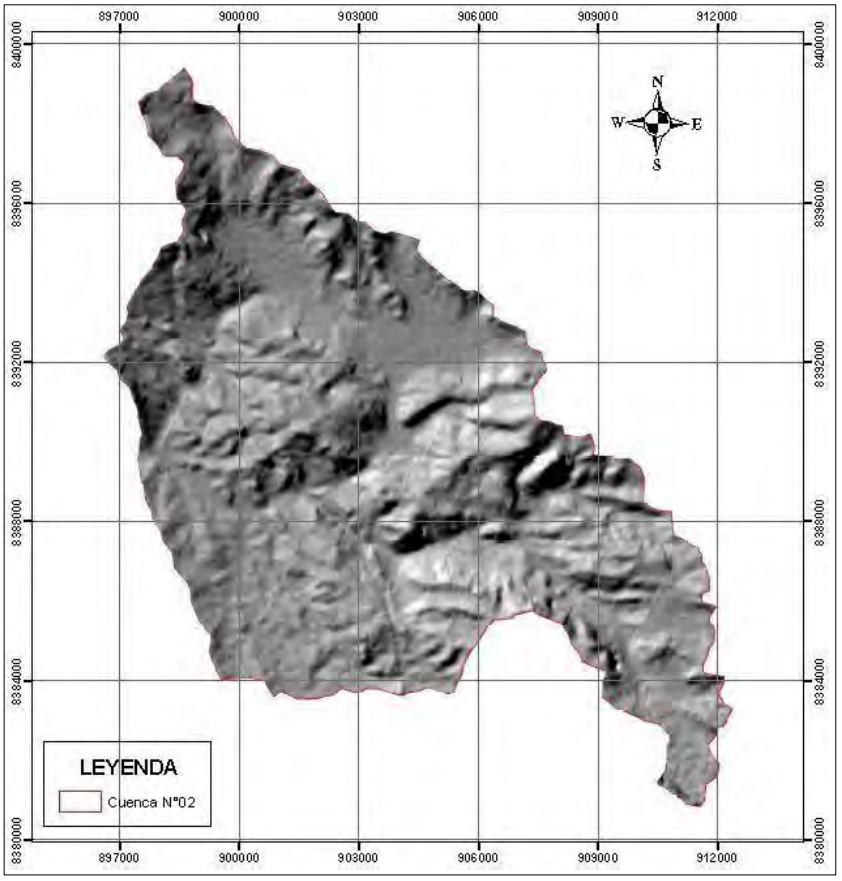


Figura 7: Delimitación de cuencas hidrográficas Kunturcanqui



b. Perímetro de la cuenca

En una copia del plano de delimitación de la cuenca y usando un curvímetro se determina la longitud de la línea curva que conforma el contorno de la cuenca, y considerando la escala del plano se calcula el perímetro de la misma, obteniendo el siguiente valor.

Perímetro : 133.81 Km

c. Ancho Medio (B)

Es el resultado de dividir el área de la cuenca, entre su longitud axial (Medido desde su salida o desembocadura hasta el límite de la cuenca, siguiendo la dirección de cauce más largo). Su relación es:

$$B = \frac{A}{L}$$

Dónde:

B: Ancho medio de la cuenca, en Km.

A: Área de la cuenca, en Km².

L: Longitud axial de la cuenca, en Km.= 154.38

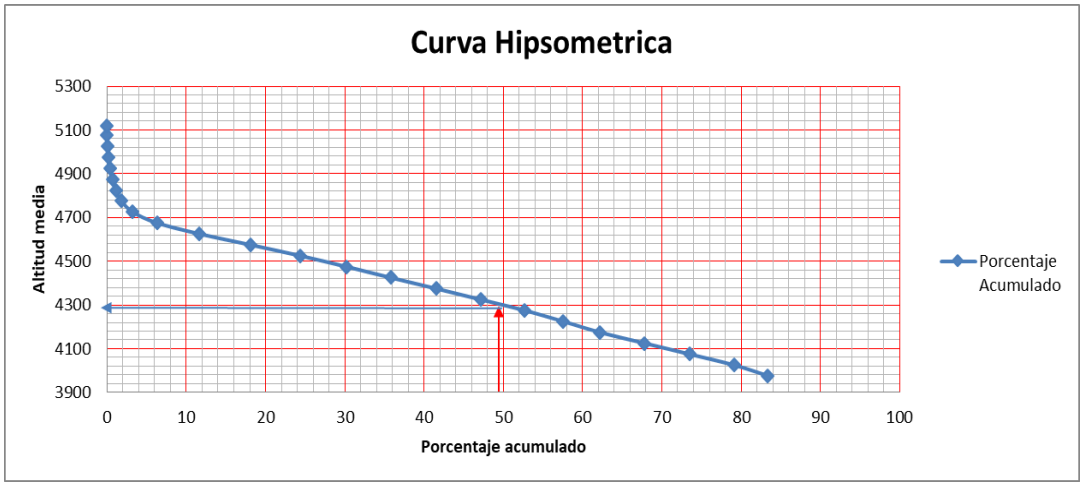
Ancho Medio = 14.771 Km.

Cuadro 9: Parámetros físicos de la Cuenca Puente Langui Layo

CUENCA	N°	Micro Cuenca	Altura Cuenca Parte alta	Altura Cuenca Parte baja	Altura Cauce Parte alta	Altura Cauce Parte baja	Área	Perímetro	Ancho promedio B
			msnm	msnm	msnm	msnm	Km²	Km	Km
LANGUI LAYO	1	ALC-01	4,575.00	3,982.00	4,323.36	3,984.59	1.59	5.59	0.8051
	2	ALC-02	4,155.00	3,985.00	4,030.00	3,984.39	0.06	1.87	0.0711
	3	ALC-03	4,113.00	3,983.00	4,050.00	3,983.03	0.12	2.00	0.1512
	4	ALC-04	4,599.00	3,989.00	4,365.29	3,986.68	0.51	4.78	0.2583
	5	ALC-05	4,612.00	3,980.00	4,118.07	3,983.45	0.57	4.70	0.2810
	6	ALC-06	4,618.00	3,974.00	4,327.12	3,973.81	0.61	4.92	0.2827
	7	ALC-07	4,606.00	3,963.00	4,169.56	3,974.21	1.03	4.96	0.5046
	8	ALC-08	4,613.00	3,955.00	4,346.04	3,956.67	1.18	6.12	0.5212
	9	ALC-11	3,971.00	3,955.00	3,965.00	3,955.00	0.04	1.14	0.0981
	104	BDN-02	4,130.00	3,994.00	4,045.00	3,994.97	0.10	1.90	0.1187
	105	BDN-03	4,855.00	3,959.00	4,562.42	3,958.19	2.35	9.47	0.6338
	106	BDN-04	3,967.00	3,960.00	3,965.00	3,961.18	0.01	0.44	0.0588
	107	PTE-03	5,135.00	3,955.00	4,867.29	3,962.62	467.31	123.16	12.3237
	108	PTE-06	4,515.00	3,955.00	4,035.58	3,955.00	0.76	6.96	0.2301
	109	PTE-07	4,504.00	3,955.00	4,330.13	3,955.00	2.54	8.47	0.7624
	110	PTE-08	4,026.00	3,955.00	4,000.00	3,955.00	0.48	3.21	0.6486
	111	PTE-09	4,860.00	3,961.00	4,402.04	3,961.28	17.37	18.79	2.6655
	112	PTE-10	5,000.00	3,950.00	4,696.49	3,955.81	4.87	11.78	0.9899
	113	PTE-11	5,087.00	3,985.00	4,825.59	3,984.16	8.75	16.18	1.5250
	114	PTE-12	4,895.00	3,984.00	4,620.46	3,989.51	4.76	12.00	0.9678
	115	PTE-13	5,135.00	3,963.00	4,867.29	3,962.62	138.24	59.64	6.5561
	116	PTE-14	4,897.00	3,967.00	4,703.24	3,966.32	148.55	63.46	9.8011
	117	PTE-15	4,586.00	3,955.00	4,451.00	3,955.02	4.03	10.77	1.0402
	118	PTE-16	4,491.00	4,022.00	4,218.00	4,022.00	1.97	7.88	0.8718
	119	PTE-17	4,490.00	4,022.00	4,293.00	4,022.00	1.54	9.16	0.5919
	120	PTE-18	4,575.00	4,022.00	4,361.00	4,022.00	10.32	19.90	1.8413
		Langui-Layo	**5,135.00**	**3,950.00**	**4,867.29**	**3,955.00**	**620.58**	**133.81**	**14.7710**

d. Altura media de la cuenca (hm)

Gráfico 5: Curva hipsométrica Cuenca Langui Layo



La altura media de la cuenca se obtiene del análisis de los diferentes métodos utilizados para determinar dicha altura.

La altura media de la cuenca es:

hm = 4,299.00 m.

5.5.2. PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS.

Los parámetros de relieve o topografía de una cuenca suelen tener mayor influencia sobre la respuesta hidrológica que los parámetros físicos de la cuenca, en el presente estudio consideramos los siguientes:

a. Pendiente de la cuenca

La pendiente de una cuenca es un parámetro importante en todo estudio relacionado con cuencas pues influye en buena parte en el control de la velocidad con que se da la escorrentía superficial y afecta por tanto, el tiempo que lleva el agua de la lluvia para concentrarse en los lechos fluviales que constituyen la red de drenaje de las cuencas.

Pendiente cuenca : 0.02821 m/m

b. Pendiente del cauce principal

La naturaleza de las cuencas andinas; presenta una configuración tal, que en los primeros kilómetros de su desarrollo la pendiente es bastante pronunciada.

A medida que el canal se extiende a través de la cuenca; el valor de la pendiente del cauce principal va disminuyendo, y llega muchas veces a ser mínima o nula en algunos sectores, creando de esta manera remansos y embalses naturales.

Pendiente media del río : 2.12 %

Cuadro 10: Parámetros geomorfológicos de la Cuenca Langui – Layo – Kunturcanqui

CUENCA	N°	Micro	Altura Cuenca		Altura Cauce		Longitud cuenca	Pendiente cuenca	Longitud cauce	Pendiente cauce
		Cuenca	Parte alta	Parte baja	Parte alta	Parte baja	Principal	principal	Principal	principal
			msnm	msnm	msnm	msnm	Km	%	Km	%
LANGUI LAYO KUNTURCANQUI	1	ALC-01	4,575.00	3,982.00	4,323.36	3,984.59	1.9719	30.072	1.6127	21.007
	2	ALC-02	4,155.00	3,985.00	4,030.00	3,984.39	0.8972	18.949	0.3139	14.528
	3	ALC-03	4,113.00	3,983.00	4,050.00	3,983.03	0.7890	16.477	0.3863	17.336
	4	ALC-04	4,599.00	3,989.00	4,365.29	3,986.68	1.9555	31.193	1.5445	24.513
	5	ALC-05	4,612.00	3,980.00	4,118.07	3,983.45	2.0150	31.364	0.8243	16.331
	6	ALC-06	4,618.00	3,974.00	4,327.12	3,973.81	2.1408	30.082	1.4988	23.573
	7	ALC-07	4,606.00	3,963.00	4,169.56	3,974.21	2.0449	31.444	1.1756	16.618
	8	ALC-08	4,613.00	3,955.00	4,346.04	3,956.67	2.2681	29.011	1.8895	20.607
	9	ALC-11	3,971.00	3,955.00	3,965.00	3,955.00	0.4462	3.586	0.3209	3.116
	10	BDN-01	4,212.00	3,993.00	4,119.96	3,992.57	1.1095	19.739	0.7007	18.179
	11	BDN-02	4,130.00	3,994.00	4,045.00	3,994.97	0.8186	16.613	0.3645	13.725
	12	BDN-03	4,855.00	3,959.00	4,562.42	3,958.19	3.7102	24.149	3.7860	15.959
	13	BDN-04	3,967.00	3,960.00	3,965.00	3,961.18	0.1595	4.388	0.1022	3.735
	14	PTE-03	5,135.00	3,955.00	4,867.29	3,962.62	37.9192	3.112	43.0382	2.102
	15	PTE-06	4,515.00	3,955.00	4,035.58	3,955.00	3.3197	16.869	1.3389	6.019
	16	PTE-07	4,504.00	3,955.00	4,330.13	3,955.00	3.3319	16.477	3.0301	12.380
	17	PTE-08	4,026.00	3,955.00	4,000.00	3,955.00	0.7475	9.498	0.7494	6.005
	18	PTE-09	4,860.00	3,961.00	4,402.04	3,961.28	6.5177	13.793	6.8580	6.427
	19	PTE-10	5,000.00	3,950.00	4,696.49	3,955.81	4.9158	21.360	4.9749	14.888
	20	PTE-11	5,087.00	3,985.00	4,825.59	3,984.16	5.7354	19.214	6.6971	12.564
	21	PTE-12	4,895.00	3,984.00	4,620.46	3,989.51	4.9159	18.532	4.5164	13.970
	22	PTE-13	5,135.00	3,963.00	4,867.29	3,962.62	21.0858	5.558	25.1159	3.602
	23	PTE-14	4,897.00	3,967.00	4,703.24	3,966.32	15.1565	6.136	20.1578	3.656
	24	PTE-15	4,586.00	3,955.00	4,451.00	3,955.02	3.8761	16.279	3.9161	12.665
	25	PTE-16	4,491.00	4,022.00	4,218.00	4,022.00	2.2630	20.725	1.8332	10.692
	26	PTE-17	4,490.00	4,022.00	4,293.00	4,022.00	2.6033	17.977	2.6580	10.196
	27	PTE-18	4,575.00	4,022.00	4,361.00	4,022.00	5.6026	9.870	5.9127	5.733
TOTAL			**5,135.00**	**3,950.00**	**4,867.29**	**3,955.00**	**42.01**	**2.821**	**43.04**	**2.120**

c. Índice de compacidad o índice de Gravelius (Kc)

Nos indica la relación que existe entre el perímetro de la cuenca con el perímetro de un círculo cuya área es igual al área de la cuenca.

Si el valor de Kc es igual a la unidad indica que la cuenca tiene forma circular, lo que permite mayor oportunidad de crecientes, ya que los tiempos de concentración serán iguales para todos los puntos, si por el contrario el valor de Kc es menor a la unidad se trata de una cuenca que tiende a ser corta.

El valor de Kc es:

$$K_C = \frac{P}{2\sqrt{\pi\ A}}$$

Dónde:

P: Perímetro de la cuenca, en Km.

A: Área de la cuenca, en Km²

Índice Gravelius

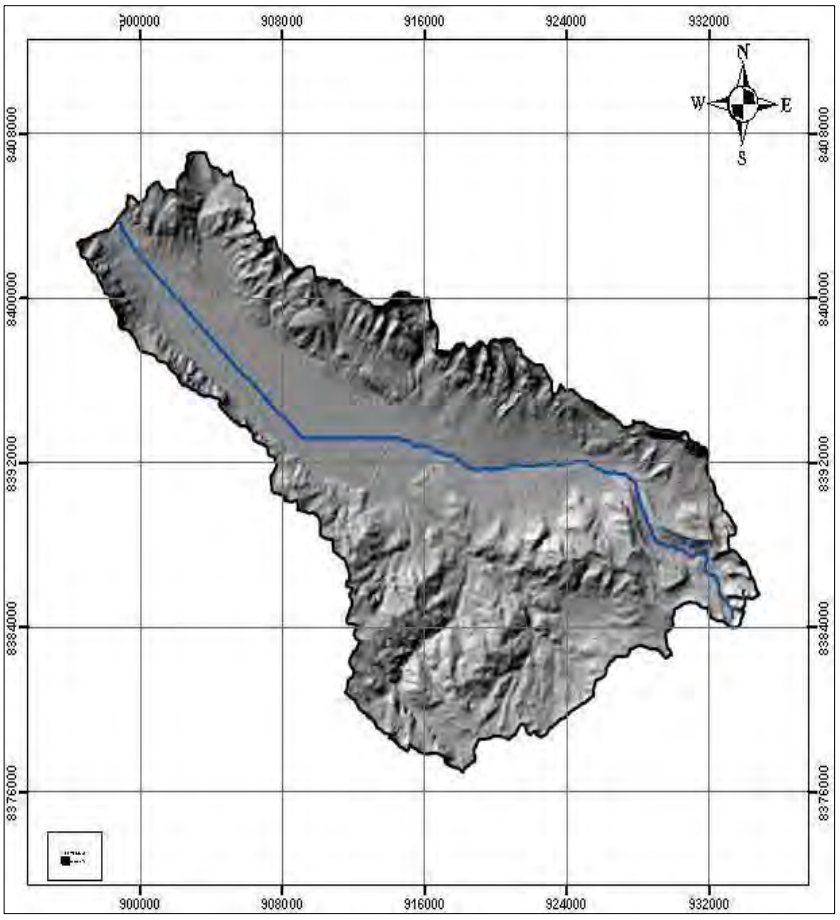
Kc = 1.5153

Cuadro 11: Índice de compacidad de la cuenca

CUENCA	Micro Cuenca	Area Km²	Longitud cauce Km	Pendiente cauce %	Perimetro Cauce Km	Indice Compacidad Kc	Forma Cuenca
LANGUI LAYO KUNTURCANQUI	ALC-	1.588	1.613	21.007	5.592	1.252	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-	0.064	0.314	14.528	1.865	2.083	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-	0.119	0.386	17.336	1.996	1.630	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-	0.505	1.545	24.513	4.777	1.896	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-	0.566	0.824	16.331	4.701	1.762	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-	0.605	1.499	23.573	4.924	1.785	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-	1.032	1.176	16.618	4.957	1.376	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-	1.182	1.890	20.607	6.118	1.587	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-	0.044	0.321	3.116	1.143	1.542	Oval oblonga a rectangular oblonga
	BDN-	0.248	0.701	18.179	2.526	1.430	Oval redonda a oval oblonga
	BDN-	0.097	0.364	13.725	1.898	1.718	Oval oblonga a rectangular oblonga
	BDN-	2.351	3.786	15.959	9.472	1.743	Oval oblonga a rectangular oblonga
	BDN-	0.009	0.102	3.735	0.436	1.270	Oval redonda a oval oblonga
	PTE-	467.3	43.03	2.102	123.16	1.607	Oval oblonga a rectangular oblonga
	PTE-	0.764	1.339	6.019	6.961	2.247	Oval oblonga a rectangular oblonga
	PTE-	2.540	3.030	12.380	8.472	1.500	Oval redonda a oval oblonga
	PTE-	0.485	0.749	6.005	3.214	1.302	Oval redonda a oval oblonga
	PTE-	17.37	6.858	6.427	18.793	1.272	Oval redonda a oval oblonga
	PTE-	4.866	4.975	14.888	11.780	1.506	Oval oblonga a rectangular oblonga
	PTE-	8.747	6.697	12.564	16.177	1.543	Oval oblonga a rectangular oblonga
	PTE-	4.758	4.516	13.970	11.998	1.552	Oval oblonga a rectangular oblonga
	PTE-	138.2	25.11	3.602	59.643	1.431	Oval redonda a oval oblonga
	PTE-	148.5	20.15	3.656	63.459	1.469	Oval redonda a oval oblonga
	PTE-	4.032	3.916	12.665	10.772	1.513	Oval oblonga a rectangular oblonga
	PTE-	1.973	1.833	10.692	7.879	1.582	Oval oblonga a rectangular oblonga
	PTE-	1.541	2.658	10.196	9.156	2.081	Oval oblonga a rectangular oblonga
	PTE-	10.31	5.913	5.733	19.899	1.748	Oval oblonga a rectangular oblonga
TOTAL		**620.58**	**43.04**	**2.120**	**133.81**	**1.5153**	Oval oblonga a rectangular oblonga

Figura 8: Vista panorámica ubicación puente Langui Layo

Figura 9: Parámetros fisiográficos de la cuenca



De los resultados se aprecia que la cuenca es de clase Kc (Alargada), lo cual nos indica que en el Puente Langui Layo existe una mayor probabilidad de ocurrencia de crecientes y en Tiempos de concentración son mayores; pero en general la probabilidad de ocurrencia de inundaciones en épocas de invierno, en la parte media o basal de la cuenca, es significativa.

d. Factor de forma (Ff)

Es un factor que relaciona el ancho medio de la cuenca (B), con su longitud axial (L), se expresa mediante la siguiente relación:

$$F_f = \frac{B}{L} = \frac{A}{L^2}$$

Factor de forma

$F_f =$ 0.335

Cuadro 12: Factor de forma de la cuenca

CUENCA	Micro Cuenca	Área Km²	Longitud cauce Km	Pendiente cauce %	N° Orden	Factor Forma Ff
LANGUI LAYO KUNTURCANCQUI	ALC-01	1.59	1.61	21.01	1.00	0.6104
	ALC-02	0.06	0.31	14.53	1.00	0.6474
	ALC-03	0.12	0.39	17.34	1.00	0.7993
	ALC-04	0.51	1.54	24.51	1.00	0.2117
	ALC-05	0.57	0.82	16.33	1.00	0.8332
	ALC-06	0.61	1.50	23.57	1.00	0.2695
	ALC-07	1.03	1.18	16.62	1.00	0.7467
	ALC-08	1.18	1.89	20.61	1.00	0.3311
	ALC-11	0.04	0.32	3.12	1.00	0.4250
	BDN-01	0.25	0.70	18.18	1.00	0.5056
	BDN-02	0.10	0.36	13.73	1.00	0.7312
	BDN-03	2.35	3.79	15.96	1.00	0.1640
	BDN-04	0.01	0.10	3.74	1.00	0.8976
	PTE-03	467.31	43.04	2.10	5.00	0.2523
	PTE-06	0.76	1.34	6.02	1.00	0.4261
	PTE-07	2.54	3.03	12.38	1.00	0.2767
	PTE-08	0.48	0.75	6.00	1.00	0.8632
	PTE-09	17.37	6.86	6.43	3.00	0.3694
	PTE-10	4.87	4.97	14.89	1.00	0.1966
	PTE-11	8.75	6.70	12.56	1.00	0.1950
	PTE-12	4.76	4.52	13.97	1.00	0.2332
	PTE-13	138.24	25.12	3.60	3.00	0.2191
	PTE-14	148.55	20.16	3.66	3.00	0.3656
	PTE-15	4.03	3.92	12.67	1.00	0.2629
	PTE-16	1.97	1.83	10.69	1.00	0.5871
	PTE-17	1.54	2.66	10.20	1.00	0.2181
	PTE-18	10.32	5.91	5.73	1.00	0.2951
TOTAL		**620.58**	**43.04**	**2.12**	**5.00**	**0.3350**

5.5.3. PARÁMETROS HIDRÁULICOS.

a. Orden de las corrientes de agua.

R.E. HORTON sugirió la clasificación de cauces de acuerdo al número de orden de un río como una medida de la ramificación del cauce principal en una cuenca hidrográfica.

Para su determinación es necesario definir previamente:

- Corrientes de primer orden: pequeños canales que no tienen tributarios.
- Corrientes de segundo orden: cuando dos corrientes de primer orden se unen.
- Corrientes de tercer orden: cuando dos corrientes de segundo orden se unen.
- Corrientes de orden n+1: cuando dos corrientes de orden n se unen.

b. Densidad de drenaje (Dd).

Es la relación entre la longitud total de los cursos de agua de la cuenca y su área total. D_d usualmente toma valores entre 0.5 Km/ Km^2 para cuencas con drenaje pobre hasta 3.5 Km/ Km^2 para cuencas excepcionalmente drenadas.

$$D_d = \frac{L}{A}$$

Dónde:

L = longitud total de las corrientes de agua en Km.

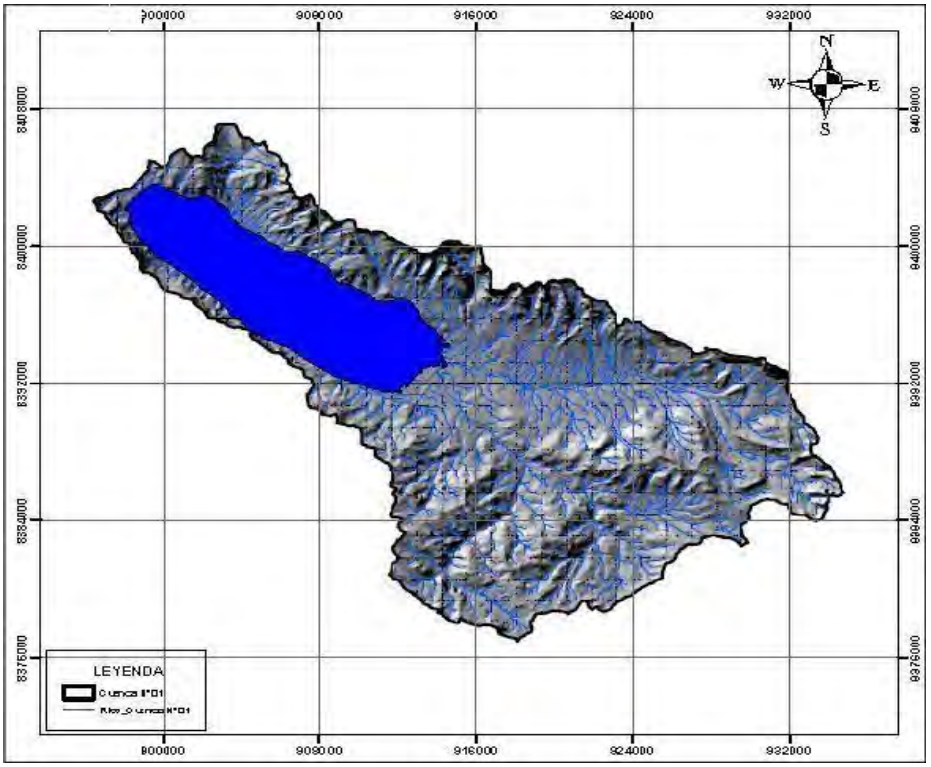
A = área total de la cuenca en Km^2.

Dd = 0.0694

Cuadro 13: Parámetros hidráulicos de la cuenca del Langui layo

CUENCA	Micro Cuenca	Área Km²	Longitud cauce Principal Km	Pendiente cauce principal %	N° Orden	Densidad de Drenaje Dd
LANGUI LAYO KUNTURCNAQUI	ALC-01	1.59	1.61	21.01	1.00	1.02
	ALC-02	0.06	0.31	14.53	1.00	4.92
	ALC-03	0.12	0.39	17.34	1.00	3.24
	ALC-04	0.51	1.54	24.51	1.00	3.06
	ALC-05	0.57	0.82	16.33	1.00	1.46
	ALC-06	0.61	1.50	23.57	1.00	2.48
	ALC-07	1.03	1.18	16.62	1.00	1.14
	ALC-08	1.18	1.89	20.61	1.00	1.60
	ALC-11	0.04	0.32	3.12	1.00	7.33
	BDN-01	0.25	0.70	18.18	1.00	2.82
	BDN-02	0.10	0.36	13.73	1.00	3.75
	BDN-03	2.35	3.79	15.96	1.00	1.61
	BDN-04	0.01	0.10	3.74	1.00	10.90
	PTE-03	467.31	43.04	2.10	5.00	0.0921
	PTE-06	0.76	1.34	6.02	3.00	1.7526
	PTE-07	2.54	3.03	12.38	3.00	1.1929
	PTE-08	0.48	0.75	6.00	1.00	1.5458
	PTE-09	17.37	6.86	6.43	2.00	0.3947
	PTE-10	4.87	4.97	14.89	2.00	1.0223
	PTE-11	8.75	6.70	12.56	2.00	0.7657
	PTE-12	4.76	4.52	13.97	3.00	0.9493
	PTE-13	138.24	25.12	3.60	3.00	0.1817
	PTE-14	148.55	20.16	3.66	4.00	0.1357
	PTE-15	4.03	3.92	12.67	2.00	0.9713
	PTE-16	1.97	1.83	10.69	2.00	0.9292
	PTE-17	1.54	2.66	10.20	2.00	1.7248
	PTE-18	10.32	5.91	5.73	3.00	0.5732
TOTAL		**620.58**	**43.04**	**2.120**	**5.00**	**0.0694**

Figura 10: Sub cuencas analizadas



5.5.4. CAUDALES AFORADOS EN LOS PUENTES DE LA CARRETERA CU-766

Con la finalidad de poder evaluar adecuadamente el caudal que discurre en los ríos principales afluentes a la laguna de Langui Layo se ha realizado el aforo de los cauces principales donde se plantean la construcción de puentes de diferentes longitudes, obteniendo la siguiente información:

a. Caudal Aforado puente N° 01 (Progresiva 03+180).

El aforo realizado en la zona de estudio en el mes de diciembre en el sector del puente peatonal existente, tiene un ancho el cauce de 27.00 m. y de espejo de agua una longitud de 17.40 m., luego del aforo realizado se ha obtenido un caudal de 28.01 m³/seg. con una velocidad promedio de 0.374 m/s en la zona con mayor profundidad.

Figura 11: Puente N° 01 (Progresiva 03+180)

Cuadro 14: Aforos en la salida de la Laguna Langui layo

INTERVAL		DISTAN	AREA	VELOCIDAD			PROMEDIO		CAUDA
i	j	m	m2	Km/di	Km/di	Km/dia	Km/dia	m/s	m3/s
0	1	5.00	0.650	9.50	9.02	9.69	9.40	0.109	0.071
1	2	10.00	3.975	15.90	15.10	16.22	15.74	0.182	0.724
2	3	15.00	8.875	28.44	27.02	29.01	28.16	0.326	2.893
3	4	20.00	15.650	37.55	35.67	38.30	37.17	0.430	6.733
4	5	25.00	22.800	47.32	44.95	48.27	46.85	0.542	12.362
5	6	26.50	6.945	61.43	58.36	62.66	60.81	0.704	4.888
6	7	27.00	1.045	28.40	26.98	28.97	28.12	0.325	0.340
TOTAL		**27.00**	**59.940**					**0.374**	**28.011**

b. Caudal Aforado puente N° 02 Antahuayo (Progresiva 17+070).

El aforo realizado en la zona de estudio en el mes de Diciembre en el sector del puente peatonal existente, tiene una ancho el cauce de 21.00 m. y de espejo de agua una longitud de 20.00 m., luego del aforo realizado se ha obtenido un caudal de 6.255 m³/seg. con una velocidad promedio de 0.202 m/s en la zona con mayor profundidad.

Figura 12: Puente N° 02 Layo (Progresiva 17+070)

c. Caudal Aforado puente N° 02 Antahuayo (Progresiva 19+400).

El aforo realizado en la zona de estudio en el mes de Diciembre en el sector del puente peatonal existente, tiene una ancho el cauce de 20.00 m. y de espejo de agua una longitud de 18.00 m., luego del aforo realizado se ha obtenido un caudal de 9.29 m³/seg. con una velocidad promedio de 0.241 m/s en la zona con mayor profundidad.

Figura 13: Puente N° 02 Layo (Progresiva 19+400)

Cuadro 15: Aforo realizado en el riachuelo

INTERVALO		DISTANCIA	AREA	VELOCIDAD			PROMEDIO		CAUDAL
i	j	m	m^2	Km/di	Km/di	Km/di	Km/dia	m/s	m^3/s
0	1	5.00	1.397	8.55	8.13	9.07	8.58	0.099	0.139
1	2	10.00	3.572	14.04	13.34	14.88	14.09	0.163	0.582
2	3	15.00	8.748	25.19	23.93	26.70	25.27	0.292	2.558
3	4	20.00	16.32	35.08	33.32	37.18	35.20	0.407	6.650
TOTAL		**20.00**	**30.04**					**0.241**	**9.929**

d. Caudal Aforado puente N° 03 Payacchuma (Progresiva 21+500).

El aforo realizado en la zona de estudio en el mes de Diciembre en el sector del puente peatonal existente, tiene una ancho el cauce de 19.00 m. y de espejo de agua una longitud de 20.00 m., luego del aforo realizado se ha obtenido un caudal de 14.89 m³/seg. con una velocidad promedio de 0.289 m/s en la zona con mayor profundidad.

Figura 14: Puente N° 03 (Progresiva 21+500)

Cuadro 16: Aforos en el Río

INTERVALO		DISTANCIA	AREA	VELOCIDAD			PROMEDIO		CAUDAL
i	j	m	m2	Km/dia	Km/di	Km/di	Km/di	m/s	m3/s
0	1	5.00	1.747	10.26	9.75	10.88	10.30	0.119	0.208
1	2	10.00	4.465	16.85	16.01	17.86	16.90	0.196	0.874
2	3	15.00	10.935	30.22	28.71	32.04	30.32	0.351	3.838
3	4	20.00	20.405	42.09	39.99	44.62	42.23	0.489	9.974
TOTAL		**20.00**	**37.551**					**0.289**	**14.894**

e. Caudal Aforado puente N° 04 Jeruma (Progresiva 23+885).

El aforo realizado en la zona de estudio en el mes de Diciembre en el sector del puente peatonal existente, tiene una ancho el cauce de 18.00 m. y de espejo de agua una longitud de 20.00 m., luego del aforo realizado se ha obtenido un caudal de 8.11 m³/seg. con una velocidad promedio de 0.279 m/s en la zona con mayor profundidad.

Cuadro 17: Aforos en el Río

INTERVALO		DISTANCIA	AREA	VELOCIDAD			PROMEDIO		CAUDAL
i	j	m	m²	Km/dia	Km/di	Km/di	Km/dia	m/s	m³/s
0	1	5.00	0.982	9.94	9.44	10.53	9.97	0.115	0.113
1	2	10.00	2.512	16.31	15.49	17.29	16.36	0.189	0.476
2	3	15.00	6.151	29.26	27.79	31.01	29.35	0.340	2.090
3	4	20.00	11.478	40.75	38.71	43.19	40.88	0.473	5.431
TOTAL		**20.00**	**21.123**					**0.279**	**8.110**

Figura 15: Puente N° 03 (Progresiva 23+885)

5.6. HIDRÁULICA FLUVIAL.

El diseño de puentes sobre un río demanda que no solamente se deban hacer estudios detallados referidos a su ubicación con respecto al trazo de la carretera, al tráfico y a los requisitos estructurales, y de cimentación, sino también se deben tomar en cuenta las características del río que fluye por de debajo de él, de modo de establecer los parámetros hidráulicos para el dimensionamiento de los puentes.

5.6.1. CARACTERÍSTICAS HÍDRICAS DEL CAUCE.

Los ríos de la zona de estudio presentan un cauce activo de régimen Torrencial (arrastre de materiales), presenta un flujo con velocidad alta, el número de Froude es mayor que 1 en épocas de lluvia y el nivel del agua se ve afectada por la formación de resaltos que son ocasionados por las irregularidades del fondo y de las secciones transversales.

De acuerdo al reconocimiento de campo realizado podemos concluir que los ríos presenta una cobertura vegetal abundante lo que implica un Manning alto para el cálculo hidráulico; los suelos de las riberas y el lecho de la quebrada son de naturaleza no cohesiva, gravas y arenas limosas; la quebrada tiene gran capacidad erosiva, de socavación y arrastre de material, generando fenómenos de

geodinámica externa que se activan en los periodos de lluvia, con consecuencias severas.

a. Morfología Fluvial:

Los ríos de la zona de estudio tienen un régimen continuo y en temporadas de lluvias se activa el cauce evacuando el caudal torrencial concentrado, que se activa en los periodos de lluvias entre los meses de diciembre a abril. La morfología de la cuenca es del tipo encañonado en forma de V, debido a que el valle se encuentra en formación, apreciándose que en las zonas de entrega de los afluentes se presentan pequeños deltas fluviales, en función a la cantidad de material de arrastre, originando que en algunos tramos se estrangule el cauce, observando las siguientes características:

Figura 16: Vista de valle en del río Payacchcuma

- Posee llanura inundable, la quebrada tiene un curso semi-encañonado entre estratos gravosos y limo arenosos.
- Longitudinalmente el cauce de la quebrada es semi-recto, con tramos curvos y pendientes laterales mayores al 15%.
- Las secciones del cauce son del tipo V, por la pendiente, la geología de la zona y las características del flujo en las épocas de avenidas.

b. Eventos de Geodinámica Externa de Origen Hídrico:

Los eventos de geodinámica externa de origen hídrico en el área del puente y sus accesos son los siguientes:

- **Inestabilidad de taludes o derrumbes**, la escorrentía superficial que penetra en los suelos gravo limosos de los taludes superiores e inferiores del rio originan un mayor peso, provocando la falla e inestabilidad que derivan a derrumbes.
- **Erosión**, la escorrentía del Río genera erosión longitudinal y erosión lateral de riveras, la que genera inestabilidad a lo largo de su cauce.

5.6.2. VIDA ÚTIL DE LAS ESTRUCTURAS

De acuerdo a la bibliografía consultada, el tiempo de vida útil recomendada para las estructuras viales se indica en el siguiente cuadro:

Cuadro 18: Vida útil estimada de las estructuras de drenaje

DESCRIPCION	VIDA UTIL
Puentes y Defensas Ribereñas	40 años
Alcantarillas de quebradas importantes	25 años
Alcantarillas de quebradas menores	15 años
Drenaje de plataforma y Sub-drenes	15 años

Fuente: Referencia: Manual de puentes (2016). Página 24-25

5.1.1. ESTIMACION DE LAS AVENIDAS MAXIMA

Para la determinación de descargas máximas en las cuencas mayores como es el caso de la cuenca Langui Layo, donde aparecen efectos de tránsito de avenidas y la correspondiente difusión de las crecidas de las diferentes cuencas tributarias, que atenúan el caudal pico presentado. Con la finalidad de poder generar un caudal apropiado aplicaremos la siguiente metodología:

En conclusión, para el total de las subcuencas, el caudal de diseño se ha estimado mediante el Método Racional, Mact Math y Burkly Zieger. A continuación se describen dichas metodologías

5.1.1.1. Método Racional.

La descarga máxima de diseño, según esta metodología, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$Q \cdot 0.278 CIA$$

Donde:

Q : Descarga máxima de diseño (m3/s)

C : Coeficiente de escorrentía (Ver Cuadro Nº 10)

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

A : Área de la cuenca (Ha)

En la concepción de esta fórmula se debe de tener en cuenta dos hipótesis importantes que la precipitación ocurre con una intensidad uniforme durante un tiempo igual o mayor que el tiempo de concentración y que la intensidad de la precipitación es uniforme sobre toda el área de la cuenca.

El valor de la intensidad máxima de lluvia se escoge en función del período de diseño de la obra que estará a su vez en función al riesgo o importancia que tenga la estructura. Para el presente proyecto se tomaron las intensidades para un período de retorno de 100 años en caso de los puentes y pontones y 25 años en caso de alcantarillas y cunetas.

CAPITULO VI

GEOTECNIA

6.1. GENERALIDADES

Conforme a las descripciones geomorfológicas y litológicas enunciadas y la verificación del trazado geométrico en su sección longitudinal, se puede apreciar que los cortes de talud previstos se basan en la experiencia del comportamiento local de los taludes de corte ejecutados en el suelo de la carretera existente y naturales, se han mantenido estables antes las mismas condiciones ambientales actuales durante varios años.

A lo largo del trazo Langui, Layo y Kunturkanki, se han realizado ensayos generales (estándar) en el laboratorio de mecánica se suelos con muestras alteradas (ver anexo 11.1 Ensayos de laboratorio) y ensayos especiales con muestras inalteradas en el Laboratorio.

6.2. CANTERAS Y FUENTES DE AGUA

Siendo las canteras, la fuente de aprovisionamiento de suelo y rocas necesarias para la construcción de la carretera, se procedió a efectuar el reconocimiento de los depósitos existentes para analizar la calidad de las canteras, conocer si cumplirá con las condiciones de las especificaciones del material que se busca, asimismo se ha definido la suficiente potencia rendimiento del mismo, el estado de los accesos y su situación legal.

Se ha buscado depósitos de materiales, (Canteras), apropiadas para Rellenos, Subbase, Base, Tratamiento Superficial, Carpeta Asfáltica y Concreto y fuentes de agua, a fin de ver los volúmenes totales de las canteras escogidas para el estudio, las que serán explotadas y deberán satisfacer las necesidades de la carretera en mención tanto en calidad y cantidad.

Las labores se inician con la ubicación de las canteras y fuentes de aguas a lo largo del tramo en estudio. Ubicadas las canteras se realizó las exploraciones mediante piques y calicatas de las cuales se extrajeron muestras representativas de las áreas correspondientes en cantidades necesarias para ser estudiadas y procesadas en laboratorio.

De esta forma se llegaron a seleccionar los bancos de materiales más adecuados. Las selecciones se hicieron de acuerdo a la potencia disponible, características geotécnicas adecuadas en relación a su uso, se tomó en cuenta la distancia del área a ser explotada y costo del transporte. Los bancos de materiales que estaban

ubicados en áreas lejanas y tenían dificultad de acceso a la vía también fueron descartados.

6.2.1. DESCRIPCIÓN DE CANTERAS

En el tramo en estudio se ubicaron Canteras de material de Relleno, Sub Base, Base, Agregados para Concreto Asfáltico y Concreto Hidráulico, cuyos resultados de laboratorio se incluyen al presente informe.

Los trabajos de exploración de campo fueron realizados durante el mes de enero del 2021.

En el Cuadro N° 106 “Registro de Canteras”, detallamos su ubicación, acceso y el tipo de uso.

Cuadro 19: Registro de Canteras

CANTERA	ACCESO	LONGITUD	LADO	USOS
CANTERA 1 Km 17+020 Quelloqaqa	DIRECTO 200 m	Cantera ubicada en el Km 17+050 del Tramos	Izquierdo	Agregado grueso para material de base, sub base, previa acumulación y Zarandeo

CANTERA	ACCESO	LONGITUD	LADO	USOS
CANTERA 2 TAYPITUNGA Fuera del tramo	SI Trocha Carrozable, requiere mantenimiento constante	10 kilómetros	Izquierdo	Material de Base Granular y Sub Base granular, previo Zarandeo Cantera administrada por la Comunidad De Taypitunga

CANTERA	ACCESO	LONGITUD	LADO	USOS
CANTERA 3 KM 33+050 CANTERA DE ROCAS	DIRECTO 30 m	Cantera ubicada en el Km 33+.050 del Tramos	Izquierdo	Roca para relleno de pedraplén, requiere voladura de roca suelta Cantera administrada por la Comunidad

CANTERA	ACCESO	LONGITUD	LADO	USOS
CANTERA 4 Carreteraasfaltada Sicuani Descanso Km 14+00 Fuera del Tramo	DIRECTO	Cantera ubicada en el Km 14+00 de la carretera asfaltada Sicuani – Descanso - Espinar	Izquierdo	Material de Base Granular y Sub Base granular, previo Chancado y Zarandeo Cantera ubicada en la franja marginal de la carretera Sicuani – Descanso - Espinar

CANTERA	ACCESO	LONGITUD	LADO	USOS
CANTERA 5 SENCCACHECTUYOC Fuera del tramo	24 km al punto de inicio de la vía	Cantera ubicada a 2 Km de Sicuani Carretera asfaltada Sicuani – Puno	Izquierdo	Material para MAC, MCCP, Grava y Arena Previo zarandeo y chancado

6.2.2. CANTERAS SELECCIONADAS

6.2.2.1. Cantera 1: Km 17+020

Cuadro 20: Cantera Km 17+020

CANTERA KM 17+020		
UBICACIÓN	Km 17+020 (en el tramo de Proyecto)	
Acceso:	Directo	
Lado	Izquierdo	
Potencia	6000.00 m3	
Propietario:	Comunidad	
Período de Explotación	Todo el Año	
Profundidad de Explotación	Altura promedio de Explotación 4 m	
Material	Relleno	
Textura	Rugosa	
Dureza	Media alta	
USOS	RENDIMIENTO	TRATAMIENTO
RELLENO	98	N
Observación: Esta Cantera inicialmente requiere labores de limpieza, extracción de árboles de eucalipto, adicionales para su explotación se requiere mantener en forma constante el acceso a la cantera por encontrarse en ladera de cerro.		

6.2.2.2. Cantera 2: Taypitunga A 10 Km de la Vía

Cuadro 21: Cantera 2: Taypitunga a 10 Km

CANTERA 2 : TAYPITUNGA A 10 KM		
UBICACIÓN	A 10 Km de la Vía	
Acceso:	Directo, a 10 KM m del eje de la Vía, requiere mantenimiento constante	
Lado	Izquierdo	
Potencia	140,000 m3	
Propietario:	Propiedad Comunal Taypitunga	
Período de Explotación	Todo el año	
Profundidad de Explotación	Altura promedio de Explotación 5 m	
Material	Grava y arena sub angular	
Textura	Rugosa	
Dureza	Media alta	
USOS	RENDIMIENTO	TRATAMIENTO
BG	90	T y Z
SBG	95	N y Z
Observación: Esta Cantera inicialmente requiere labores de mantenimiento de la trocha carrozable de malas condiciones de transitabilidad y en forma constante por encontrarse a 10 km de distancia, se debe efectuar el acopio del material para su seleccionado mediante zarandeo del material pétreo, la misma que se transportara para su colocación, finalmente serán transportados para su utilización en la vía como, actividades que deben ser considerados en el Costo de Obra.		

6.2.2.3. Cantera 3: Km 33+050 Rocas

Cuadro 22: Cantera 3: Km 33+050

CANTERA 3: KM 33+050		
UBICACIÓN	Km 33+050 de la Vía	
Acceso:	Directo, a 30 m del eje de la Vía, requiere mantenimiento constante	
Lado	Izquierdo	
Potencia	7,500 m3	
Propietario:	Propiedad Comunal	
Período de Explotación	Todo el año	
Profundidad de Explotación	Altura promedio de Explotación 5 m	
Material	Roca. piedra	
Textura	Rugosa	
Dureza	Media alta	
USOS	RENDIMIENTO	TRATAMIENTO
BG	90	T y Z
SBG	95	N y Z
Observación: Esta Cantera inicialmente requiere labores de voladura de roca, se debe efectuar el acopio del material para su seleccionado mediante excavadora de oruga y cargado y finalmente serán transportados para su utilización en las diferentes obras estructurales.		

6.2.2.4. Cantera 4: Km 14+000

Cuadro 23: Cantera 4: Km 14 de la Vía Sicuani, Descanso

CANTERA 4: KM 14 DE LA VIA SICUANI, DESCANSO		
UBICACIÓN	Km 14 de la Vía Sicuani – Descanso	
Acceso:	Directo, a 10 KM m del eje de la Vía, requiere mantenimiento constante	
Lado	Izquierdo	
Potencia	24,000 m3	
Propietario:	Propiedad Comunal	
Período de Explotación	Todo el año	
Profundidad de Explotación	Altura promedio de Explotación 8 m	
Material	Grava y arena sub angular	
Textura	Rugosa	
Dureza	Media alta	
USOS	RENDIMIENTO	TRATAMIENTO
BG	90	T y Z
SBG	95	N y Z
Observación: Esta Cantera inicialmente requiere labores de mantenimiento de la trocha carrozable de malas condiciones de transitabilidad y en forma constante por encontrarse a 10 km de distancia, se debe efectuar el acopio del material para su seleccionado mediante zarandeo del material pétreo, la misma que se transportara para su colocación, finalmente serán transportados para su utilización en la vía como, actividades que deben ser considerados en el Costo de Obra.		

6.2.2.5. Cantera 5: Sencca – Chectuyoc

Cuadro 24: Cantera Sencca Chectuyoc

CANTERA SENCCA CHECTUYOC		
UBICACIÓN	Sicuani	
Acceso:	A 02 Km de Sicuani y 24 km del punto de inicio	
Lado	Izquierdo	
Potencia	35000 m3	
Propietario:	Propiedad Particular	
Período de Explotación	Todo el Año	
Profundidad de Explotación	Altura promedio de Explotación 2 m	
Material	Grava y Arena de Canto rodado	
Textura	Rugosa	
Dureza	Media alta	
USOS	RENDIMIENTO	TRATAMIENTO
MACS	85	Z N
MCCP	85	Z N
Observación: Esta Cantera es explotada por su propietario quien ha instalado todo un sistema de selección de materiales, primeramente, acopio, chancado, zarandeo, y clasificación de materiales. Finalmente serán transportados para su utilización tanto en la vía como a la planta de Asfalto, actividades que deben ser considerados en el Costo de Obra.		

6.2.3. ENSAYOS DE LABORATORIO PARA LA VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS MATERIALES

Cuadro 25: Ensayos de laboratorio para la verificación de la calidad de los materiales

NOMBRE DEL ENSAYO	USO	MÉTODO AASHTO	ENSAYO MTC	TAMAÑO DE MUESTRA	PROPÓSITO DEL ENSAYO
Análisis Granulométricopor Tamizado	Clasificación	T88		2.50 Kg.	Para determinar la Distribución del tamaño de partículas del suelo
Contenido de Humedad	Clasificación			2.50 Kg.	Hallar la humedad natural
Limite liquido	Clasificación	T89		2.50 Kg.	Hallar el contenido de agua entre los estados Líquido y Plástico
Limite Plástico	Clasificación	T90		2.50 Kg.	Hallar el contenido de agua entre los estados plásticos y semisólido
Índice Plástico	Clasificación	T190		2.50 Kg.	Hallar el rango de Contenido de agua por encima del cual el suelo está en un estado Plástico
Proctor Modificado	Clasificación	T180		45 Kg.	Determinar la Máxima Densidad Con el contenido óptimo de humedad
CBR	Clasificación	T193		45 Kg.	Determinar la Porción relativa del contenido de polvo fino nocivo en los agregados
Equivalente de Arena	Clasificación	T104		15 Kg.	Determinar la Capacidad de carga. Permite inferir el módulo resiliente
Partículas Chatas	Calidad Agregados		MTC E 211		Determina el porcentaje de partículas chatas existente en un volumen de muestra
Caras Fracturadas	Calidad Agregados		MTC E 210	15 Kg.	Describe el procedimiento para determinar el porcentaje, en peso, del material que presente una, dos o más caras fracturadas de las muestras de agregados pétreos.
Peso Específico y Absorción – Agregado Grueso	Clasificación	T185		15 Kg.	Determinar los Peos Específicos aparente y nominal de agregados con tamaño igual o mayor a 4.75 mm
Peso Específico y Absorción – Agregado Fino	Clasificación	T184		15 Kg.	Determinar los Peos Específicos aparente y nominal de agregados con tamaño inferior a 4.75 mm

6.2.4. TRATAMIENTO DE LOS MATERIALES DE CANTERA

Se ha identificado los materiales que se explotaran de las canteras para los diferentes usos así como el procedimiento para su explotación, las cuales se detallan:

Cuadro 26: Tratamiento de los materiales de cantera

USOS		TRATAMIENTOS	
R	Relleno	N	Natural
MSR	Mejoramiento de Sub Rasante	Z	Zarandeo
SBG	Sub Base Granular	T	Trituración
BGT	Base Granular Triturada		Mezcla
MAC	Mezcla de Concreto con Asfalto	L	Lavado
MCCP	Mezcla de Concreto con Cemento Portland	E	Explosivos
		A	Aditivo mejorador de Adherencia
		F	Filler

6.3. PROPIEDADES FÍSICAS:

Los ensayos físicos corresponden a aquellos ensayos que permiten determinar las propiedades índices de los suelos y que permiten su clasificación.

6.3.1. CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR EL MÉTODO SUCS Y POR EL MÉTODO AASHTO

El sistema más usual de clasificación de suelos es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el cual clasifica al suelo en 15 grupos identificados por nombre y por términos simbólicos.

El sistema de clasificación para Construcción de Carreteras AASHTO, es también usado de manera general. Los suelos pueden ser también clasificados en grandes grupos, pueden ser porosos, de grano grueso o grano fino, granular o no granular y cohesivo, semi cohesivo y no cohesivo.

Teniendo en cuenta los resultados del laboratorio, se resumen los valores de humedad que presentan los suelos. El *Cuadro de "Contenidos de Humedad - Canteras" con* la humedad representativa para la calicata evaluada.

Cuadro 27: Contenido de humedad canteras

Nº	CANTERA	CALICATA / TRINCHERAS	MUESTRA	HUMEDAD (%)
1	1 Km 17+020	C1 C2 C3 C4 C5	M1 M2 M3 M4 M5	13.9 10.5 12.1 13.3 17.1
2	2 COM TAYPITUNGA A 10+000 KM	C-1 C-2 C-3 C-4 C-5	M1 M2 M3 M4 M5	8.5 9.8 10 10.4 9
3	3 KM 33+050	C-1 C-2 C-3 C-4 C-5		ROCA
4	4 CARRETERA ASFALTADA SICUANI DESCANSO KM 14+000	C-1 C-2 C-3 C-4 C-5	M1 M2 M3 M4 M5	9.5 10.4 11.2 12.4 10.8

Con los resultados de laboratorio, se presenta el Cuadro la "Clasificación de Canteras", que resume los resultados principales de los materiales ensayados incluyendo las clasificaciones SUCS y AASTHO.

Cuadro 28: Clasificación de canteras

Nº	PROGRESIVA	MUESTRA	SUCS	AASHTO
1	1 Km 17+020	C1 C2 C3 C4 C5	GM GC GC GC GP-GC	A-2-4 (0) A-2-4 (0) A-2-4 (0) A-2-4 (0) A-2-4 (0)
2	2 COM TAYPITUNGA A 10+000 KM	C-1 C-2 C-3 C-4 C-5	GP GP-GM GP GP-GM GP	A-1-a (0) A-1-a (0) A-1-a (0) A-1-a (0) A-1-a (0
3	3 KM 33+050	C-1 C-2 C-3 C-4 C-5	ROCA	
4	4 CARRETERA ASFALTADA SICUANI DESCANSO KM 14+000	C-1 C-2 C-3 C-4 C-5	GP-GM GP-GM GP-GM GP-GM GP-GM	A-1-a (0) A-1-a (0) A-1-a (0) A-1-a (0) A-1-a (0)
5	5 SENCCA - CHECTUYOC	C-1 C-2 C-3 C-4 C-5	GP GP GP GP GP	A-2-6 (0) A-2-6 (0) A-2-6 (0) A-2-6 (0) A-2-6 (0)

6.3.2. PROPIEDADES DE CANTERAS

Cuadro 29: Cantera Km 17+020

ENSAYOS	CANTERA KM 17+020					
	Resultados	C1	C2	C3	C4	C5
Granulometría	Huso	GM	GC	GC	GC	GP-GC
Limite Liquido (%)	35 máx.	29.67	29.7	28.55	30.52	29.63
Índice Plástico (%)	2 min	6.70	8.42	7.53	8.11	8.82
Abrasión (%)	40 máx.		37.62	38.16	38.01	
Máxima Densidad (g/cm3)			2.082	2.055	2.070	
Contenido Optimo Humedad (%)			7.16	8.87	9.23	
CBR. (%)	40 mín.		57.10	52.90	48.60	

Cuadro 130: Cantera Taypitunga (a 10 Km)

ENSAYOS	CANTERA TAYPITUNGA (A 10 KM)					
	Resultados	C1	C2	C3	C4	C5
Granulometría	Huso	GP	GP-GM	GP-GM	GP-GM	GP
Limite Liquido (%)	35 máx.	NP	21.71	24.62	21.71	NP
Índice Plástico (%)	2 min	NP	2.02	2.18	2.02	NP
Abrasión (%)	40 máx.		21.23	22.09	21.05	
Máxima Densidad (g/cm3)			2.141	2.176	2.160	
Contenido Optimo Humedad (%)			6.97	6.93	9.10	
CBR. (%)			62.30	59.70	64.60	

Cuadro 31: Cantera Km 14+000

ENSAYOS	CANTERA KM 14+000					
	Resultados	C1	C2	C3	C4	C5
Granulometría	Huso	GP-GM	GP-GM	GP-GM	GP-GM	GP-GM
Limite Liquido (%)	35 máx.	23.32	24.59	21.56	25.70	23.71
Índice Plástico (%)	2 min	3.26	2.93	2.08	3.82	2.89
Abrasión (%)	40 máx.	31.89	30.01	30.13		
Máxima Densidad (g/cm3)		2.013	2.050	2.028		
Contenido Optimo Humedad (%)		8.84	9.18	8.79		
CBR. (%)	40 mín.	51.3	52.00	51.50		

- El presente estudio se ha desarrollado con la finalidad de investigar las características físico-mecánicas de los materiales que componen las canteras, con el propósito de establecer el uso de cada una de ellas, en las actividades de la Obra vial propuesto.
- De los resultados obtenidos se pueden establecer que, para la capa de Afirmado, se podrán emplear la cantera determinada

6.4. FUENTES DE AGUA

Se localizo las fuentes de agua que se usarán en la construcción de la vía, la misma que constituye la acumulación de afluentes aguas con pequeños riachuelos y ríos de quebradas de caudal permanente.

El agua a emplearse en la preparación del concreto no debe sobrepasar los valores máximos admisibles de sustancias, en conformidad al siguiente cuadro:

Cuadro 32: Fuentes de agua

PARÁMETRO	LIMITE	VALOR OBTENIDO
Cloruro	300 m	28.70 – 30.20
Sulfatos	300 ppm	80.40 – 93.90
Sales de magnesio	150 ppm	-
Sales S. T.	1500 ppm	355 - 386
pH	6.5<pH<8.5	6.85 – 6.72
Sólidos en suspensión	1500 ppm	-
Materia orgánica	10 ppm	1.69 – 1.97
Observaciones: APTAS PARA CONCRETO PORTLAND		

De acuerdo a los resultados de los análisis químicos de muestras de agua representativas de las fuentes, se ha llegado a la conclusión que éstas presentan características aceptables para elaborar concreto. Esto significa que son aptas para el desarrollo del proyecto en general.

Las características físicas de las fuentes de agua en general son similares a las que se muestrearon, y pueden ser usadas en la etapa de construcción, previa realización de análisis químicos en Laboratorio MC QUIMICALAB.

En el siguiente cuadro se muestran las fuentes de agua inspeccionadas:

Cuadro 33: Fuentes de agua inspeccionadas

UBICACIÓN PROGRESIVA KM.	CAUDAL APROXIMADO m3/seg	DISTANCIA DE ACCESO m	DESCRIPCIÓN	USOS
Km 03+030		50	LAGUNA	SBG, BG, MCCP
KM 18+220		50	LAGUNA	SBG, BG, MCCP
Km 21+564	10	20	RIO PAYAQCHUMA	SBG, BG, MCCP
KM 23+855	10	20	RIO URINSAYA	SBG, BG, MCCP
KM 25+660	0.1	20	RIACHUELO	SBG, BG, MCCP
KUNTURKANKI	0.2	20	RIACHUELO	SBG, BG, MCCP

6.4.1. Fuente de agua Km 03+030

Cuadro 34: Fuentes de Agua: Progresiva Km. 03+030

FUENTES DE AGUA: Progresiva Km. 03+030	
Ubicación	Km. 03+030
Acceso	50 m
Descripción	Laguna de Langui, proveniente de la acumulación de las aguas superficiales y subterráneas, llegando a la zona de trabajo en época de estiaje en forma clara.
Caudal estimado	Laguna
Explotación	Directa
Antecedentes de explotación	Es una fuente que es utilizada mayormente en riegos,
Periodo de Explotación	Todo el año
Usos	Agua para Concreto, Sub Base Granular, Base Granular
Procedimiento	Extracción de agua con Motobomba, previa construcción de una poza de almacenaje.
Equipos	Motobomba y Cisterna.

6.4.2. Fuente de Agua Km 18+220

Cuadro 35: Fuentes de Agua: Progresiva Km. 18+220

FUENTES DE AGUA: Progresiva Km. 18+220	
Ubicación	Km. 18+220
Acceso	20 m
Descripción	Laguna de Langui, proveniente de la acumulación de las aguas superficiales y subterráneas, llegando a la zona de trabajo en época de estiaje en forma clara.
Caudal estimado	Laguna
Explotación	Directa
Antecedentes de explotación	Es una fuente que es utilizada mayormente en riegos,
Periodo de Explotación	Todo el año
Usos	Agua para Concreto, Sub Base Granular, Base Granular
Procedimiento	Extracción de agua con Motobomba, previa construcción de una poza de almacenaje.
Equipos	Motobomba y Cisterna.

6.4.3. Fuente de Agua Rio Payaqchuma Km 21+564

Cuadro 36: Fuentes de Agua: Rio Payaqchuma Km 21+564

FUENTES DE AGUA: RIO PAYAQCHUMA Km 21+564	
Ubicación	RIO PAYAQCHUMA Km 21+564
Acceso	Directo
Descripción	Rio proveniente de la acumulación de las aguas superficiales y subterráneas, llegando a la zona de trabajo en época de estiaje en forma clara.
Caudal estimado	10 m3/seg
Explotación	Directa
Antecedentes de explotación	Es una fuente que es utilizada mayormente en riegos,
Periodo de Explotación	Todo el año
Usos	Agua para Concreto, Sub Base Granular, Base Granular
Procedimiento	Extracción de agua con Motobomba, previa construcción de una poza de almacenaje.
Equipos	Motobomba y Cisterna.

6.4.4. Fuente de Agua Rio Urinsaya Km 23+855

Cuadro 37: Fuentes de Agua: Rio Urinsaya Km 23+855

FUENTES DE AGUA: RIO URINSAYA KM 23+855	
Ubicación	RIO URINSAYA KM 23+855
Acceso	Directo
Descripción	Riachuelo, proveniente de la acumulación de las aguas superficiales y subterráneas, llegando a la zona de trabajo en época de estiaje en forma clara.
Caudal estimado	10 m3/seg
Explotación	Directa
Antecedentes de explotación	Es una fuente que es utilizada mayormente en riegos,
Periodo de Explotación	Todo el año
Usos	Agua para Concreto, Sub Base Granular, Base Granular
Procedimiento	Extracción de agua con Motobomba, previa construcción de una poza de almacenaje.
Equipos	Motobomba y Cisterna.

6.4.5. Fuente de Agua Km 25+600

Cuadro 38: Fuentes de Agua: Progresiva Km. 25+600

FUENTES DE AGUA : Progresiva Km. 25+600	
Ubicación	Km. 25+600
Acceso	20 m
Descripción	Riachuelo, proveniente de la acumulación de las aguas superficiales y subterráneas, llegando a la zona de trabajo en época de estiaje en forma clara.
Caudal estimado	0.1 m3/seg
Explotación	Directa
Antecedentes de explotación	Es una fuente que es utilizada mayormente en riegos,
Periodo de Explotación	Todo el año
Usos	Agua para Concreto, Sub Base Granular, Base Granular
Procedimiento	Extracción de agua con Motobomba, previa construcción de una poza de almacenaje.
Equipos	Motobomba y Cisterna.

6.4.5.1. Fuente de Agua Kunturkanki

Cuadro 39: Fuentes de Agua: Kunturkanki

FUENTES DE AGUA : KUNTURKANKI	
Ubicación	Km. KUNTURKANKI
Acceso	20 m
Descripción	Riachuelo, proveniente de la acumulación de las aguas superficiales y subterráneas, llegando a la zona de trabajo en época de estiaje en forma clara.
Caudal estimado	0.1 m3/seg
Explotación	Directa
Antecedentes de explotación	Es una fuente que es utilizada mayormente en riegos,
Periodo de Explotación	Todo el año
Usos	Agua para Concreto, Sub Base Granular, Base Granular
Procedimiento	Extracción de agua con Motobomba, previa construcción de una poza de almacenaje.
Equipos	Motobomba y Cisterna.

6.5. TIPO DE MATERIALES

A lo largo del recorrido de la carretera se han encontrado materiales de diferente composición geológica los cuales se han clasificado en cuatro tipos de acuerdo a como se encuentran in situ basado en el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2013

Cuadro 40 : Tipo de material a lo largo de la carretera

PROGRESIVA		GEOLOGIA	TIPO MATERIAL
0+000	3+900	Depósitos fluvio glaciares, clastos subangulosas de 10 cm, con matriz limo arcillosa.	Material suelto
0+090			
0+305			
0+535			
0+650			
1+065			
1+400			
2+260			
2+660	2+720		
2+770			
3+210			
3+900	5+000	Depósitos aluviales, gravas subredondeadas con arenas en matriz areno limosa.	
5+000	6+150	Depósitos lacustres, capas de arenas limos, arcillas y diatomitas impuras.	
5+200	5+340		
5+440	5+480		
5+850			
6+150	6+990	Depósitos aluviales, gravas subredondeadas con arenas en matriz areno limosa.	
6+715			
8+400		Depósitos aluviales, gravas subredondeadas con arenas en matriz areno limosa.	
6+990	9+160	Depósitos morrénicos, gravas subredondeados con matriz limoarenoso.	Material fijo
9+160	10+500	Depósitos aluviales, gravas subredondeadas con arenas en matriz areno limosa.	Material suelto
9+350			
10+080			
10+320	10+380		
10+500	11+340	Depósitos lacustres, capas de arenas limos, arcillas y diatomitas impuras.	
11+340	12+080	Depósitos aluviales, gravas subredondeadas con arenas en matriz areno limosa.	
12+080	13+100	Depósitos lacustres	
12+080	13+440	Depósitos lacustres, capas de arenas limos, arcillas y diatomitas impuras.	
12+080	12+500	Depósitos lacustres, capas de arenas limos, arcillas y diatomitas impuras.	
13+440	17+840	Depósitos aluviales, gravas subredondeadas con arenas en matriz areno limosa.	
15+300			
16+000			
17+070			
17+840	18+330	Formación Muñani, areniscas arcósicas con intercalación de conglomerados polimicticos.	Roca fija
17+950		Depósitos fluvio glaciares, clastos subangulosas de 10 cm, con matriz limo arcillosa.	Material suelto
18+330	21+230		
19+520			
21+230	21+950	Depósitos aluviales, gravas subredondeadas con arenas en matriz areno limosa.	
21+560			
21+950	23+750	Depósitos fluvio glaciares, clastos subangulosas de 10 cm, con matriz limo arcillosa.	
23+750	23+950	Depósitos aluviales, gravas subredondeadas con arenas en matriz areno limosa.	
23+850		Depósitos aluviales, gravas subredondeadas con arenas en matriz areno limosa.	
23+950	25+280	Depósitos fluvio glaciares, clastos subangulosas de 10 cm, con matriz limo arcillosa.	
25+280	25+620	Depósitos aluviales, gravas subredondeadas con arenas en matriz areno limosa.	
25+560	25+660	Depósitos morrénicos, bloques rocosos y gravas subredondeados con matriz limoarenoso.	Roca suelta
25+620	26+070	Depósitos morrénicos, bloques rocosos de la formación Muñani(areniscas y conglomerados) y gravas subredondeados con matriz limoarenoso.	
25+900	26+200	Depósitos aluviales, gravas subredondeadas con arenas en matriz areno limosa.	
26+070	26+380	Depósitos aluviales, gravas subredondeadas con arenas en matriz areno limosa.	Material suelto
26+350		Depósitos aluviales, gravas subredondeadas con arenas en matriz areno limosa.	
26+580		Depósitos fluvio glaciares, clastos subangulosas de 10 cm, con matriz limo arcillosa.	
26+380	27+150		
26+900	27+150		
27+150			
27+150	28+780	Depósitos lacustres, capas de arenas limos, arcillas y diatomitas impuras.	
28+000	29+150	Depósitos lacustres, capas de arenas limos, arcillas y diatomitas impuras.	
28+780	30+450	Depósitos fluvio glaciares, clastos subangulosas de 10 cm, con matriz limo arcillosa.	Roca fija
29+150	29+450	Depósitos aluviales, gravas subredondeadas con arenas en matriz areno limosa.	Roca suelta
30+270		Depósitos aluviales, gravas subredondeadas con arenas en matriz areno limosa.	Material suelto
30+450	31+950	Formación Auzangate, intercalación de areniscas arcósicas y limo arcillitas.	Roca suelta
30+700		Formación Auzangate, intercalación de areniscas arcósicas y limo arcillitas.	Roca suelta
31+585		Depósitos fluvio glaciares, clastos subangulosas de 10 cm, con matriz limo arcillosa.	Material suelto
31+950	38+150		
33+600	33+790		
35+140	35+370		
37+250			

37+290			
38+150	38+300	Depósitos morrénicos, bloques rocosos del grupo Puno (conglomerados y areniscas) y gravas	Roca suelta
		subredondeados con matriz limoarenoso.	
38+300	38+860	Depósitos fluvio glaciares, clastos subangulosas de 10 cm, con matriz limo arcillosa.	Material suelto
38+400			
38+640			
38+860	39+150	Depósitos morrénicos, bloques rocosos del grupo Puno (conglomerados y areniscas) y gravas subredondeados con matriz limoarenoso.	Roca suelta
40+000		Depósitos fluvio glaciares, clastos subangulosas de 10 cm, con matriz limo arcillosa.	Material suelto.
40+620			
40+794			
40+800	40+820		
39+150	41+419		

6.6. DESCRIPCIÓN DEL TRAZO ACTUAL

A continuación, se exponen los datos generales de la vía:

- Clasificador departamental : Ruta departamental CU-776
- Departamento : Cusco
- Provincia : Canas
- Distritos : Langui-Layo-Kunturkanki
- Kilómetro de inicio : 0+000 (Punto de Inicio)
- Kilómetro de fin de tramo : 41+314.34 (Punto Final)
- Longitud del tramo : 41.31 km

Foto 12: Inicio de la Carretera CU-1710 - Km 0+000 (Distrito de Langui)

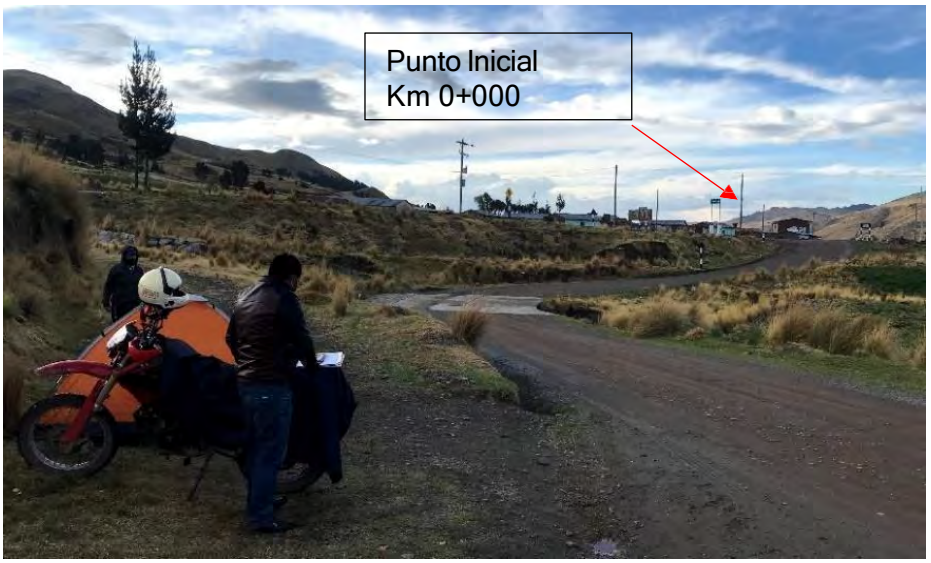


Foto 13: Fin del Tramo a intervenir Km 41+314.34 - Kunturkanki

La carretera CU-776 Langui – Layo - Kunturkanki se encuentra en regular a mal estado de conservación, predominando la existencia de una superficie afirmada en deterioro y además de presentar problemas de drenaje longitudinal como transversal, esto ha generado la presencia de baches, perdida del material de la superficie, ahuellamientos y erosión de la superficie de rodadura. De la evaluación de la vía se ha determinado que el estado de transitabilidad es de regular a malo.

El tramo de carretera presenta las siguientes características técnicas:

Velocidad Directriz : 30 km/h

Velocidad en curvas de volteo : menores de 15 km/h.

Trazo proyectado (Km 0+000 – Km 41+314.34)

Tipo de Superficie : Afirmado.

Número de Carriles : 01.

Ancho de Calzada : Varía entre (4.60 m y 6.00 m).

Bermas : 0.50 m.

Cunetas : Cunetas en forma de "V" en algunos tramos y en otros sin cuneta.

El tramo de carretera a intervenir comprendida entre el Km. 0+000.00 y el Km 41+314.34 se encuentra en condiciones desfavorables para la transitabilidad, con excepción de un pequeño tramo que pasa por el distrito de Layo que es de

pavimento rígido y que mide 0.20 Km y está entre las progresivas Km 19+462.70 y 19+631.35. La solución técnica para la condición actual de la vía según el Estudio de Factibilidad del presente proyecto, indica que se colocara una estructura de pavimento flexible a lo largo del tramo en estudio.

Foto 14: Inicio del tramo que está pavimentado Km 19+462.70 – Layo

Foto 15: Fin del tramo que está pavimentado Km 19+631.35 – Layo

6.7. PUNTOS CRÍTICOS

De la evaluación de la carretera se ha podido identificar diversos puntos críticos vinculados a inundaciones producidos debido a que la carretera se encuentra dentro del área de inundación de los ríos y quebradas. Dentro de los puntos críticos se identificaron los siguientes.

6.7.1. Punto Crítico 01

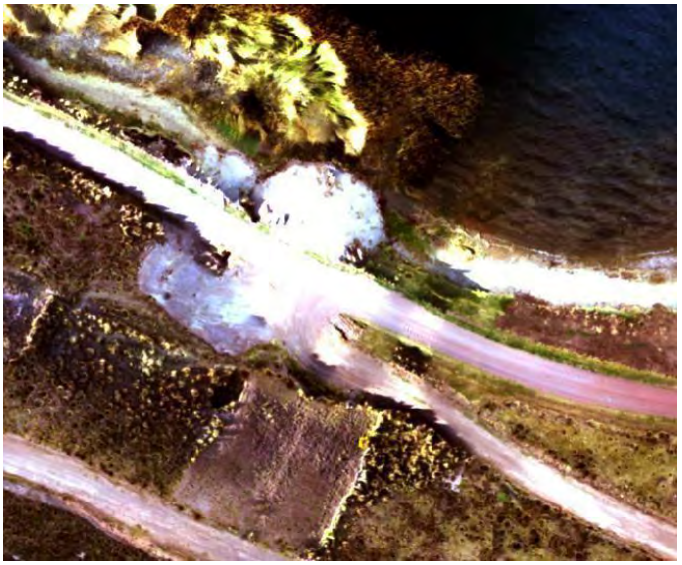
Tramo comprendido entre el Km 17+060. al Km 17+090, este tramo crítico se inunda debido al desborde del río en sus máximas avenidas. Además, que la alcantarilla ubicada no es la adecuada para el tramo, se recomienda realizar otra alcantarilla con las dimensiones óptimas.

Foto 16: Vista en planta de llegada a la alcantarilla, la misma que en épocas de precipitaciones intensas se inunda

6.7.2. Punto Crítico 02.

Tramo comprendido entre el Km 26+740.00 al Km 26+760.00, en este tramo crítico se acumula la nieve y el granizo ocasionando obstáculos en la vía.

Foto 17: En la vista se observa la acumulación de granizo entre las progresivas Km 26+740 al Km 26+760.



6.7.3. Punto Crítico 03.

Tramo comprendido entre el Km 30+480.00 al Km 32+020.00, este tramo crítico se inunda debido a que no existe el drenaje en todo este tramo de la vía y además existen tramos erosionados en los bordes de la vía.

Foto 18: En la vista se observa el agua en el Km 30.480.00

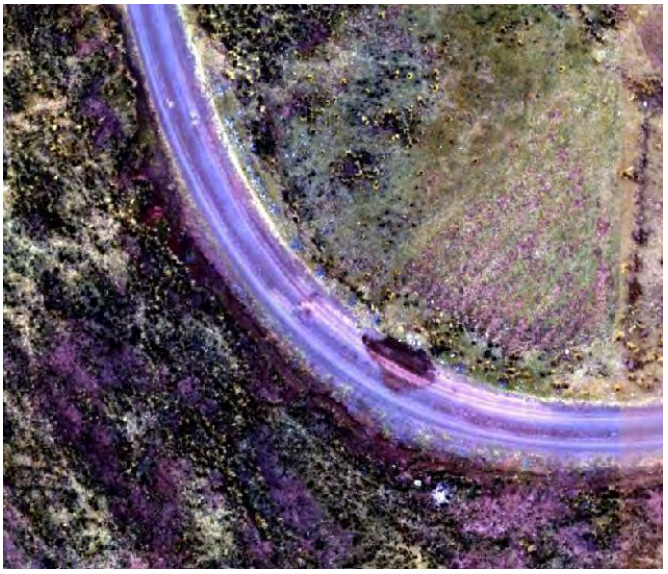
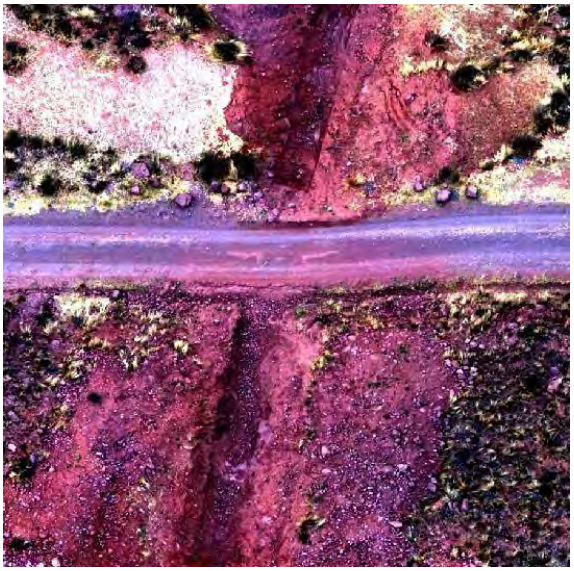


Foto 19: En la vista se observa la erosión en los bordes en el Km 32.020.00



6.7.4. Punto Crítico 04.

Tramo comprendido entre el Km 33+120.00 al Km 35+040.00, el cual es crítico porque contiene muchos baches y erosión en la vía.

Foto 20: En la vista se observa los baches y la erosión en el Km 33.125.00

Foto 21: En la vista se observa los baches y la erosión en el Km 35.030.00

6.7.5. Punto Crítico 05.

El puente se encuentra en la progresiva 3+218.60, en la desembocadura de la laguna de Langui – Layo, además del puente recientemente construido, se tienen obras de arte aun de la época colonial; es decir, desfogues – compuerta de dicha laguna de mampostería de piedra de arcos de medio punto.

Foto 22: En la vista se observa un puente de la época colonial en la progresiva 3+218.60

6.8. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO

A continuación, se detallan las características técnicas para el estudio según las Normas de diseño Geométrico DG-2018

6.8.1. CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA

El ministerio de Transportes y Comunicaciones por R.D. N° 03 - 2018 - MTC/14, aprobó el MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS DEL PERÚ (DG-2018), que establece una clasificación de las Carreteras del Perú, considerando los siguientes factores:

Cuadro 41: tabla de clasificación de carreteras del Perú (DG-2018)

Clasificación	Datos de la carretera	Parámetros
Según Demanda	Según estudio de tráfico: IMDA: 298 veh/día (actual) IMDA: 414 veh/día (proyección a 20 años)	3ra Clase (IMDA menores de 400 veh/día)
Según condiciones Orográficas	En el tramo 1: 0+000 y 25+750 la pendiente longitudinal es: 1.70% Pendiente transversal es: promedio de 12.75%	Tipo 2
	En el tramo 2: 25+750 y 33+850 la pendiente longitudinal es: 3.59% Pendiente transversal es: promedio de 33.93%	Tipo 2
	En el tramo 3: 33+850 y 41+451.25 la pendiente longitudinal es: 1.90% Pendiente transversal es: promedio de 6.82%	Tipo 2

En tramos puntuales se tiene pendientes transversales superior al 50%, en consecuencia, se tendrá condiciones orográficas de tipo 3.

Carreteras de Tercera Clase:

Son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3,00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta 2.50 m, contando con el sustento técnico correspondiente

Estas carreteras pueden funcionar con soluciones denominadas básica o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura. En caso de ser pavimentadas deberán cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras de segunda clase.

Terreno ondulado (tipo 2):

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6%, demandando un moderado movimiento de tierras, por lo que permite alineamientos rectos, alternados con curvas de radios amplios, sin mayores dificultades en el trazo.

Terreno accidentado (tipo 3):

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y 100% y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6% y 8%, por lo que se requiere importantes movimientos de tierras, razón por la cual presenta dificultades en el trazo.

6.8.2. VELOCIDAD DE DISEÑO

En el caso particular del manual destinado al diseño de carretera de bajo volumen del tránsito y, particularmente, la velocidad de diseño deberá ser bastante baja cuando se trate de sectores o tramos de orografía más accidentada. Se entiende que la velocidad directriz se ha realizado de acuerdo a velocidades de operación en el tramo de carretera, determinándose que la velocidad de diseño en toda la vía.

Como se sabe la velocidad directriz es la velocidad de diseño, es así que el consultor efectuó un análisis detallado sobre la velocidad de diseño o velocidad directriz para la carretera, incluyendo otras velocidades sin cambios bruscos.

Según el manual DG-2018, se establece que para la Carretera de Tercera clase velocidades que varían entre 40 km/h y 90 km/h para una orografía ondulado y para el tramo con orografía accidentado varían entre 30 km/h y 50 km/h, Para nuestro caso como se ha expuesto antes le corresponde una Velocidad Directriz de **30 km/h.**

Cuadro 42: Rangos de velocidad de diseño en función de la clasificación de carretera (DG-2018)

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Autopista de primera clase	Plano						■	■	■	■	■	■
	Ondulado	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Accidentado					■	■	■	■			
	Escarpado	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■
Autopista de segunda clase	Plano				■	■	■	■	■	■	■	
	Ondulado	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■
	Accidentado				■	■	■	■	■			
	Escarpado	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■
Carretera de primera clase	Plano				■	■	■	■	■			
	Ondulado	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■
	Accidentado			■	■	■	■					
	Escarpado	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■
Carretera de segunda clase	Plano				■	■	■	■	■			
	Ondulado	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Accidentado			■	■	■						
	Escarpado	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Carretera de tercera clase	Plano		■	■	■	■	■	■				
	Ondulado		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Accidentado	■	■	■								
	Escarpado	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Fuente: DG-2018, tabla 204.01

Cuadro 43: Puntos o sectores con velocidad directriz 30 km/h. Zonas críticas y zonas urbanas

KM inicio	KM final	ZONA	VELOCIDAD DIRECTRIZ (KM/H)
0+000	17+917.29	Distrito de Langui	30
17+917.29	18+416.61	Antes de llegar al distrito de Layo	30
18+416.61	25+829.22	Distrito de Layo	15
25+829.22	27+078.40	Antes de llegar al distrito de Kunturkanki	30
27+078.40	29+278.28	Antes de llegar a la zona más accidentada	30
29+278.28	32+166.82	Zona más accidentada distrito de Kunturkanki	15
32+166.82	41+451.25	Distrito de Kunturkanki	30

No obstante, debido a condiciones excepcionales de la carretera actual, se establecen zonas con velocidad directriz inferior a la del diseño debido a proximidad de zonas rurales y puntos singulares del trazado que impiden alcanzar la velocidad directriz del proyecto. Además, en las curvas de volteo se considera velocidades menores de 15 km/h.

6.8.3. VISIBILIDAD

Distancia de visibilidad es la longitud continua hacia adelante del camino, que es visible al conductor del vehículo. En diseño se consideran dos distancias, la de visibilidad suficiente para detener el vehículo adelante a otro que viaje a velocidad inferior en el mismo sentido.

6.8.3.1. Distancia de visibilidad de parada

Distancia de visibilidad de parada es la longitud mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad directriz, antes de que alcance un objeto que se encuentra en su trayectoria.

Para efecto de la determinación de la visibilidad de parada se considera obstáculo aquél de una altura ≥ a 0.15 m, con relación a los ojos de un conductor que está a 1.07 m sobre la rasante de circulación. Para el caso de la distancia de visibilidad de cruce, se aplicarán los mismos criterios que los de visibilidad de parada.

Cuadro 44: Distancia de visibilidad de parada – (Da) (DG-2018)

Tabla 205.01 -A
Distancia de visibilidad de parada con pendiente (metros)

Velocidad de diseño (km/h)	Pendiente nula o en bajada			Pendiente en subida		
	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	31	30	29
40	50	50	53	45	44	43
50	66	70	74	61	59	58
60	87	92	97	80	77	75
70	110	116	124	100	97	93
80	136	144	154	123	118	114
90	164	174	187	148	141	136
100	194	207	223	174	167	160
110	227	243	262	203	194	186
120	283	293	304	234	223	214
130	310	338	375	267	252	238

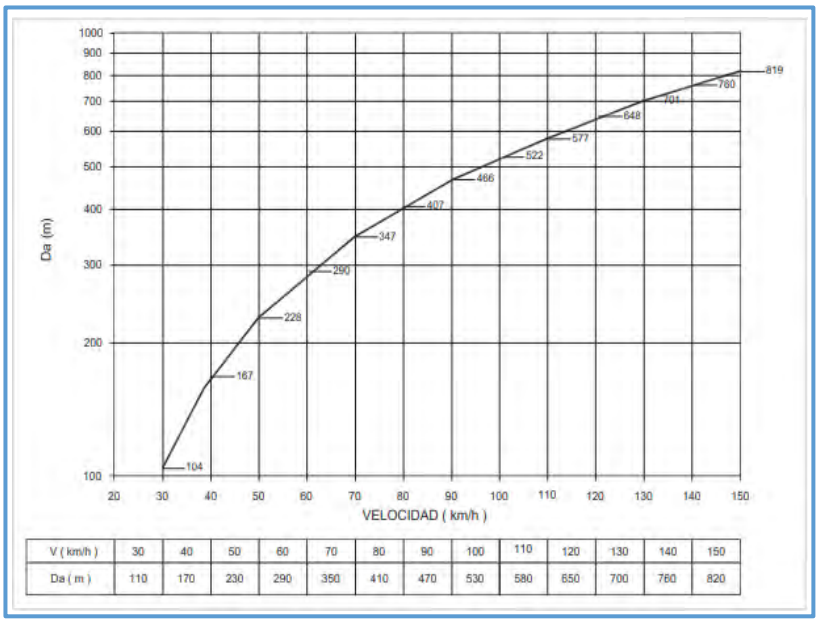
6.8.3.2. Distancia de visibilidad de paso

Es la mínima que debe estar disponible, a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que viaja a una velocidad menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso. Dichas condiciones

de comodidad y seguridad, se dan cuando la diferencia de velocidad entre los vehículos que se desplazan en el mismo sentido es de 15 km/h y el vehículo que viaja en sentido contrario transita a la velocidad de diseño.

Para efecto de la determinación de la distancia de visibilidad de adelantamiento, se considera que la altura del vehículo que viaja en sentido contrario es de 1.30 m y que la del ojo del conductor del vehículo que realiza la maniobra de adelantamiento es 1.07 m.

Figura 17: Distancia de visibilidad de paso – (Da) (DG-2018)



V (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
Da (m)	110	170	230	290	350	410	470	530	580	650	700	760	820

Fuente: DG-2018, Figura 205.03

6.9. ALINEAMIENTO HORIZONTAL

6.9.1. ANCHO DE LA CALZADA Y NÚMERO DE CARRILES

Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma. La calzada se divide en carriles, los que están destinados a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito.

El número de carriles es de dos (2) de acuerdo con las previsiones y composición del tráfico, acorde al IMDA de diseño, así como del nivel de servicio deseado. Los anchos de carril que se usen, serán de 3.30 m.

Cuadro 45: Anchos mínimos de calzada en tangente (DG-2018)

Tabla 304.01
Anchos mínimos de calzada en tangente

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
Tráfico vehículos/día	> 6,000				6,000 – 4,001				4,000-2.001				2,000-400				< 400			
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30km/h																			6.00	6.00
40 km/h																6.60	6.60	6.60	6.00	
50 km/h											7.20	7.20			6.60	6.60	6.60	6.60	6.00	
60 km/h					7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60		
70 km/h			7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60		6.60	6.60		
80 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			6.60	6.60		
90 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			7.20				6.60	6.60		
100 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20				7.20							
110 km/h	7.20	7,20			7.20															
120 km/h	7.20	7.20			7.20															
130 km/h	7.20																			

Notas:

a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4)

b) En carreteras de Tercera Clase, excepcionalmente podrán utilizarse calzadas de hasta 500 m, con el correspondiente sustento técnico y económico

Fuente: DG-2018, tabla 304.01

Como se desprende de la tabla anterior la presente vía se establecen como ancho mínimo de calzada 6.00 m, por criterio de proyectista se usará un ancho de calzada de **6.60 m** en dos carriles de **3.30m.**

6.9.2. Ancho de Bermas

En la Tabla 304.02, se establece el ancho de bermas en función a la clasificación de la vía, velocidad de diseño y orografía.

Al ser una carretera de Tercera clase y por las condiciones de topografía de la carreta se considera un ancho de berma de **0.50 m.**

Dado que la berma se asfaltará, será necesario añadir lateralmente a la misma para su adecuado confinamiento, una banda de mínimo 0.5 m de ancho sin pavimentar. A esta banda se le denomina sobreancho de compactación (s.a.c.) y puede permitir la localización de señalización y defensas.

Cuadro 46: Anchos bermas (DG-2018)

Tabla 304.02
Ancho de bermas

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
Tráfico vehículos/día	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			0.50	0.50
40 km/h																1.20	1.20	0.90	0.50	
50 km/h											2.60	2.60			1.20	1.20	1.20	0.90	0.90	
60 km/h					3.00	3.00	2.60	2.60	3.00	3.00	2.60	2.60	2.00	2.00	1.20	1.20	1.20	1.20		
70 km/h			3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	1.20		1.20	1.20		
80 km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00		2.00	2.00			1.20	1.20		
90 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00	3.00			2.00				1.20	1.20		
100 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00				2.00							
110 km/h	3.00	3.00			3.00															
120 km/h	3.00	3.00			3.00															
130 km/h	3.00																			

Notas:

a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4)

b) Los anchos indicados en la tabla son para la berma lateral derecha, para la berma lateral izquierda es de 1,50 m para Autopistas de Primera Clase y 1.20 m para Autopistas de Segunda Clase

c) Para carreteras de Primera, Segunda y Tercera Clase, en casos excepcionales y con la debida justificación técnica, la Entidad Contratante podrá aprobar anchos de berma menores a los establecidos en la presente tabla, en tales casos, se preverá áreas de ensanche de la plataforma a cada lado de la carretera, destinadas al estacionamiento de vehículos en caso de emergencias, de acuerdo a lo previsto en el **Tópico 304.12**, debiendo reportar al órgano normativo del MTC.

Fuente: DG-2018, tabla 304.02

6.9.3. Bombeo

Para tramos tangentes de acuerdo a la norma DG-2018 (tabla 304.3), dependiendo de la precipitación pluvial de la zona (<500 mm/año) y del tipo de superficie de rodadura, se expone el siguiente cuadro:

Cuadro 47: valores del bombeo de la calzada (DG-2018)

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2.0	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.5	3.0-4.0

Fuente: DG-2018, tabla 304.03

Según se desprende del estudio de hidrología y de acuerdo al tipo de pavimento de asfalto que se establece en el perfil y en los términos de referencia se podría adoptar un bombeo de 2.0% mínimo de inclinación de los carriles en tramos tangentes.

Pero se presenta el siguiente caso particular:

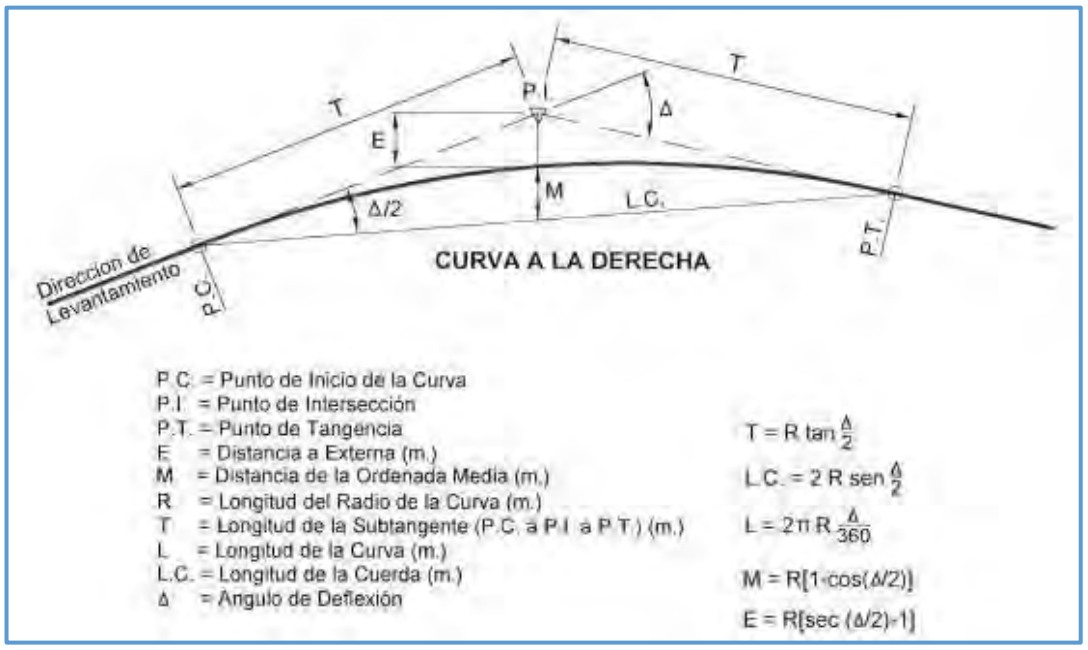
- Si el bombeo es de 2.5 % excepcionalmente se podría adoptar pendientes longitudinales iguales a cero.

En conclusión, por el caso se particular se adoptará un bombeo de **2.5%.**

6.9.4. Radio mínimo (R mín.) en curvas horizontales

Los radios mínimos de curvatura horizontal son los menores radios que pueden recorrerse con la velocidad de diseño y la tasa máxima de peralte, en condiciones aceptables de seguridad y comodidad, para cuyo cálculo, se usa la fórmula del Manual de Carreteras “Diseño Geométrico (DG-2018)”:

Figura 18: Simbología de la curva circular



Fuente: DG-2018, Figura 302.01

$$R_{min} = \frac{V^2}{127(Pmáx + fmáx)}$$

Donde:

Rmín : Radio Mínimo.

V : Velocidad de Diseño.

Pmáx : Peralte máximo asociado a V (en tanto por uno).

$f$máx : Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V.

De aplicar la fórmula con:

- V= 30km/h Pmáx 12% y Fv 0.17 el radio mínimo es de 25m para una orografía plano u ondulado.

Como se puede ver en la tabla siguiente que establece la norma para un tipo de terreno plano u ondulado.

Cuadro 48: Radios mínimos y peraltes máximos – plano u ondulada (DG-2018)

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	Þ máx. (%)	ƒ máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área rural (plano u ondulada)	30	8.00	0.17	28.3	30
	40	8.00	0.17	50.4	50
	50	8.00	0.16	82.0	85
	60	8.00	0.15	123.2	125
	70	8.00	0.14	175.4	175
	80	8.00	0.14	229.1	230
	90	8.00	0.13	303.7	305
	100	8.00	0.12	393.7	395
	110	8.00	0.11	501.5	500
	120	8.00	0.09	667.0	670
	130	8.00	0.08	831.7	835
Área rural (accidentada o escarpada)	30	12.00	0.17	24.4	25
	40	12.00	0.17	43.4	45
	50	12.00	0.16	70.3	70
	60	12.00	0.15	105.0	105
	70	12.00	0.14	148.4	150
	80	12.00	0.14	193.8	195
	90	12.00	0.13	255.1	255
	100	12.00	0.12	328.1	330
	110	12.00	0.11	414.2	415
	120	12.00	0.09	539.9	540
	130	12.00	0.08	665.4	665

Fuente: DG-2018, tabla 302.02

Para los casos donde se ha considerado en zonas críticas puntuales antes descritas, se ha considerado velocidad de diseño 30 km/h, por lo que se el radio mínimo considerado en esas zonas especiales en el trazado, se ha adoptado un radio mínimo de 25 m en curvas con transición de acuerdo con la tabla anterior.

En el caso de las longitudes mínimas de curvas, la normativa DG-2018 establece unos criterios mínimos en función de la categoría de carretera y del ángulo de deflexión Δ

En el caso de ángulos de deflexión Δ pequeños, iguales o inferiores a 5º, los radios deberán ser suficientemente grandes para proporcionar longitud de curva mínima L obtenida con la fórmula siguiente:

$$L > 30(10 - \Delta), \Delta < 5°$$

En nuestro caso, al tratarse de carretera de tercera clase, con ángulos de deflexión inferiores a 5º, la longitud mínima de curva (L) será:

Cuadro 49: Longitud mínima de curva (L)

Carretera red nacional	L (m)
Autopistas	6 V
Carreteras de dos carriles	3 V

V = Velocidad de diseño (km/h)

Fuente: DG-2018, inciso 302.02

Para la velocidad directriz de 30 km/h, esta longitud mínima de curva se adopta a **90m** para curvas con ángulos de deflexión inferior a 5º.

6.9.5. Tramos en tangente

Las longitudes mínimas admisibles y máximas deseables de los tramos en tangente, en función a la velocidad de diseño, serán las indicadas en la tabla 302.01 de la DG-2018:

Cuadro 50: Longitudes de tramos en tangente

V (km/h)	L mín.s (m)	L mín.o (m)	L máx (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

Fuente: DG-2018, tabla 302.01

Donde:

$L_{min.s}$: es la longitud mínima (m) para trazados en "S", es decir, alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura de sentido contrario.

$L_{min.o}$: es la longitud mínima (m) para el resto de casos, es decir, alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura del mismo sentido.

$L_{máx}$: Longitud máxima deseable (m).

V: Velocidad de diseño (km/h).

En nuestro caso, al considerar una velocidad de diseño de 30 km/h, se han adoptado los valores correspondientes de longitudes máximas y mínimas de tangente entre curvas de la misma tabla 302.01 de la DG-2018.

Para todo tipo de carretera, cuando se enlacen curvas circulares consecutivas sin tangente intermedia, así como mediante tangente de longitud menor o igual a 200 m, la relación de radios de las curvas circulares no sobrepasará los valores obtenidos a partir de la tabla 302.08 de la DG-2018, para el grupo 2 de carreteras de Segunda y Tercera Clase. En esta tabla se encuentran la relación entre radios consecutivos teniendo en consideración el radio de entrada y el radio de salida establecido entre un rango máximo y mínimo.

Cuadro 51: Relación entre radios consecutivos

Radio Entrada (m)	Radio Salida (m)		Radio Entrada (m)	Radio Salida (m)	
	Máximo	Mínimo		Máximo	Mínimo
40	60	50	360	> 670	212
50	75	50	370	> 670	216
60	90	50	380	> 670	220
70	105	50	390	> 670	223
80	120	53	400	> 670	227
90	135	60	410	> 670	231
100	151	67	420	> 670	234
110	166	73	430	> 670	238
120	182	80	440	> 670	241
130	198	87	450	> 670	244
140	215	93	460	> 670	247
150	232	100	470	> 670	250
160	250	106	480	> 670	253
170	269	112	490	> 670	256
180	289	119	500	> 670	259
190	309	125	510	> 670	262
200	332	131	520	> 670	265
210	355	137	530	> 670	267
220	381	143	540	> 670	270
230	408	149	550	> 670	273
240	437	154	560	> 670	275
250	469	160	570	> 670	278
260	503	165	580	> 670	280
270	540	171	590	> 670	282
280	580	176	600	> 670	285
290	623	181	610	> 670	287
300	670	186	620	> 670	289
310	> 670	190	640	> 670	294
320	> 670	195	660	> 670	298
330	> 670	199	680	> 670	302
340	> 670	204	700	> 670	306
350	> 670	208		> 670	

6.10. PARÁMETROS ADOPTADOS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO

Las dimensiones para las secciones típicas consideradas para este proyecto, según las características técnicas del Diseño geométrico según las normas DG-2018 son:

DESCRIPCIÓN	PARAMETROS
Clasificación de la vía	Tercera Clase
Velocidad Directriz	30 km/h
Velocidad directriz (zona crítica)	15 km/h
Radio mínimo	R min = 55 m
Radio mínimo (zona crítica)	R min = 15 m
Ancho de calzada	a = 6.60 m
Ancho de berma	b = 0.50 m
Ancho de berma (zona crítica)	b = 0.50 m
Peralte máximo	P máx. = 10 %
Pendiente Máxima	8%
Bombeo de calzada	B = 2.50 %
Sobreancho	s/a según normas
Sobreancho de compactación	s.a.c. = 0.5m

CAPITULO VII

GEODINAMICA

7.1. GENERALIDADES

Relacionada con la actividad sísmica, como temblores y terremotos ocurridos en el territorio.

7.2. GEODINAMICA INTERNA

7.2.1. ZONIFICACIÓN

7.2.2. SISMICIDAD

La amenaza de terremotos en nuestro territorio, lo somete a un factor externo que es el "riesgo sísmico", por lo que los daños consecuentes estarán en relación directa con la magnitud del evento (peligro natural de origen sismológico) y a la capacidad de respuesta de las estructuras (infraestructura o edificaciones en general) a los diferentes valores de aceleración a las que están sometidas cuando ocurre un sismo. El mayor conocimiento de los eventos sísmicos, permitirá planificar obras que con éxito, enfrenten las consecuencias sísmicas. Es oportuno precisar que las condiciones geológicas-geodinámicas locales juegan un papel importante para atenuar o incrementar las aceleraciones sísmicas y en consecuencia los efectos sobre las obras.

7.2.3. SISMOTECTONICA

El Perú está ubicado sobre el borde occidental costero de Sudamérica, entre Ecuador y Chile, ocupando un área de subducción activa de corteza oceánica bajo la margen continental (placa de Nazca bajo la placa Sudamericana). En esta zona tiene lugar un cambio importante desde los "Andes Centrales" (Perú), con litósfera continental en la costa, hacia los "Andes Norteños" (Ecuador), con una densa, aislada e inactiva corteza oceánica debajo de la región costera. Este cambio aparentemente ocurre en una falla transformacional o sutura, actualmente inactiva y oculta con rumbo NNE, que separa la corteza continental de la corteza oceánica.

La placa de Nazca subduce bajo la placa Sudamericana frente al Perú a razón de 9 cm/año en promedio aproximadamente. En esta zona de subducción, se generan sismos a diferentes profundidades y alcanzan un valor máximo de 700 Km La interacción de la placa de Nazca y la placa Sudamericana ha originado la Formación de la Cordillera Andina, la Fosa Perú-Chile y los Sistemas de Fallas, a través de un proceso orogénico evolutivo de diferentes etapas.

La placa sudamericana crece de la cadena Meso - occidental del Atlántico, avanzando hacia el noroeste con una velocidad de 2 a 3 cm, por año y se encuentra con la placa de Nazca en su extremo Occidental, constituido por la costa sudamericana del Pacifico.

La placa de Nazca crece de la cadena Meso - Oceánica del Pacifico Oriental y avanza hacia el este a una velocidad de 5 a 10 cm por año, subyaciendo a la placa sudamericana con una velocidad de convergencia de 7 a 10 cm por año (Berrocal, 1975).

7.2.4. PRINCIPALES RASGOS TECTONICOS

Los principales rasgos tectónicos de la región occidental de Sudamérica, como son la Cordillera de los Andes y la Fosa Oceánica Perú-Chile, están relacionados con la alta actividad sísmica y otros fenómenos telúricos de la región, como una consecuencia de la interacción de dos placas convergentes cuya resultante más saltante precisamente es el proceso orogénico contemporáneo constituido por los Andes. La teoría que postula esta relación es la Tectónica de Placas o Tectónica Global (Isacks et al, 1968).

La idea básica de esta teoría es que la envoltura más superficial de la tierra sólida,

llamada Litósfera (100 Km.), está dividida en varias placas rígidas que crecen a lo largo de estrechas cadenas meso-oceánicas casi lineales; dichas placas son transportadas en otra envoltura menos rígida, la Astenósfera, y son comprimidas o destruidas en los límites compresionales de interacción, donde la corteza terrestre es comprimida en cadenas montañosas o donde existen fosas marinas (Berrocal et al, 1975). Los rasgos tectónicos superficiales más importantes en el área de estudio son:

- La Fosa Oceánica Perú-Chile.
- La Dorsal de Nazca.
- La porción hundida de la costa norte de la Península de Paracas, asociada con un zócalo continental más ancho.
- La Cadena de los Andes.
- Las unidades de deformación y sus intrusiones magmáticas asociadas.
- Sistemas regionales de fallas normales e inversas y de sobre escurrimientos.

7.2.4.1. Caracterización de sismo fuentes

La distribución espacial de la actividad sísmica y las características neotectónicas en el Perú, han permitido definir 20 fuentes sismogénicas con características sismo tectónico particulares. Se presentan estas fuentes como áreas, ya que no existen suficientes datos como para modelar las fallas como fuentes lineales. El hecho que la actividad sísmica en el Perú es el resultado de la interacción de las placas Sudamericana y de Nazca y el proceso de reajuste tectónico del Aparato Andino, nos permite agrupar a las fuentes en: Fuentes de Subducción y Fuentes Continentales. Las Fuentes de Subducción modelan la interacción de las placas Sudamericana y de Nazca.

Las Fuentes 1, 2, 3, 4 y 5 están ubicadas a lo largo de la costa y representan la sismicidad superficial en la zona de Benioff (0-70 Km.). Las Fuentes 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 19 representan la sismicidad intermedia (71 a 300 Km.). La Fuente 20 representa la sismicidad profunda en la superficie de Benioff (500 a 700 Km.). Las Fuentes Continentales 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12 están relacionadas con la actividad sísmica superficial andina. Las fuentes ubicadas en la zona Norte, frontera con el Ecuador y en el Sur, frontera con Chile, fueron definidas considerando las fuentes propuestas por Bonilla y Ruiz (1992) y Aiquel (1990), respectivamente.

Para nuestro análisis de peligro sísmicos se ha tenido en cuenta las principales fuentes continentales como F3, F4, F5, F8, F9 y F12, cuyos datos se ha ingresado al programa RISK para su respectivo análisis y el área de estudio, igualmente se ha realizado con las fuentes de Subducción considerando todas las fuentes existentes en toda la región del Perú como son: F13, F14, F15, F16, F17, F18, F19, y F20, en la las figuras se tienen las fuentes mencionadas.

Imagen 7: Fuentes Continentales

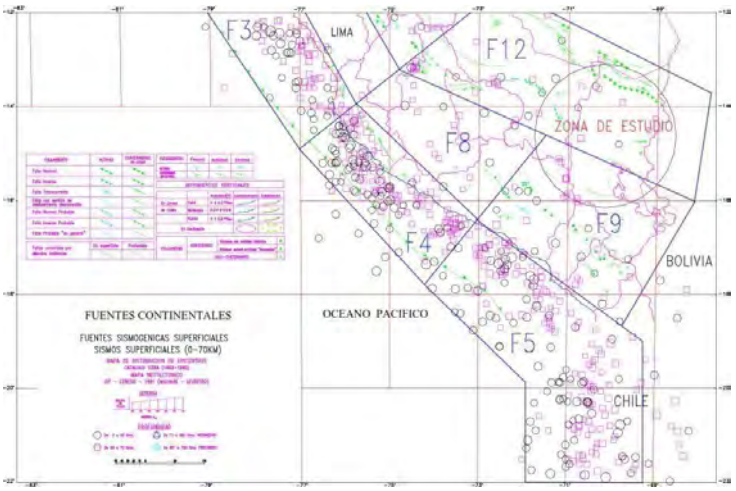
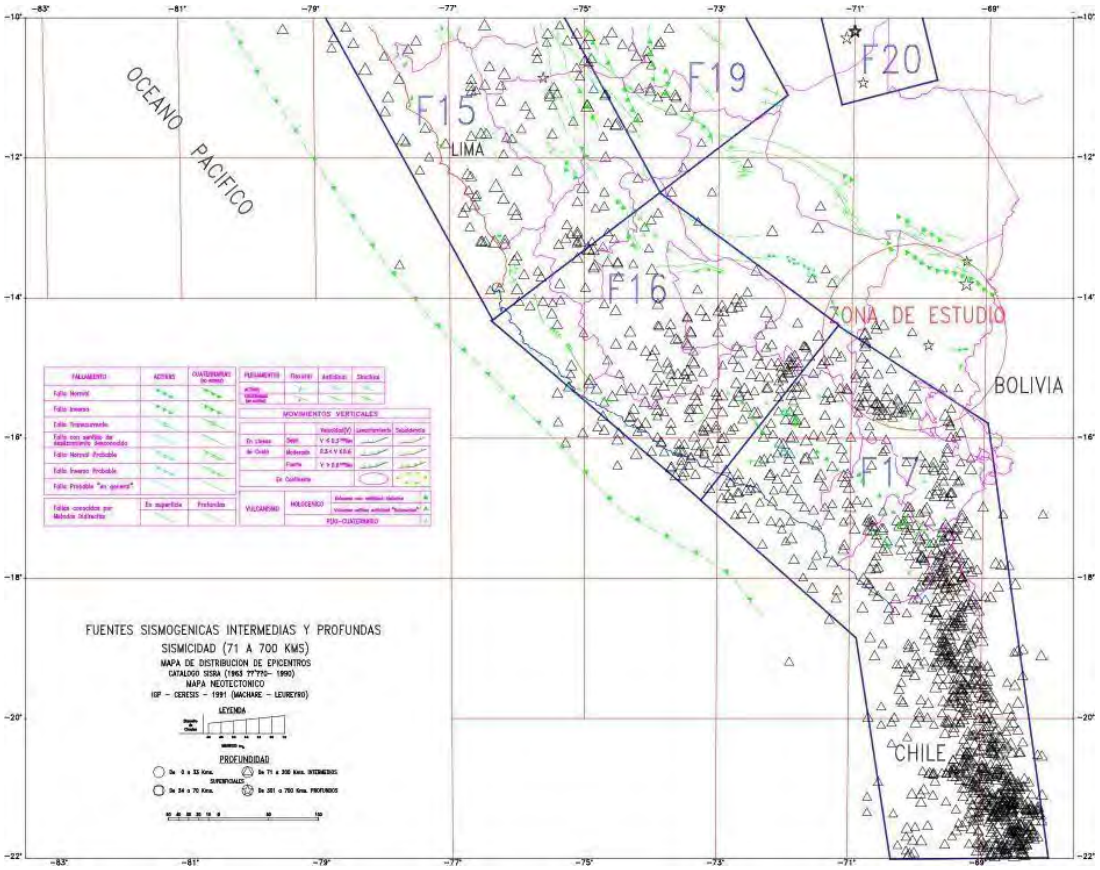


Imagen 8: Fuentes de Subducción



7.2.4.2. Ecuación de atenuación

Se utilizaron dos leyes de atenuación de aceleraciones, la primera es la propuesta por Casaverde y Vargas (1980) y ha sido empleada para las fuentes asociadas al mecanismo de subducción. Esta ley está basada en los registros de acelerógrafos de las componentes horizontales de diez sismos peruanos registrados en Lima y alrededores. La segunda ley de atenuación de aceleraciones utilizada es la propuesta por McGuire (1974) para la Costa Oeste de los Estados Unidos y ha sido empleada para las fuentes asociadas a sismos continentales.

7.2.4.3. Análisis de amenaza sísmica

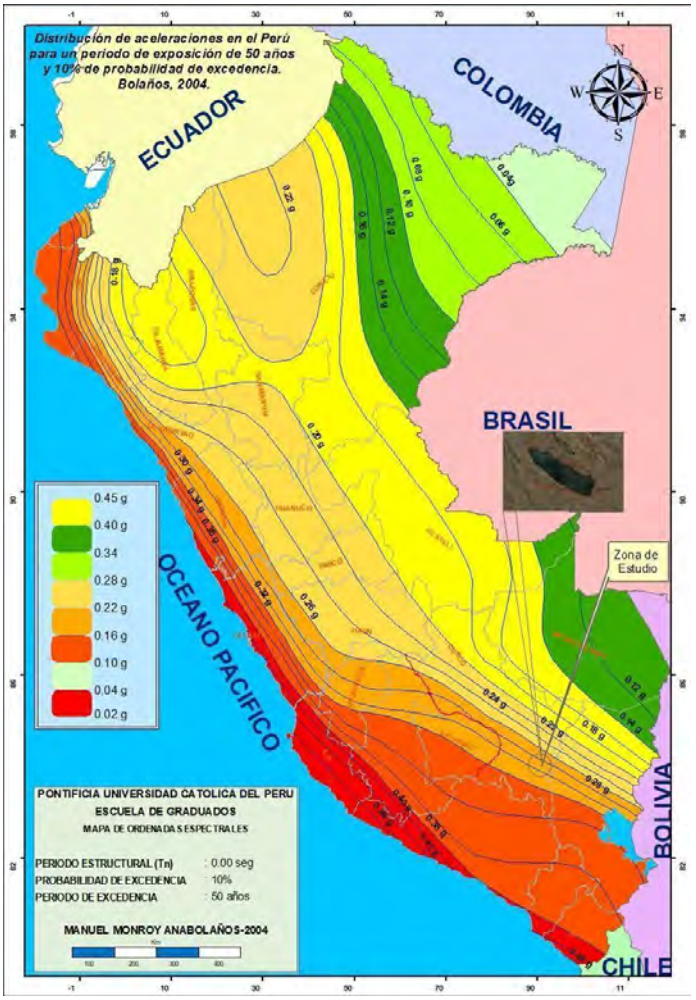
El peligro sísmico se define por la probabilidad que en un lugar determinado ocurra un movimiento sísmico de una intensidad igual o mayor que un valor fijado. En general, se hace extensivo el término intensidad a cualquier otra característica de un sismo, tal como su magnitud, la aceleración máxima, el valor espectral de la velocidad, el valor espectral del desplazamiento del suelo, el valor medio de la intensidad Mercalli Modificada u otro parámetro. La ocurrencia de un evento sísmico es de carácter aleatorio y la Teoría de las Probabilidades es aplicable en el análisis del riesgo de su ocurrencia.

En el siguiente cuadro se muestran valores representativos de criterios empleados en la selección de movimientos sísmicos de diseño (Grases, 1989). La selección de los movimientos sísmicos depende del tipo de obra.

En el presente estudio se considera para 50 y 100 años de vida útil que corresponden a 475 y 950 años de período de retorno respectivamente, es decir el 10% de nivel de excedencia. Para periodo de retorno de 475 años está contemplado para diseño de taludes y muros, y para 950 años de periodo de retorno está contemplado para diseño de puentes y viaductos

En la Figura se tiene mapas de Isoaceleraciones máximas para obras de vida útil de 50 y 100 años, dichos análisis se han realizado por años 1993 (J. Alva – J. Castillo), lo cual confiere que dichos valores están en el rango de nuestro análisis, algunos ingenieros especialistas todavía toman dichos valores como referencia y es todavía aceptable para dichos análisis.

Imagen 9: Distribución de Isoaceleraciones para un 10% de Excedencia en 50 años



Fuente: Jorge Alva, Jorge Castillo (1993)

En nuestro caso se ha corrido con el programa RISK para puntos muy locales, ya que permitirá escoger el valor adecuado para el análisis de la estructura a construir.

En el siguiente cuadro se tiene los valores representativos de movimientos sísmicos de diseño (Grases, 1989)

Cuadro 52: Tipo de Obras y Vida Útil y el Periodo de Retorno

Tipo de Obra	Vida Útil (años)	Probabilidad de Excedencia	Tiempo de Retorno (años)
Instalaciones esenciales con capacidad muy limitada para resistir deformaciones inelásticas y peligro de contaminación (contenedores de reactores nucleares)	50 a 100	0.01	+5,000
Equipos de S/E eléctricas de alto voltaje	50	0.03	1,600
Puentes o viaductos de arterias principales	100	0.10	950
Tanques de almacenamiento de combustible	30	0.05	590
Edificaciones para vivienda	50	0.10 – 0.20	225 – 500
Construcciones temporales que no amenacen obras de importancia mayor	15	0.30	40

7.2.5. PARAMETROS SISMICOS

En las provincias de Canas que es la zona de estudio Langui, Layo y Kunturkanki se encuentra geográficamente en una zona de sismicidad baja.

Según el reglamento Nacional de Edificaciones, con fines de diseño estructural, se considera en forma general los siguientes parámetros sísmicos de diseño para suelos en la zona de estudio:

Nota: De acuerdo con esta escala, un sismo tiene un único valor, que va desde el grado 1 hasta el 9: Menos de 3,5: apenas se aprecia el movimiento, pero queda registrada.

3,5 - 5,4 : Casi siempre se siente, pero solo causa daños menores.

5,5-6.0 : Deja Pequeños daños en edificios.

6,1-6,9 : Puede ocasionar gran destrucción en áreas muy pobladas

7,0-7,9 : Causa severos daños y destrucción

8 o mayor : destrucción total.

Imagen 10: Mapa de Zonificación del Perú, según el Reglamento nacional de Edificaciones - 2019

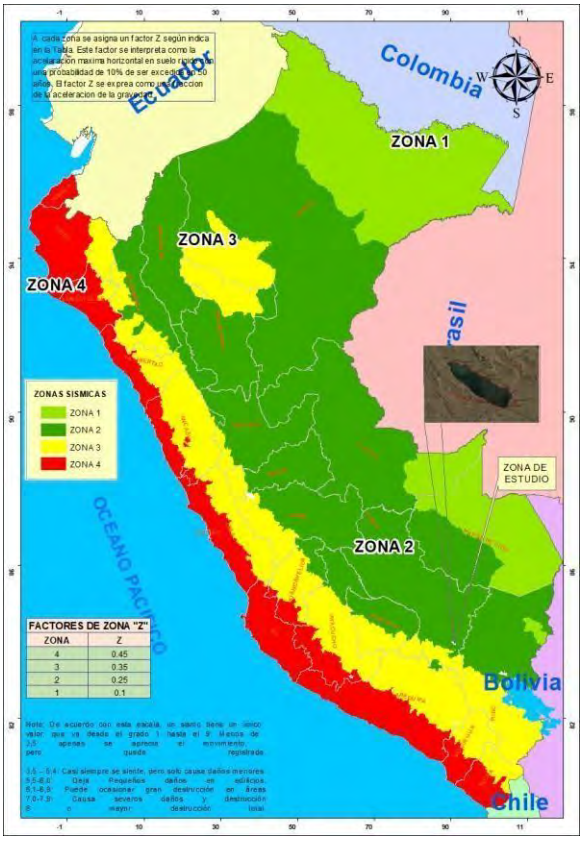
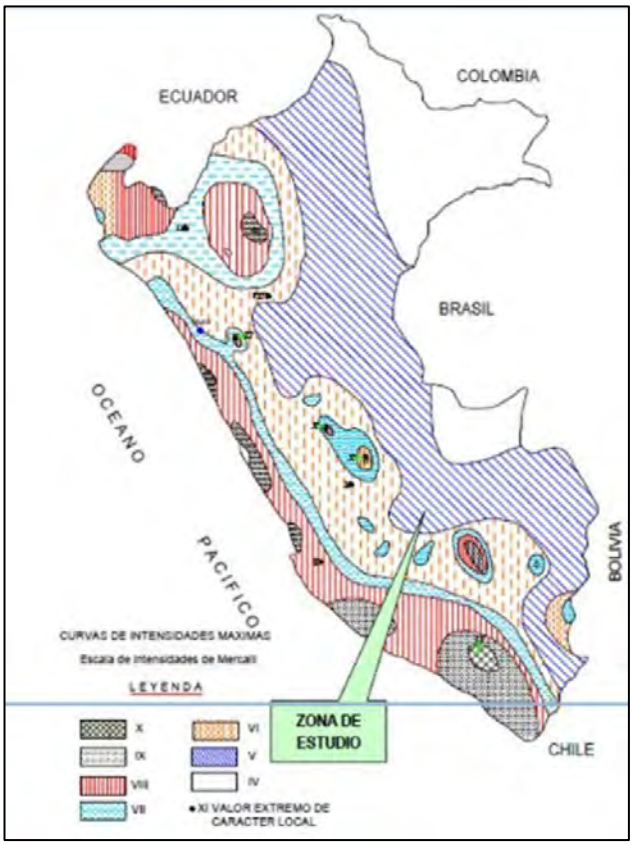


Imagen 11: Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas (Alva 1984)



PARAMETRO DE DISEÑO	MAGNITUD	DESCRIPCION
Zona	2	Mapa de Zonificación Sísmica
Factor de Zona (Z)	0.25	Tabla Nº1(Factor Zona "Z")
Tipo de Suelo	Tipo S2	Suelos Intermedios
Factor de Suelo (S)	1.2	Tabla Nº3 (Factor suelo "S")
Parámetros del suelo	Tp=0.6	Tabla Nº4(Periodos)

7.3. GEODINÁMICA EXTERNA

Las geoformas que se presentan en la zona del proyecto tienen como principal agente erosivo el agua de lluvia y escorrentía. A lo largo del tramo de carretera en particular, flujo de detritos, los mismos que son favorecidos por el tipo de material, la pendiente y las precipitaciones pluviales.

7.3.1. MOVIMIENTOS EN MASA

Actualmente existen varias formas de clasificar los MM, diferentes conceptos y metodologías aún no han sido unificados por sus autores. El presente estudio, orientado dentro de la etapa prospectiva en la gestión de riesgos de desastres, toma como base la publicación "Movimientos en masa de la región andina" desarrollada el año 2007 por el por el grupo de trabajo de estándares para movimientos en masa (GEMMA) para el proyecto multinacional andino "Geociencias para las comunidades andinas", donde se uniformizan, sistematizan y caracterizan, de acuerdo a sus particularidades, distintos tipos de movimientos a partir de experiencias propias a cada región de los andes; esta metodología también es utilizada por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), institución gubernamental especializada en este tipo de estudios y aceptada por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENEPRED).

7.3.1.1. Tipos de movimientos en masa

En esta parte se presentan definiciones para las siguientes clases de movimientos en masa: caídas, vuelcos, deslizamientos, flujos, propagaciones laterales, reptaciones. Para cada tipo de movimiento en masa se describe el rango de velocidades, parámetro importante ya que ésta se relaciona con la intensidad de aquellos y la amenaza que pueden significar. Se menciona la relación del intervalo de velocidades típicas con la escala de velocidades propuesta por Cruden y Varnes (1996).

Cuadro 53: Tipos de movimientos en masa

TIPO	SUBTIPO
Caídas	Caída de roca (suelos, detritos)
Volcamiento	Volcamiento de roca (bloque) Volcamiento flexural de roca o del macizo rocoso

Deslizamiento de roca o suelo	Deslizamiento traslacional, deslizamiento en cuña, Deslizamiento rotacional

Propagación lateral	Propagación lateral lenta Propagación lateral por licuación (rápida)
Flujo	Flujo de detritos Crecida de detritos Flujo de lodo Flujo de tierra Flujo de turba Avalancha de detritos Avalancha de rocas Deslizamiento por flujo o deslizamiento por licuación (de arena, limo, detritos, roca fracturada)
Reptación	Reptación de suelos Solifluxión, gelifluxión (en permafrost)
Deformaciones gravitacionales profundas	

7.3.2. VARIABLES E INDICADORES

Las variables que se utilizan para el presente documento están referidas a la gestión del riesgo de desastres.

Cuadro 54: Variables e indicadores

VARIABLES	INDICADORES
Agentes Geodinámicos externos	Agua (en todos sus estados) Viento Temperatura Gravedad Seres Orgánicos Presión atmosférica
Litológicas	Tipo de Roca, Alteración de la roca, Grado de compactación
Estratigráficas	Rumbo y buzamiento de los estratos
Topográficas	Pendiente de las laderas y piso de valle
Hidrológicas	Presencia de ríos permanentes o estacionarios Caudal del río
Climáticas	Precipitación Temperatura Humedad
Tectónicas	Fallas Fracturas Diaclasas Pliegues
Antrópicas	Construcción de obras civiles (carreteras, puentes, canales, acueductos, etc)

En cuanto al grado o intensidad de las variables en la zona del proyecto, se tiene:

7.3.2.1. Agentes geodinámicos externos

El agua es el indicador (agente) más importante, sobre todo, el agua de lluvias, cuando por efectos de cambio climático suceden épocas de precipitación pluvial de carácter extraordinaria, este hecho incide también para que los ríos permanentes o temporales se carguen, arrastrando consigo material aluvial, mediante arrastre de sólidos.

La gravedad, es otro agente externo importante, los movimientos en masa de suelos y roca se aceleran o incrementan, debido a que el valle tiene laderas con

pendientes empinadas a muy empinadas. **Los seres orgánicos,** en este caso el hombre al realizar obras como la construcción de la carretera, la misma que en los cortes desestabiliza el suelo o la roca, en muchas zonas no hay obras de defensa ribereña y de estabilidad de taludes

La temperatura, actúa sobre todo mediante los cambios bruscos de temperatura en periodos muy cortos, se produce agrietamiento en las rocas, con el consecuente intemperísmo (físico) e inestabilidad de las mismas, produciendo una buena cantidad de depósitos coluviales, dando lugar a materiales disponibles para ser acarreados.

El viento y la presión tienen una actuación poco relevante en periodos cortos.

Variable litológica, Una característica de las rocas presentes en esta quebrada es su alta resistencia, sin embargo la intemperización y el grado de fracturamiento da lugar a la alteración y formación de suelo residual el que se deposita en lugares donde la pendiente es más suave, cuando la roca es más débil, se encañona y aumenta la pendiente cuando el río atraviesa zonas de roca más dura. Esto sumado al grado de alteración de la roca, sobre todo el intemperísmo físico, por cambios bruscos de temperatura da origen a los movimientos en masa.

Variable estratigráfica, El rumbo y buzamiento de las rocas son perpendiculares a la dirección del cauce del río, esto hace que en muchos lugares, sobre todo cuando encuentra rocas duras, el río se encañone y la pendiente se incremente.

Variable topográfica, es preponderante debido a la pendiente de las laderas y piso de valle en muchos lugares

Variable hidrológica, en la zona existen ríos y riachuelos permanentes y estacionarios que ocasionan el incremento del caudal del río, con el consecuente poder erosivo del mismo.

Variable climática, da lugar a precipitaciones pluviales intensas y muchas veces de carácter extraordinario, que ocasionan eventos de flujos rápidos e inundaciones

Variables tectónicas, la zona tiene rocas del Cretácico superior y Paleóceno es decir rocas antiguas (60-65 millones de años), en consecuencia a lo largo del tiempo geológica han sufrido una serie de deformaciones por efecto de los diferentes ciclos tectónicos (de deformación) fase peruana, Incaica y Quechua I, motivo por el cual las rocas se encuentran fracturadas, diaclasadas, flexuradas, etc

Los seres orgánicos, en este caso el hombre al realizar obras como la construcción de la carretera, la misma que en los cortes desestabiliza el suelo o la roca, en muchas zonas no hay obras de defensa ribereña y de estabilidad de taludes.

La temperatura, actúa sobre todo mediante los cambios bruscos de temperatura en periodos muy cortos, se produce agrietamiento en las rocas, con el consecuente intemperísmo (físico) e inestabilidad de las mismas, produciendo una buena cantidad de depósitos coluviales, dando lugar a materiales disponibles para ser acarreados.

El viento y la presión tienen una actuación poco relevante en periodos cortos.

Variable litológica, Una característica de las rocas presentes en esta quebrada es su alta resistencia, sin embargo la intemperización y el grado de fracturamiento da lugar a la alteración y formación de suelo residual el que se deposita en lugares donde la pendiente es más suave, cuando la roca es más débil, se encañona y aumenta la pendiente cuando el río atraviesa zonas de roca más dura. Esto sumado al grado de alteración de la roca, sobre todo el intemperísmo físico, por cambios bruscos de temperatura da origen a los movimientos en masa.

Variable estratigráfica, El rumbo y buzamiento de las rocas son perpendiculares a la dirección del cauce del río, esto hace que en muchos lugares, sobre todo cuando encuentra rocas duras, el río se encañone y la pendiente se incremente.

Variable topográfica, es preponderante debido a la pendiente de las laderas y piso de valle en muchos lugares

Variable hidrológica, en la zona existen ríos y riachuelos permanentes y estacionarios que ocasionan el incremento del caudal del río, con el consecuente poder erosivo del mismo.

Variable climática, da lugar a precipitaciones pluviales intensas y muchas veces de carácter extraordinario, que ocasionan eventos de flujos rápidos e inundaciones

Variables tectónicas, la zona tiene rocas del Cretácico superior y Paleóceno es decir rocas antiguas (60-65 millones de años), en consecuencia a lo largo del tiempo geológica han sufrido una serie de deformaciones por efecto de los diferentes ciclos tectónicos (de deformación) fase peruana, Incaica y Quechua I, motivo por el cual las rocas se encuentran fracturadas, diaclasadas, flexuradas, etc,

lo que da lugar a su intemperismo y degradación, haciendo que sean fácilmente erosionables.

7.3.3. IDENTIFICACION DE MOVIMIENTOS EN MASA

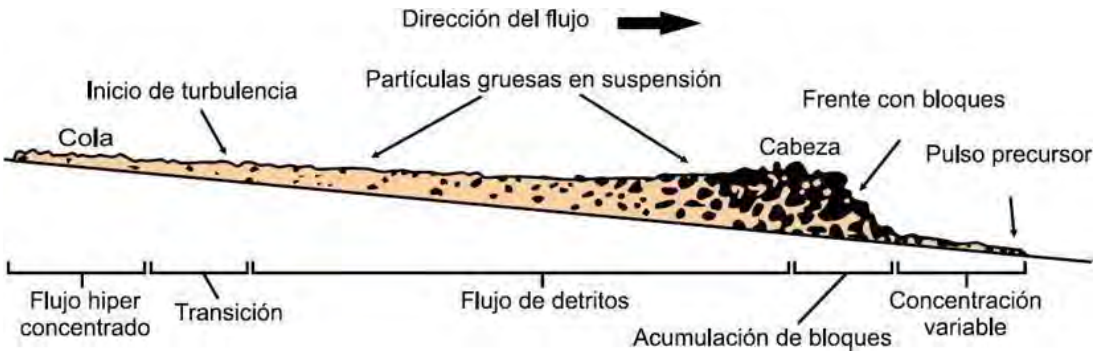
A continuación se describen las principales características y la ocurrencia de los MM identificados en el área de estudio (Ver anexo MAPA GEO-06).

7.3.3.1. Flujo de Detritos

También denominado flujo de detritos, es un tipo de movimiento en masa que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido; puede ser rápido o lento, saturado o seco. En muchos casos se originan a partir de otro tipo de movimiento, ya sea un deslizamiento o una caída (Varnes, 1978).

Hungr et al. (2001), clasifican los flujos de acuerdo con el tipo y propiedades del material involucrado, la humedad, la velocidad, el confinamiento lateral y otras características que los hacen distinguibles; así mismo, aportan definiciones que enfatizan aspectos de uso práctico útiles para el estudio de amenazas. Esta clasificación de flujos es flujos secos, flujos de detritos, crecida de detritos, flujo de lodo, flujo de tierra, deslizamiento por flujo, avalancha de detritos y avalancha de rocas.

Imagen 12: Esquema de un flujo de detritos



Considerando el origen del movimiento en masa se han encontrado procesos erosivos donde se involucra el flujo de agua y arrastre de detritos que han provocados la erosión de sus cauces. Se han considerado dentro de este tipo de movimiento en masa los surcos, cárcavas y los ríos, cuyo lecho tiene un gran arrastre de detritos, en los cuales también se aprecia la erosión lateral de sus cauces.

a. Surcos y Cárcavas

PROGRESIVAS:

0+090, 0+305, 0+535, 0+650, 1+065, 1+400, 8+400, 9+350, , 16+000, 26+350, 27+150, 31+585, 37+290, 38+640, 40+000.

Zona de erosión donde se ha formado surcos y cárcavas, por el flujo de agua intermitentes, considerar las cárcavas los cuales pueden tener mayor erosión en sus cauces, se recomienda enrocados y muro seco para evitarlos como se observa en la alcantarilla en el Km 38+640.

Foto 23. Cárcavas que se observan en el Km 0+090.

Foto 24. Surcos que se convierten en cárcavas Km 8+400

Foto 25. Cárcava vegetada por pastos e ichu.

Foto 26. Erosión y carcavamiento en la parta baja de la alcantarilla Km 38+640.

b. Flujo de Detritos y Socavación

PROGRESIVAS:

3+210, 6+715, 15+300, 17+070, 19+520, 21+560, 23+850, 26+580, 40+620, 40+794.

Zona donde el flujo de agua trae consigo detritos, que erosiona el cauce, se recomienda enrocados para proteger los estribos de los puentes y pontones

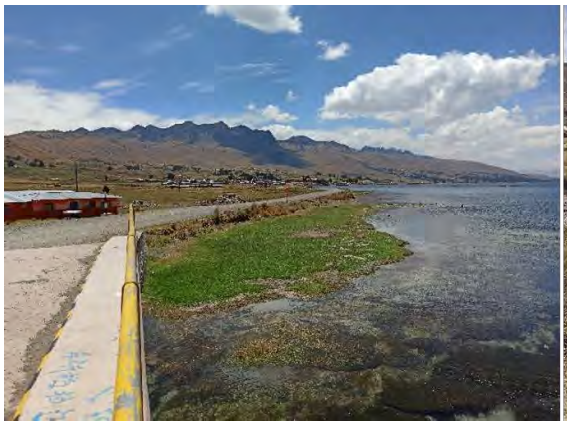


Foto 27. Margen de recha aguas arriba, en el puente Compuerta, se recomienda realizar mejorar el enrocado.

Foto 28. Flujo de agua sin canalización Km 6+715.

Foto 29. Se aprecia el bastante arrastre de detritos en la Qda. Quelloccaca.

Foto 30. Margen izquierda agua arriba del puente Layo, considerar enrocado o muro de gaviones para evitar la erosión en los estribos del puente.

Foto 31.Puente Yuraccancha, con colmatación, y baja luz.

Foto 32. Puente Urinsaya Collana, colmatada y sin defensa ribereña.

c. Humedales

PROGRESIVAS:

2+260, 2+660-2+720, 2+770, 5+200-5+340, 5+440-5+480, 5+850, 10+080, 12+080-12+500, 28+000-29+150, 33+600-33+790, 35+140-35+370, 37+250, 38+400, 40+800-40+820.

Zonas donde existe el flujo de aguas subterráneas que mantiene húmedo el

Foto 33. Zona con filtración de agua, se aprecia charcos al borde de carretera, Km 2+260.

Foto 34. Zona húmeda con filtración que se aprecia en el borde de carretera, Km 12+080-12+500.

Foto 35. Zona húmeda con bastante filtración de agua en el Km 28+000-29+150.

Foto 36. Zona de bastante húmedas que falta canalizarse y drenar, Km 40+800-40+820.

terreno, se recomienda realizar subdrenes para evitar la afectación a la carretera.

7.3.3.2. Deslizamientos

Es un movimiento ladero abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante.

En el sistema de Varnes (1978), se clasifican los deslizamientos, según la forma de la superficie de falla por la cual se desplaza el material, en traslaciones y rotaciones.

PROGRESIVA:

10+320-10+380, 12+080-13+100, 17+950, 26+900-27+150, 30+270.

Se identificó taludes en materiales morrénicos, lacustres y fluvioglaciares que pueden sufrir derrumbes y deslizamientos, cuando se realice el corte de talud, zonas caracterizadas como suelo suelto.

Foto 37. Zona donde se tienen taludes considerables que en la ampliación pueden sufrir derrumbes o deslizamientos Km 10+320-10+380.

Foto 38. Zona con taludes empinados que pueden sufrir derrumbe Km 30+270.

7.3.3.3. Caida de Rocas

La caída es un tipo de movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera, sin que a lo largo de esta superificie ocurra desplazamiento cortante apreciable. Una vez desprendido, el material cae desplazándose principalmente por el aire pudiendo efectuar golpes, rebotes y rodamiento (Varnes D. J., 1978). Dependiendo del material desprendido se habla de una caída de roca, o una caída de suelo. El movimiento es muy rápido a extremadamente rápido (Cruden & Varnes, 1996), es decir con velocidades

mayores a 5x10 mm/s. el estudio de casos históricos ha mostrado que las velocidades alcanzadas por las caídas de rocas pueden exceder los 100 m/s.

PROGRESIVA:

25+560-25+660, 25+900-26+200, 29+150-29+450, 30+700.

Caída de rocas de material compuesto por de areniscas y lutitas rojas, fracturadas, y depósitos morrénicos; estos movimientos puedes realizarse debido al corte de talud para la ampliación de la carretera

Foto 39. Sector donde se aprecia bloques rocoso sueltos en talud, Km 25+560-25+660.

Foto 40. Cortes de talud en roca fracturada Km 30+700.

Cuadro 142: Geodinámica externa a lo largo de la carretera

PROGRESIVA		GEODINAMICA	RECOMENDACIÓN
0+000	3+900	Presenta cárcavas y surcos	
0+090		Cárcava	Enrocado
0+305		Cárcava	Enrocado
0+535		Cárcava	canalizar y enrocar
0+650		Cárcava	
1+065		Cárcava	
1+400		Cárcava	canalizar y enrocar
2+260		Zona húmeda	Canalizar
2+660	2+720	Zona húmeda	Subdrenaje
2+770		Zona húmeda	Canalizar
3+210		Flujo de detritos	Mejorar la defensa ribereña
3+900	5+000		
5+000	6+150		
5+200	5+340	Zona húmeda	Subdrenaje
5+440	5+480	Zona húmeda	Subdrenaje
5+850		Zona húmeda	Canalizar
6+150	6+990		
6+715		Flujo de detritos	Limpieza de cauce, enrocar o muro de gaviones como defensa ribereña
8+400		Cárcava	Encauzar, diques transversales
6+990	9+160		
9+160	10+500		
9+350		Cárcava	Encauzar
10+080		Zona húmeda	Subdrenaje
10+320	10+380	Deslizamiento	Realizar banqueta si se hace corte
10+500	11+340		
11+340	12+080		
12+080	13+100	Deslizamiento	Realizar banqueta si se hace corte
12+080	13+440		
12+080	12+500	Zona húmeda	Subdrenaje
13+440	17+840		
15+300		Flujo de detritos	Encauzar y muro de gaviones
16+000		Cárcava	Encauzar y muro de gaviones
17+070		Flujo de detritos	Limpieza de cauce y muro de gaviones o enrocado.
17+840	18+330		
17+950		Deslizamiento	Realizar banqueta si se hace corte
18+330	21+230		
19+520		Flujo de detritos	Limpieza de cauce y mejorar el muro de gaviones o enrocado.
21+230	21+950		
21+560		Flujo de detritos	Descolmatar el cauce, elevar la luz del puente mejorar el muro de gaviones
21+950	23+750		
23+750	23+950		
23+850		Flujo de detritos	limpiar el cauce, realizar defensa ribereña
23+950	25+280		
25+280	25+620		
25+560	25+660	Caída de rocas	Realizar banqueta si se hace corte, realizar desquinche de los bloques sueltos
25+620	26+070		
25+900	26+200	Caída de rocas	Realizar banqueta si se hace corte, realizar desquinche de los bloques sueltos
26+070	26+380		
26+350		Cárcava	encauzar
26+580		Flujo de detritos	Encauzar y muro de gaviones o enrocado
26+380	27+150		
26+900	27+150	Deslizamiento	Realizar banquetas en los taludes si se hace ampliación
27+150		Cárcava	canalizar hacia la alcantarilla
27+150	28+780		
28+000	29+150	Zona húmeda	Realizar subdrenes
28+780	30+450		cárcava en el Km 28+780, encauzar el canal
29+150	29+450	Caída de rocas	
30+270		Deslizamiento	Realizar banquetas en los taludes si se hace ampliación
30+450	31+950		
30+700		Caída de rocas	Realizar banqueta si se hace corte
31+585		Cárcava	Canalizar a la alcantarilla
31+950	38+150		

33+600	33+790	Zona húmeda	realizar subdrenes
35+140	35+370	Zona húmeda	realizar subdrenes
37+250		Zona húmeda	realizar subdrenes, derivar a la alcantarilla
37+290		Cárcava	derivar alcantarilla
38+150	38+300		
38+300	38+860		
38+400		Zona húmeda	derivar a la alcantarilla
38+640		Cárcava	realizar un enrocado de protección
38+860	39+150		
40+000		Cárcava	
40+620		Flujo de detritos	encauzar y derivar las aguas
40+794		Flujo de detritos	encauzar y derivar las aguas
40+800	40+820	Zona húmeda	realizar subdrenaje
39+150	41+419		

CONCLUSIONES

1. La zona de estudio se emplaza sobre una geomorofologia de altiplanicie, llanuras y vertientes la cual hace que se tenga una geología propios de la formación Murco, Arcurquina, Ausangate, Muñani; grupo Puno y que esta Conformado por areniscas arcósicas de grano medio intercaladas con limoarcillitas laminares, areniscas arcósicas, secuencia de conglomerados polimícticos (clastos subredondeados a subangulosos) calizas micríticas y por depósitos cuaternario compuesto por gravas y bloques de diferentes tamaños con matriz variable, con limos arenosos y arcillas; por bancos de arena, gravas y cantos rodados. Con un sisteman de Diaclasamiento que presentan una dirección NW-SE son fallas tipo inversas ubicadas entre 3 a 5 km.
2. La zona de estudio se tiene una precipitación media anual de 791.50 mm con perímetro 133.81 Km, cuya pendiente de cuenca 0.02821m/m. las obras de infraestructura tendrá una vida útil de: puente y defenza ribereña de40 años, Alcantarillas 25 año. Con tiempos de retorno que van desde los 5 años hasta los 1000 años con su precipitación máxima de 16.185.
3. Geotécnicamente la zona a la evaluación realizada de acuerdo a los estudio de mecánica de suelos se obtuvo que el tipo de suelo nos estaríamos encontrando en un GC, GM, GP-GC, GP-GM.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda considerar cunetas laterales para evitar la erosión de plataforma de la carretera.
- En la progresivas 3+210, 6+715, 15+300, 17+070, 19+520, 21+560, 23+850, 26+580, 40+620, 40+794; se recomienda la elaboración de enrocados que protejan los estribos del puente de la erosión.
  - Mejorar el enrocado en el puente compuerta Km 3+210.
  - Realizar un enrocado en el puente Antahuayco Km 6+715.
  - Realizar un enrocado para el puente Caluyo Km 17+070, considerar diques transversales aguas arriba de la quebrada Quelloccaca.
  - Mejorar el muro de gaviones en el puente Layo Km 19+520.
  - Mejorar el muro de gaviones y limpiar cauce en el puente Yuraccancha Km 21+560.
  - Realizar un muro de gaviones en el puente Urinsaya Collana Km 23+850.
  - Realizar muro seco en la parte baja de la alcantarilla para evitar la erosión en el Km 38+640.
- En la progresivas 2+260, 2+660-2+720, 2+770, 5+200-5+340, 5+440-5+480, 5+850, 10+080, 12+080-12+500, 28+000-29+150, 33+600-33+790, 35+140-35+370, 37+250, 38+400, 40+800-40+820, se recomienda la elaboración de subdrenajes para evitar que el agua afecte la carretera.
- En las progresivas 10+320-10+380, 12+080-13+100, 17+950, 26+900-27+150, 30+270. estabilidad de taludes con banquetas.
- En las progresivas 25+560-25+660, 25+900-26+200, 29+150-29+450, 30+700. estabilidad de taludes con banquetas, evaluar muro seco o gaviones en base al talud.

ANEXO I

REGISTROS PLUVIOMÉTRICOS

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

Senamhi

DIRECCION DE REDES DE OBSERVACION Y DATOS

ESTACION : SICUANI / 000759 / DZ-12
PARAMETRO : PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LAT. : 14° 14' "S"
LONG. : 71° 14' "W"
ALT. : 3534 msnm

DPTO. : CUSCO
PROV. : CANCHIS
DIST. : SICUANI

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1995	18.8	16.6	14.0	17.5	3.1	1.2	1.6	0.0	6.5	8.0	23.4	27.0
1996	12.7	17.9	40.6	14.3	7.3	0.0	0.0	7.4	10.6	15.0	11.6	16.8
1997	20.6	40.5	28.0	16.1	2.0	0.0	5.2	6.5	5.8	7.7	17.5	14.5
1998	24.2	28.1	10.2	6.3	0.0	0.0	0.0	4.2	1.7	26.3	10.0	28.8
1999	16.4	18.2	10.8	18.8	13.9	3.2	0.3	0.0	16.5	6.0	10.6	24.8
2000	17.2	22.5	22.3	S/D	4.0	6.0	4.4	1.3	8.3	25.8	8.9	15.3
2001	35.4	18.6	31.6	16.5	10.2	1.2	5.7	4.4	14.8	17.1	14.5	36.0
2002	32.5	27.7	17.2	34.6	16.0	0.0	6.0	3.2	8.2	15.2	16.5	23.1
2003	26.0	12.3	24.8	15.0	6.6	6.6	0.0	6.1	1.2	9.7	9.5	30.4
2004	16.1	34.1	18.5	14.4	2.9	S/D	2.8	5.6	12.0	7.7	14.0	15.6
2005	12.8	44.4	23.5	9.1	4.5	0.0	1.6	0.0	6.2	11.1	18.1	S/D
2006	18.3	23.5	12.1	29.8	3.3	5.3	0.0	8.0	S/D	8.2	19.0	25.2
2007	24.5	S/D	28.8	8.4	1.9	0.0	6.8	0.0	12.5	12.6	20.2	S/D
2008	18.2	22.9	31.3	7.4	6.0	0.7	0.6	0.6	1.6	23.7	9.0	24.7

S/D= Sin Dato

INFORMACIÓN PREPARADA PARA: MAMANI TTITO VIDAL AMERICO

LIMA, 23 de Octubre de 2020

Nº PRES / SOLIC. PROC: 202010000089/202010000041 Nº IMPRESION: 5212

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

DIRECCION DE REDES DE OBSERVACION Y DATOS

ESTACION : SICUANI / 000759 / DZ-12
PARAMETRO : PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LAT. : 14° 14´ "S"
LONG. : 71° 14´ "W"
ALT. : 3534 msnm

DPTO. : CUSCO
PROV. : CANCHIS
DIST. : SICUANI

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2009	13.6	15.5	11.9	10.1	5.2	0.0	3.7	0.0	4.8	12.3	18.4	20.0
2010	24.7	20.6	22.3	19.1	2.3	0.0	0.0	5.7	1.6	13.4	23.7	22.7
2011	12.7	11.4	22.8	32.5	12.4	2.9	2.9	1.0	11.0	14.6	6.8	34.1
2012	31.5	31.6	17.5	16.6	0.5	3.2	0.8	0.0	5.5	9.4	16.0	22.4
2013	28.3	25.8	11.2	5.8	6.3	3.5	0.0	7.4	0.9	7.0	14.3	20.7
2014	19.6	23.3	15.9	11.0	3.8	0.0	0.2	5.9	10.0	8.5	5.6	23.3
2015	28.5	20.2	17.9	S/D	3.8	2.4	S/D	5.5	5.5	14.1	19.7	21.0
2016	34.2	32.2	11.0	20.3	2.5	0.0	0.3	3.6	6.7	12.9	S/D	15.7
2017	22.2	27.4	18.0	20.8	14.9	0.0	2.2	12.7	11.3	40.1	28.8	15.7
2018	19.0	35.5	21.1	11.2	2.8	10.0	18.7	10.8	3.0	15.9	28.4	13.6
2019	20.8	19.7	17.0	S/D	6.9	0.0	S/D	0.0	0.5	S/D	32.5	32.7

S/D = Sin Dato

INFORMACIÓN PREPARADA PARA: MAMANI TTITO VIDAL AMERICO
LIMA, 23 de Octubre de 2020

Nº PRES / SOLIC. PROC: 202010000089/202010000041 Nº IMPRESION: 5213

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

DIRECCION DE REDES DE OBSERVACION Y DATOS

ESTACION : SICUANI / 000759 / DZ-12
PARAMETRO : PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LAT. : 14° 14' "S"
LONG. : 71° 14' "W"
ALT. : 3534 msnm

DPTO. : CUSCO
PROV. : CANCHIS
DIST. : SICUANI

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2014	19.6	23.3	15.9	11.0	3.8	0.0	0.2	5.9	10.0	8.5	5.6	23.3
2015	28.5	20.2	17.9	S/D	3.8	2.4	S/D	5.5	5.5	14.1	19.7	21.0
2016	34.2	32.2	11.0	20.3	2.5	0.0	0.3	3.6	6.7	12.9	S/D	15.7
2017	22.2	27.4	18.0	20.8	14.9	0.0	2.2	12.7	11.3	40.1	28.8	15.7
2018	19.0	35.5	21.1	11.2	2.8	10.0	18.7	10.8	3.0	15.9	28.4	13.6
2019	20.8	19.7	17.0	S/D	6.9	0.0	S/D	0.0	0.5	S/D	32.5	32.7
2020	14.2	32.4	14.6	6.0	9.3	0.1	0.0	0.0	7.5	11.6	12.0	25.8

S/D= Sin Dato

INFORMACIÓN PREPARADA PARA: CONSORCIO ESTUDIO F & J

LIMA, 24 de Febrero de 2021

Nº PRES / SOLIC. PROC: 202102000037/202102000045 Nº IMPRESION: 1204

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

DIRECCION DE REDES DE OBSERVACION Y DATOS

ESTACION : POMACANCHI / 000812 / DZ-12
PARAMETRO : PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LAT. : 14° 1´ "S"
LONG. : 71° 34´ "W"
ALT. : 3690 msnm

DPTO. : CUSCO
PROV. : ACOMAYO
DIST. : POMACANCHI

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2014	18.7	32.5	18.2	6.8	2.0	0.0	1.6	2.5	16.5	21.0	10.2	20.8
2015	18.5	30.1	33.3	9.9	5.0	0.0	10.6	6.4	3.5	8.5	22.6	22.0
2016	33.8	28.6	13.3	23.0	3.2	0.0	7.0	2.0	10.5	9.3	10.0	21.0
2017	25.5	S/D	S/D	11.0	7.9	0.6	2.2	10.3	10.4	11.1	13.2	18.8
2019	23.6	21.4	26.0	16.0	4.0	0.0	2.5	1.4	3.6	22.8	37.2	33.4
2020	27.0	24.9	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	6.7	18.3	69.2	22.2

S/D= Sin Dato

INFORMACIÓN PREPARADA PARA: CONSORCIO ESTUDIO F & J

LIMA, 24 de Febrero de 2021

Nº PRES / SOLIC. PROC: 202102000037/202102000045 Nº IMPRESION: 1205

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

DIRECCION DE REDES DE OBSERVACION Y DATOS

ESTACION : SANTA ROSA / 000823 / DZ-13
PARAMETRO : PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LAT. : 14° 37' "S"
LONG. : 70° 47' "W"
ALT. : 3957 msnm

DPTO. : PUNO
PROV. : MELGAR
DIST. : SANTA ROSA

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2014	20.2	27.6	19.2	13.2	1.2	0.0	3.2	7.9	7.3	25.2	6.8	31.6
2015	32.3	15.6	22.3	12.6	0.0	1.6	2.4	4.0	13.4	S/D	S/D	S/D
2016	22.3	18.6	25.2	10.4	S/D	0.6	4.9	S/D	4.2	18.4	17.7	14.0

S/D= Sin Dato

INFORMACIÓN PREPARADA PARA: CONSORCIO ESTUDIO F & J

LIMA, 24 de Febrero de 2021

N° PRES / SOLIC. PROC: 202102000037/202102000045 N° IMPRESION: 1206

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

Senamhi

DIRECCION DE REDES DE OBSERVACION Y DATOS

ESTACION : YAURI /000757/ DZ-12
PARAMETRO : **PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)**

LONG. : 71° 25' "W"
LAT. : 14° 49' "S"
ALT. : 3927 msnm

DPTO : CUSCO
PROV : ESPINAR
DIST : ESPINAR

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1993	34.9	30.7	34.0	22.0	3.0	0.0	0.8	5.6	4.2	24.2	39.0	33.2
1994	26.2	35.8	23.0	S/D	14.8	0.0	0.0	0.0	12.0	5.0	34.0	17.4
1995	35.3	25.8	34.2	23.8	2.7	0.0	0.0	2.8	6.5	27.8	11.7	21.4
1996	S/D	33.0	S/D	20.2	8.3	0.0	0.0	7.1	10.1	6.5	12.6	20.7
1997	30.3	23.2	15.3	13.0	2.2	0.0	0.0	11.8	16.0	5.0	20.8	37.2
1998	42.7	28.4	13.2	6.0	0.0	2.5	0.0	1.6	0.8	20.6	16.9	15.9
1999	23.8	34.7	24.2	40.4	3.6	0.0	0.0	0.8	13.0	12.0	17.9	21.1
2000	26.6	26.1	31.1	11.1	3.5	3.9	0.0	6.5	5.7	17.0	7.4	27.3
2001	24.5	27.0	30.8	27.1	14.7	0.9	3.8	2.0	1.5	10.9	10.5	17.4
2002	28.5	31.0	20.8	9.1	12.6	0.5	10.6	0.0	14.8	S/D	S/D	22.4
2003	32.5	24.3	26.2	9.3	3.2	0.8	0.0	5.5	16.7	5.5	31.5	22.4
2004	50.3	27.8	S/D	24.0	0.0	S/D	S/D	12.0	8.8	14.6	26.1	26.8
2005	11.3	35.6	22.5	13.9	1.1	S/D	0.0	3.0	2.6	12.6	8.2	34.4
2006	43.4	23.8	36.4	21.4	0.8	3.1	0.0	8.8	10.0	21.7	15.7	19.0

S/D = Sin Dato

PROHIBIDO SU REPRODUCCIÓN

INFORMACION PRESENTADA PARA SENAMHI TITO VIDAL MURCIA
LIMA, 25 DE ENERO DEL 2018

N° PRESUNDIN C. 20130/000034 [illegible]

VÁLIDO SÓLO EN ORIGINAL

Senamhi

DIRECCION DE REDES DE OBSERVACION Y DATOS

ESTACION : YAURI /000757/ DZ-12
PARAMETRO : **PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)**

LONG. : 71° 25' "W"
LAT. : 14° 49' "S"
ALT. : 3927 msnm

DPTO. : CUSCO
PROV. : ESPINAR
DIST. : ESPINAR

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2007	37.0	15.0	16.3	11.0	2.7	0.0	3.4	0.0	6.3	13.5	13.7	27.5
2008	27.6	23.2	23.5	1.2	2.3	5.3	0.0	0.0	0.2	23.0	22.4	13.1
2009	17.6	21.9	17.0	11.8	3.2	0.0	1.4	0.0	S/D	18.7	38.0	46.0
2010	22.4	37.6	52.1	14.2	3.9	0.0	0.0	0.0	1.1	6.8	11.2	32.6
2011	41.5	S/D	16.3	19.6	7.3	0.0	1.2	7.5	13.9	7.8	16.5	30.3
2012	24.3	47.4	28.4	14.0	9.9	0.0	0.1	0.0	8.8	8.7	18.8	25.9
2013	24.7	19.5	22.9	5.3	1.7	8.4	1.6	16.9	0.0	7.1	15.7	27.2
2014	17.0	26.9	11.6	S/D	3.5	0.0	1.8	3.5	9.9	31.8	6.9	48.6
2015	29.9	26.0	15.3	29.7	8.4	0.5	0.8	6.8	7.1	8.0	8.2	35.5
2016	43.9	23.4	22.1	43.9	1.7	0.1	8.9	3.1	2.9	12.2	7.9	S/D
2017	29.7	19.5	26.3	21.0	4.6	0.1	3.1	0.0	3.6	25.2	15.4	25.0

S/D = Sin Dato

INFORMACION PREPARADA PARA MAMANI TTITO VIDAL AMERICO
LIMA, 25 DE ENERO DEL 2019

N° PRES/SOLIC: 201901000036 /201901000049

393

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN
TOTAL O PARCIAL

SUBDIRECCIÓN DE GESTIÓN DE DATOS
SENAMHI

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

DIRECCION DE REDES DE OBSERVACION Y DATOS

ESTACION : YAURI / 000757 / DZ-12
PARAMETRO : PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LAT. : 14° 48´ "S"
LONG. : 71° 25´ "W"
ALT. : 3920 msnm

DPTO. : CUSCO
PROV. : ESPINAR
DIST. : ESPINAR

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2014	17.0	26.9	11.6	S/D	S/D	0.0	1.8	3.5	9.9	31.8	6.9	48.6
2015	29.9	26.0	15.3	29.7	8.4	0.5	0.8	6.8	7.1	7.4	8.2	35.5
2016	43.9	23.4	22.1	43.9	1.7	0.1	8.9	3.1	2.9	12.2	7.9	S/D
2017	29.7	19.5	26.3	21.0	4.6	0.1	3.1	0.0	3.6	25.2	15.4	25.0
2018	25.0	30.9	26.1	7.0	0.8	3.8	11.2	29.0	2.0	25.8	22.2	16.3
2019	52.5	41.1	26.5	14.1	7.9	S/D	S/D	0.0	1.6	S/D	S/D	S/D

S/D= Sin Dato

INFORMACIÓN PREPARADA PARA: CONSORCIO ESTUDIO F & J

LIMA, 24 de Febrero de 2021

N° PRES / SOLIC. PROC: 202102000037/202102000045 N° IMPRESION: 1203

ANEXO 01-01-1

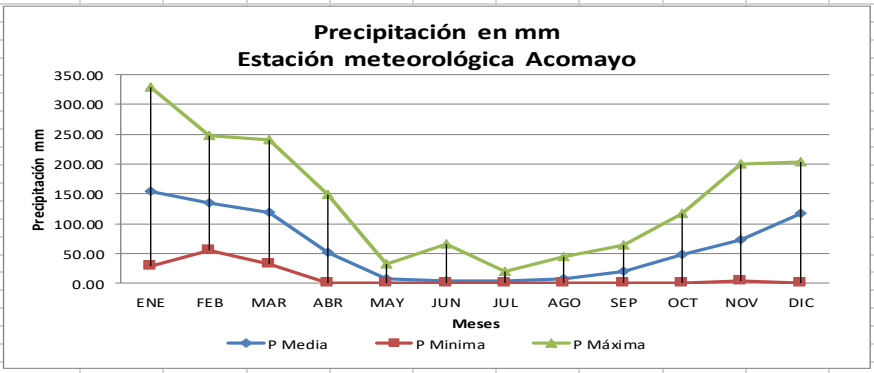
REGISTRO HIDROMETEREOLOGICO

Precipitación Acumulada Mensual (mm)

						°	´	"					
ESTACION :	ACOMAYO				LAT :	13	55	17.8			DIST :	ACOMAYO	
CODIGO:	113038				LONG :	71	41	2			PRO :	ACOMAYO	
					ALT :	3212	msnm				DEPT:	CUSCO	

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1963												64.00	64.00
1964	93.00	65.00	135.50	61.00	0.00	0.00	0.00	0.00	41.50	20.00	109.90	98.10	624.00
1965		82.00	96.00	21.00	0.00	0.00	3.00	0.00	30.00	25.00	65.00	116.00	438.00
1966	64.20	175.20	74.00	14.00	32.00	0.00	1.80	3.20	41.00	55.00	99.00	63.00	622.40
1967	44.00	114.00	92.00	38.00	14.00	0.00	10.00	27.00	13.00	80.00	53.00	101.00	586.00
1968	126.00	146.40	82.00	51.00	0.00	0.00	20.00	10.00	11.00	58.00	99.00	101.00	704.40
1969	131.00	80.00	101.00	20.00	0.00	11.00	8.00	1.00	20.00	26.00	45.00	121.00	564.00
1970	167.00	57.00	157.00	63.00	6.00	11.00	8.00	1.00	39.00	41.00	60.00	204.00	814.00
1971	136.00	203.00	78.00	63.00	1.00	0.00	3.00	1.00	10.00	45.00	50.00	76.00	666.00
1972	187.00	93.00	71.00	16.00	8.00	1.00	9.00	28.00	7.00	10.00	59.00	111.00	600.00
1973	184.00	108.00	162.00	50.00	13.00	3.00	11.00	5.00	31.00	43.00	46.00	95.00	751.00
1974	134.00	187.00	158.00	49.00	1.00	7.00	1.00	44.00	10.00	21.00	24.00	68.00	704.00
1975	127.00	189.00	104.00	34.00	13.00	6.00	0.00	6.00	14.00	26.00	53.00	158.00	730.00
1976	87.00	133.40	70.00	31.00	7.00	7.00	4.00	0.00	16.00	7.00	15.00	46.00	423.40
1977	122.00	143.00	57.00	55.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.00	56.00	61.00	52.00	574.00
1978	108.00	75.00	116.00	47.00	11.00	0.00	0.00	0.00	14.00	20.00	55.00	144.00	590.00
1979	116.00	105.00	102.00	32.00	2.00	0.00	0.00	0.00	27.00	0.00	27.00	111.00	522.00
1980	74.00	125.00	73.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.00	5.00	0.00	288.20
1981	328.40	203.60	240.30	68.30									840.60
1982	267.50	70.90	132.10	82.00	4.80	0.00	0.00	11.50	28.80	82.00	173.90	58.40	911.90
1983	28.70	54.90	62.20	66.10	2.50	1.00	0.00	12.90	5.50	27.30	28.10	65.90	355.10
1984													0.00
1985													0.00
1986													0.00
1987			65.70	21.50	0.00	1.10	17.60	0.00	65.00	113.20		186.40	470.50
1988	230.70	124.70	210.50	149.00	13.70	0.00	0.00	6.20	16.70	49.20	68.00	162.40	1031.10
1989	199.70	107.50	158.00	101.60	13.60	1.80	0.00	8.10	16.50	63.20	100.90	115.60	886.50
1990	255.70	120.60	76.20	86.20	11.60	66.00	0.00	0.00	28.60	117.60	160.20	133.10	1055.80
1991	137.80	142.90	208.80	32.20								60.00	581.70
1992	80.00	101.30	67.60	10.80	1.20	3.40	1.40	9.40	15.40	67.10	112.60	58.00	528.20
1993	264.50	76.90	78.70	61.20	0.00	2.80	6.90	3.00	24.40	33.30	90.60	133.40	775.70
1994	85.10	185.20	133.90	82.80	3.30	0.00	0.00	0.00	10.80	35.00	79.70	89.20	705.00
1995	110.60	118.40	83.20	51.30	0.00	0.00	10.20	0.00	27.30	29.50	86.10	128.00	644.60
1996	191.10	119.90	110.50	71.70	14.60	0.00	1.00	38.70	25.30	79.40	58.30	141.00	851.50
1997	151.40	164.10	195.70	26.90	17.40	0.00	0.00	18.60	1.20	53.40	140.70	134.30	903.70
1998	188.60	174.30	119.70	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	61.50	98.80	134.30	807.20
1999	148.70	115.10	132.70	98.20	0.00	0.00	0.00	0.00	20.90	46.50	27.50	192.10	781.70
2000	125.90	206.40	90.70	39.00	7.30	8.70	4.50	19.80	21.40	107.20	16.70	176.40	824.00
2001	248.40	153.80	179.30	44.20	15.10	3.40	10.90	15.70	18.10	39.00	93.80	126.90	948.60
2002	192.60	247.30	238.90	62.80	18.10	1.10	19.80	7.50	22.90	49.20	105.50	121.90	1087.60
2003	197.80	172.90	127.50	54.40	13.00	10.10	0.00	3.80	3.10	42.10	68.80	142.70	836.20
2004	250.10	179.10	87.80	63.60	16.90	12.90	10.60	36.50	56.50	57.50	85.20	182.60	1039.30
2005	125.70	148.40	95.40	48.80	4.30	0.00	0.00	2.90	0.00	61.90	82.20	93.10	662.70
2006	162.20	133.70	149.90	98.80	0.00	12.40	0.00	5.30	1.90	58.40	133.80	133.50	889.90
2007	197.30	163.60	178.70	92.50	1.00	0.00	5.50	0.00	2.90	51.20	96.60	88.90	878.20
2008	147.40	212.90	76.70	41.90	20.00	7.70	0.00	0.00	12.60	73.10	46.20	145.90	784.40
2009	122.50	125.50	100.00	76.80	8.20	0.00	8.90	0.00	4.50	20.60	199.60	147.70	814.30
2010	278.00	94.90	112.00	19.00	9.90	0.00	0.00	11.30	5.00	46.80	41.20	191.40	809.50
2011	153.50	163.40	207.30	62.20	3.20	3.50	8.30	0.00	62.00	34.60	48.20	169.50	915.70
2012	172.30	220.10	116.20	48.90	3.50	13.10	0.00	0.00	28.00	25.70	107.50	179.00	914.30
2013	144.60	146.20	76.90	42.40				15.50	18.90	72.10	75.30	135.30	727.20
2014	84.70	91.10	118.30	19.90	12.50	0.00	5.40	8.60	15.70	30.30	32.40	130.10	549.00
2015	179.10	131.70	123.30	83.20	0.50	1.70	12.20	5.00	8.80	13.50	24.70	149.50	733.20
2016	61.10	90.80	31.90	26.10	0.30	0.30	2.40	0.70	6.90	77.40	29.50	71.40	398.80
2017	148.80	115.70	231.90	84.50	11.50	1.30	0.50	3.20	42.50	55.80	72.00	108.70	876.40
2018	166.40	136.10	112.40	9.90	3.40	7.20	7.60	1.40	1.90	64.10	66.30	34.90	611.60
2019	97.20	79.10	61.10	26.70	5.40	0.00	2.50	0.00					
N° Datos	51.00	52.00	53.00	53.00	50.00	50.00	50.00	51.00	50.00	50.00	49.00	52.00	56.00
Media	153.42	134.12	119.26	51.52	6.90	4.11	4.30	7.29	19.45	47.65	73.00	116.36	673.16
Desv. Est.	64.52	46.19	51.15	29.00	7.17	9.83	5.49	10.78	15.71	26.52	41.79	45.73	256.94
Variancia	4163.15	2133.86	2615.82	840.86	51.46	96.58	30.16	116.28	246.76	703.30	1746.70	2091.47	66018.14
Mínima	28.70	54.90	31.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00
Máxima	328.40	247.30	240.30	149.00	32.00	66.00	20.00	44.00	65.00	117.60	199.60	204.00	1087.60

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P Media	153.42	134.12	119.26	51.52	6.90	4.11	4.30	7.29	19.45	47.65	73.00	116.36
P Minima	28.70	54.90	31.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00
P Máxima	328.40	247.30	240.30	149.00	32.00	66.00	20.00	44.00	65.00	117.60	199.60	204.00



ANEXO 01-01-2

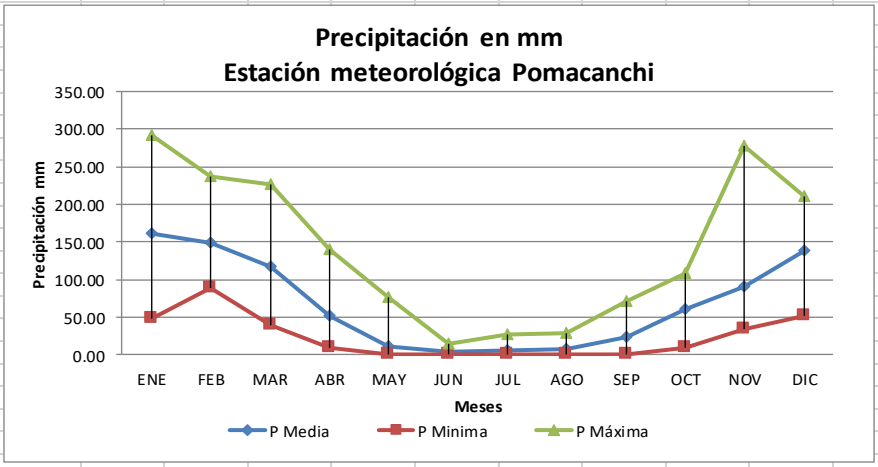
REGISTRO HIDROMETEREOLOGICO

Precipitación Acumulada Mensual (mm)

						°	´	"					
ESTACION :	POMACANCHI				LAT :	14	1	40.1			DIST :	POMACANCHI	
CODIGO:	114046				LONG :	71	34	21.3			PRO :	ACOMAYO	
					ALT :	3690	msnm				DEPT:	CUSCO	

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1985	49.00	115.00	68.00	98.00	76.00	13.00	0.00	5.50	55.02	36.01	141.00	130.06	786.59
1986	108.07	135.04	76.05	43.07	5.00	0.00	0.00	1.53	46.51	26.01	39.02	202.02	682.32
1987			39.02	33.54	0.01	0.50	21.50	0.00	3.00				97.57
1988								0.00	20.90	9.50	34.00	51.20	115.60
1989		124.20	79.40	8.90									212.50
1990													0.00
1991												133.68	133.68
1992	142.17	90.66	96.21					15.79	6.79	92.52	89.18	73.20	606.52
1993	206.92	125.13	102.65	31.70	0.31	2.29	6.29	12.26	16.74	87.22	81.14	186.78	859.43
1994	166.11	151.58	125.15	47.68	5.79	0.30	0.31	1.30	25.74	68.71	88.19	116.51	797.37
1995	133.05	108.56	127.06	37.07	13.51	0.01	5.51	1.50	36.02	9.04	126.04	161.05	758.42
1996	200.53	91.56	114.67	55.57	17.05	0.01	0.01	28.82	32.32	108.00	79.55	155.04	883.13
1997		194.01	190.58	23.07	16.01	0.00	5.00	12.53	7.55	83.07	135.82	79.07	746.71
1998	141.07	130.31	136.84	17.54	0.00	0.02	0.00	0.02	1.02	72.02	104.51	115.04	718.39
1999	173.52	140.61	84.28	93.34	9.24	0.02	1.61	0.01	19.13	34.40	40.72	106.32	703.20
2000	119.21	184.20	112.00	30.60	7.50	14.81	6.01	16.11	22.50	92.31	41.30	138.11	784.66
2001	246.01	159.60	180.91	45.20	15.71	3.30	21.30	15.83	18.91	84.01	81.31	198.30	1070.39
2002	128.02	236.10	174.20	69.00	13.70	0.64	27.80	17.30	62.30	65.51	108.40	121.91	1024.88
2003	167.20	164.41	150.60	63.50	16.40	8.70	0.00	6.01	17.11	64.40	50.20	110.00	818.53
2004	260.90	175.40	81.50	51.20	25.40	10.20	8.90	16.91	71.50	57.21	67.20	164.00	990.32
2005	85.81	130.31	148.00	52.00	2.10	0.00	0.20	4.30	2.61	74.21	101.50	105.70	706.74
2006	163.72	232.31	95.62	140.61	1.10	11.10	0.00	7.34	4.31	80.20	101.31	149.30	986.92
2007	172.60	175.61	226.52	77.60	14.10	0.00	4.80	0.01	4.01	52.50	99.70	102.70	930.15
2008	158.60	140.80	128.30	33.70	12.91	4.40	0.00	3.10	17.00	77.90	78.30	129.50	784.51
2009	136.70	105.60	80.50	41.80	8.60	0.00	14.10	0.00	11.00	18.20	277.60	111.10	805.20
2010	292.10	88.40	116.60	53.80	2.40	0.00	0.00	12.80	5.30	58.90	42.10	156.70	829.10
2011	119.10	151.80	135.70	60.20	9.30	4.70	7.10	8.90	56.50	50.90	42.80	189.70	836.70
2012	184.70	232.70	100.40	63.90	2.60	10.20	1.10	2.90	34.90	45.00	95.50	172.60	946.50
2013	178.00	167.10	91.80	46.20	8.90	1.30	0.00	19.90		60.50	105.10	210.30	889.10
2014	131.00	124.70	94.00	39.00	7.50								396.20
2015													0.00
2016													0.00
2017													0.00
2018													0.00
2019													0.00
2020													0.00
N° Datos	24.00	26.00	27.00	26.00	25.00	24.00	24.00	26.00	25.00	25.00	25.00	26.00	34.00
Media	161.00	149.07	116.91	52.22	11.65	3.56	5.48	8.10	23.95	60.33	90.06	137.30	614.75
Desv. Est.	54.33	42.31	41.92	27.63	14.92	4.89	7.95	7.94	20.51	26.70	49.97	41.27	360.24
Variancia	2952.05	1790.05	1757.48	763.18	222.64	23.95	63.23	63.11	420.58	712.78	2496.67	1703.30	129775.00
Mínima	49.00	88.40	39.02	8.90	0.00	0.00	0.00	0.00	1.02	9.04	34.00	51.20	0.00
Máxima	292.10	236.10	226.52	140.61	76.00	14.81	27.80	28.82	71.50	108.00	277.60	210.30	1070.39

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P Media	161.00	149.07	116.91	52.22	11.65	3.56	5.48	8.10	23.95	60.33	90.06	137.30
P Minima	49.00	88.40	39.02	8.90	0.00	0.00	0.00	0.00	1.02	9.04	34.00	51.20
P Máxima	292.10	236.10	226.52	140.61	76.00	14.81	27.80	28.82	71.50	108.00	277.60	210.30



ANEXO 01-01-3

REGISTRO HIDROMETEREOLOGICO

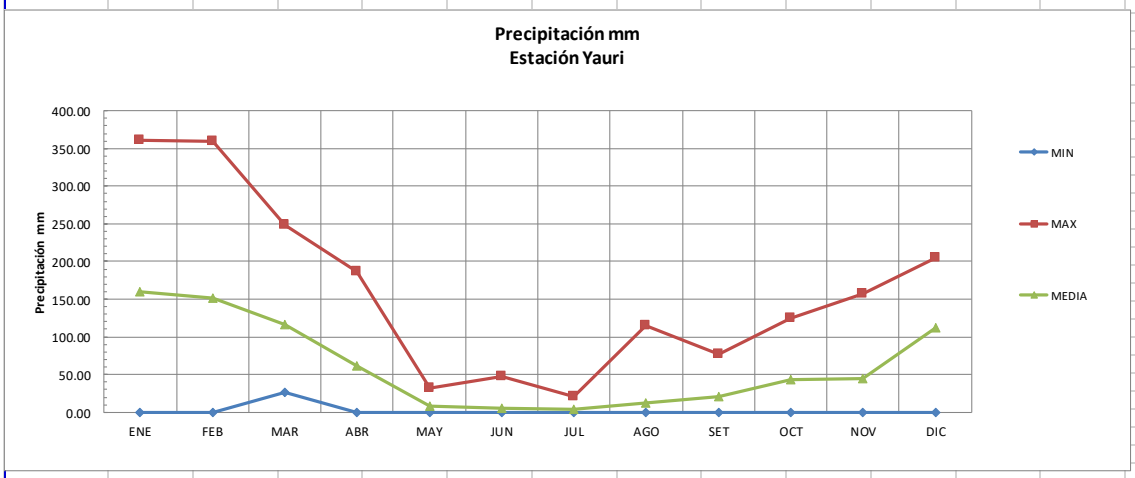
Precipitación Acumulada Mensual (mm)

						°	´	"					
ESTACION :	YAURI				LAT :	14	48	10.5			DIST :	ESPINAR	
CODIGO:	114032				LONG :	71	25	50.7			PRO :	ESPINAR	
					ALT :	3916	msnm				DEPT:	CUSCO	

ANOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	85.4	85.5	130.0	59.0	4.0	0.0	0.0	0.0	10.0	14.0	33.4	102.2	523.50
1965	81.9	103.1	111.8	37.8	0.0	0.0	2.2	0.0	17.9	21.3	33.1	203.9	613.00
1966	93.9	208.2	69.9	8.9	24.0	0.0	0.0	0.0	10.3	125.3	49.4	125.5	715.40
1967	65.4	92.6	169.1	41.4	11.2	0.0	9.9	18.3	31.4	89.5	25.2	107.2	661.20
1968	240.7	95.9	99.9	14.0	0.0	4.5	13.0	15.7	10.5	70.4	128.7	90.1	783.40
1969	210.7	149.9	73.0	51.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	489.60
1970	0.0	0.0	39.6	65.0	0.0	0.0	0.0	5.5	69.5	10.0	19.5	144.2	353.30
1971	174.3	284.4	111.7	49.6	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	10.1	6.0	119.3	757.90
1972	193.7	180.3	144.7	34.0	0.0	0.0	16.2	8.6	25.4	53.2	64.4	163.7	884.20
1973	360.3	360.1	248.4	186.6	15.6	0.0	3.3	5.9	69.2	24.8	71.1	104.7	1,450.00
1974	248.9	253.4	187.9	63.8	2.6	18.6	0.0	115.4	28.2	23.3	12.2	45.0	999.30
1975	166.5	229.4	128.2	124.6	32.6	7.8	0.0	0.0	0.0	9.0	43.4	99.4	840.90
1976	192.8	182.4	119.1	26.4	11.8	37.4	0.0	31.8	77.0	1.6	23.6	71.6	775.50
1977	43.8	154.6	60.8	0.0	1.4	0.0	6.2	0.0	10.2	49.2	42.0	40.2	408.40
1978	204.2	39.0	44.0	27.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
1987		11	26		0.0	11.0	20.4						
1988							6.8	0.0	6.3	24.3	13.9	205.3	
1991	22.5	68.0		54.1	15.8	47.0	0.0	0.0	55.9				
1992						0.0	0.0	45.3	1.2	59.9	75.6	35.0	
1993	269.3	107.2	134.6	107.3	5.5	0.0	0.8	15.0	7.7	93.7	156.7	157.1	1,054.90
1994	205.0	221.6	189.3	56.6	16.7	0.0	0.0	0.0	22.2	13.1	66.4	100.6	891.50
1914								3.5	41.4	99.7	11.3	188.9	
1915	182.7	111.2	116.9	131.2	13.7	0.5	1.5	17.3	20.6	30.1	26.4	142.6	794.70
1916	112.1	167.9	64.6	112.0	1.7	0.1	9.2	3.2	4.7	40.9	20.5	91.6	628.50
1917	168.0	105.6	168.1	68.4	22.6	0.1	3.2	0.0	12.1	57.7	66.3	156.4	828.50
1918	143.1	201.0	93.2	19.2	1.1	6.9	16.4	30.1	2.3	103.3	48.1	85.5	750.20
1919	225.9	206.3	145.8	74.5	12.5	0.0	0.0	0.0	3.0				
Nº DATOS	**23.00**	**24.00**	**23.00**	**23.00**	**24.00**	**25.00**	**26.00**	**26.00**	**26.00**	**24.00**	**23.00**	**23.00**	**20.00**
MEDIA	**160.48**	**150.78**	**116.36**	**61.43**	**8.03**	**5.46**	**4.39**	**12.14**	**20.65**	**42.68**	**45.10**	**112.17**	**760.20**
DESV.STD	**86.86**	**87.11**	**54.64**	**44.93**	**9.42**	**12.02**	**6.12**	**24.27**	**23.38**	**37.26**	**38.06**	**53.83**	**244.42**
C. V.	**0.54**	**0.58**	**0.47**	**0.73**	**1.17**	**2.20**	**1.40**	**2.00**	**1.13**	**0.87**	**0.84**	**0.48**	**0.32**
MIN	**0.00**	**0.00**	**25.70**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**353.30**
MAX	**360.30**	**360.10**	**248.40**	**186.60**	**32.60**	**47.00**	**20.40**	**115.40**	**77.00**	**125.30**	**156.70**	**205.30**	**1,450.00**

FUENTE DE INFORMACION:

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
MEDIA	160.48	150.78	116.36	61.43	8.03	5.46	4.39	12.14	20.65	42.68	45.10	112.17
MIN	0.00	0.00	25.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MAX	360.30	360.10	248.40	186.60	32.60	47.00	20.40	115.40	77.00	125.30	156.70	205.30



ANEXO 01-01-4

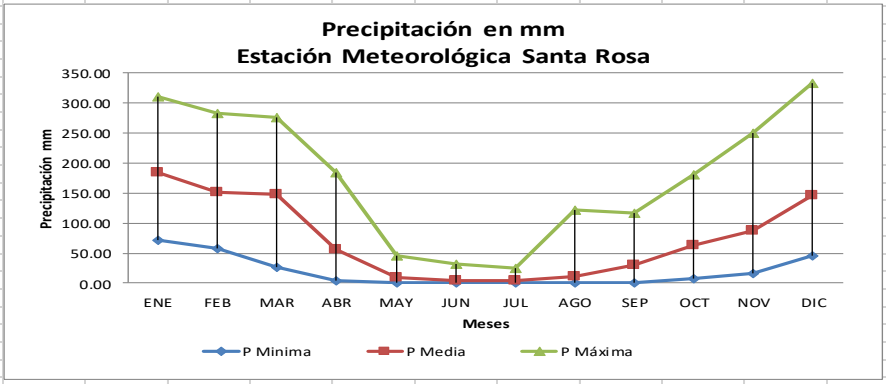
REGISTRO HIDROMETEREOLOGICO

Precipitación Acumulada Mensual (mm)

						°	´	"					
ESTACION :	SANTA ROSA				LAT :	14	37	4.1			DIST :	SANTA ROSA	
CODIGO:	114047				LONG :	70	47	34			PRO :	MELGAR	
					ALT :	3957	msnm				DEPT:	PUNO	

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	110.00	110.00	96.00	52.00	46.00	0.00	0.00	0.00	19.70	28.00	85.50	85.10	632.30
1965	185.50	151.00	259.00	35.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
1966								11.00	66.00	128.40	128.30	173.10	506.80
1967	97.70	124.30	147.00	33.20	15.80	0.50	21.80	29.00	30.20	63.50	31.80	163.10	757.90
1968	143.80	223.70	136.80	21.10	2.60	2.00	14.50	1.50				85.00	631.00
1969			155.70	104.30	0.00	0.00	15.40	3.70	30.00	134.70	66.60	77.30	587.70
1970	224.50	215.90			8.00	2.00	0.00	0.00	117.00	98.00	38.60	331.70	1035.70
1971	212.80	224.60	52.30	109.90	2.70	0.10	0.00	1.00	0.00	38.60	80.90	184.80	907.70
1972	309.90	153.80	147.00	54.00	2.30	0.00	0.00	16.80	17.70	36.90	76.10	162.10	976.60
1973	167.20	166.80	237.60	184.30	41.70	4.80	0.00	26.80	58.50	77.60	141.20	120.40	1226.90
1974	216.90	196.60	158.10	113.50	11.80	0.00	0.00	121.40	55.20	91.60	74.60	158.20	1197.90
1975	276.30	193.50	166.70	35.20	16.80	14.60	0.00	13.10	81.80	64.00	102.70	258.60	1223.30
1976	239.00	121.70	180.30	47.80	39.60	13.70	17.20	17.40	73.60	46.50	57.30	124.70	978.80
1977	272.80	281.90	188.20	27.40		0.00	5.60	0.00	59.90	86.10	248.90	207.90	1378.70
1978	154.60	252.60	177.10	51.70	2.60	0.50	0.00		53.40	18.90	236.50	223.90	1171.80
1979	280.10	97.70	156.40	87.60	2.30	0.00	0.00		12.50				636.60
1980													0.00
1981													0.00
1982													0.00
1983													0.00
1984													0.00
1985													0.00
1986										7.60	100.00	205.60	313.20
1987	185.80	94.00	115.90	39.20	2.00	0.00	24.70	19.20	11.90	50.60	132.40		675.70
1988													0.00
1989							0.40	45.10	43.40	54.40	51.30	111.30	305.90
1990	238.90	195.20	186.70	62.90	8.10	31.70		3.00	4.80	73.80	44.60	166.50	1016.20
1991	142.60	106.50	143.40	42.70	30.20	29.60	0.00	0.00	10.90	63.40	26.00	101.10	696.40
1992	109.80	68.50	26.90	4.00	0.00	0.50	0.00	23.40	8.30	38.30	93.70	87.10	460.50
1993	199.20	57.00	140.10	93.50	7.50	7.90	7.20	26.70	28.80	72.10	150.50	171.50	962.00
1994	263.20	174.40	188.30	74.80	13.00	2.00	0.00	3.70	4.50	37.30	92.30	179.40	1032.90
1995	127.30	148.20	159.90	28.50	6.20	0.00	0.00	0.00	50.50	84.80	144.60	106.30	856.30
1996	190.00	188.20	150.10	56.70	9.80	0.00	10.70	12.90	21.20	74.50	110.90	180.40	1005.40
1997	280.50	162.60	244.90	60.20	5.80	0.00		21.90	70.80	63.10	164.60	158.90	1233.30
1998	145.60	125.60	134.60		0.00	2.60	0.00	5.00	9.10	127.50	114.10	46.60	710.70
1999	138.50	164.80	276.00	65.20	10.30	0.00	0.00	0.00	26.60	54.70	16.40	98.20	850.70
2000	187.10	139.60	108.00	19.00	3.20	5.90	2.80	7.10	10.50	180.20	24.60	151.50	839.50
2001	242.80	163.70	125.80	28.90	34.90	0.00	8.80	5.20	15.50	37.90	25.90	56.80	746.20
2002	153.40	168.60	130.90	84.80	27.80	11.30	12.10	2.40	24.10	107.10	89.30	123.60	935.40
2003	155.10	147.20	186.30	37.70	10.60	2.30	0.00	11.80	14.60	24.00	26.10	112.90	728.60
2004	220.70	113.30	84.10	50.70	0.00	2.60	2.20	20.30	35.60	15.20	80.70	122.80	748.20
2005	71.20	202.50	112.00	35.80	0.00	0.00	2.60	10.80	2.00	67.00	84.80	105.40	694.10
2006	227.10	103.10	102.50	61.60	1.00	8.00	0.00	6.80	8.40	42.80	73.60	215.20	850.10
2007	101.10	104.60	227.20	65.80	9.50	1.20	3.00	0.00	41.60	53.70	81.30	84.40	773.40
2008	161.30	79.10	79.90	12.60	4.20	2.60	0.00	2.40	4.80	59.00	56.90	192.00	654.80
2009	120.20	135.90	72.40	28.40	2.20	0.00	1.20	0.00	13.30	36.00	126.10	136.20	671.90
2010	276.30	150.00	132.00	28.70	8.10	1.20	0.00	0.80	10.40	17.70	44.20	119.70	789.10
2011	109.10	208.20	176.70	54.70	12.10	3.60	6.40	1.20	47.80	41.10	46.80	139.60	847.30
2012	154.00	191.80	177.90	111.50	0.00	0.00	0.00	1.10	19.60	27.80	70.40	186.10	940.20
2013	219.40	141.00	118.00	31.00	7.90	9.00	1.80	6.40	7.60	65.40	74.00	148.50	830.00
2014	159.80	136.10	74.80	29.90	1.20	0.00	2.60	15.10	27.60	94.90	33.40	139.50	714.90
2015	199.40	93.90	119.30	79.50	0.00	1.60	4.20	4.00	26.20	26.30		228.00	782.40
2016	109.00	188.60			0.00				11.60	107.20	53.40	82.10	551.90
2017	139.80	65.70	159.30	53.30	13.20	0.00							431.30
2018													
2019							0.00	0.00	6.50	29.70	128.20	116.70	
N° Datos	43.00	43.00	42.00	41.00	43.00	43.00	42.00	43.00	44.00	44.00	43.00	44.00	53.00
Media	184.17	151.91	147.91	56.06	9.79	3.76	3.93	11.58	29.41	62.45	86.75	146.13	707.51
Desv. Est.	60.54	51.19	53.77	34.47	12.18	7.11	6.44	20.04	25.72	36.44	51.83	56.53	358.14
Variancia	3664.59	2620.26	2891.15	1188.45	148.24	50.54	41.44	401.73	661.43	1327.76	2686.46	3195.37	128267.66
Mínima	71.20	57.00	26.90	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.60	16.40	46.60	0.00
Máxima	309.90	281.90	276.00	184.30	46.00	31.70	24.70	121.40	117.00	180.20	248.90	331.70	1378.70

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P Media	184.17	151.91	147.91	56.06	9.79	3.76	3.93	11.58	29.41	62.45	86.75	146.13
P Minima	71.20	57.00	26.90	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.60	16.40	46.60
P Máxima	309.90	281.90	276.00	184.30	46.00	31.70	24.70	121.40	117.00	180.20	248.90	331.70



ANEXO 01-01-5

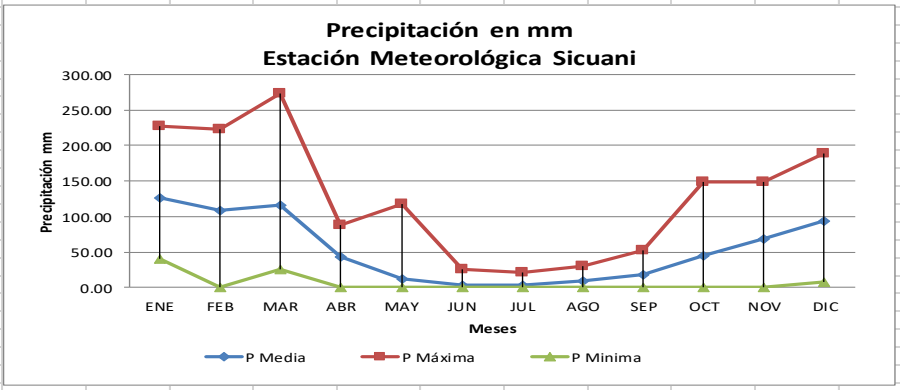
REGISTRO HIDROMETEREOLOGICO

Precipitación Acumulada Mensual (mm)

						°	´	"					
ESTACION :	SICUANI				LAT :	14	14	14.5			DIST :	SICUANI	
CODIGO:	114033				LONG :	71	14	12.1			PRO :	CANCHIS	
					ALT :	3534	msnm				DEPT:	CUSCO	

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	95.40	101.00	112.00	50.00	31.80	0.00	2.50	3.20	32.20	25.80	85.10	50.00	589.00
1965	43.20	89.70	119.00	51.70	2.10	0.00	2.40	3.70	52.50	66.10	61.00	179.70	671.10
1966	81.60	118.20	94.20	6.00	35.00	0.00	0.00	2.30	38.90	148.80	106.00	121.00	752.00
1967	63.40	117.20	155.90	33.00	8.20	1.40	21.40	28.70	40.40	49.00	46.80	129.50	694.90
1968	118.20	171.30	272.90	55.60	0.00	0.00	16.00	28.20	21.40	62.10	149.30	64.20	959.20
1969	132.50	127.00	140.40	67.00	3.60	2.80	8.00	1.60	18.00	78.20	76.20	80.80	736.10
1970	172.30	139.50	141.30	50.30	5.60	0.00	0.00	0.00	20.40	48.30	46.60	185.40	809.70
1971	189.50	162.00	66.10	66.90	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.80	71.60	565.90
1972	154.20	76.50	95.60	58.10	6.30	0.00	15.90	29.60	0.00	8.00	35.20	94.40	573.80
1973	140.70	136.20	168.00	82.50	3.10	0.00	2.00	11.80	5.90	27.00	47.60	96.20	721.00
1974	168.50	223.30	91.10	25.10	0.80	6.50	0.00	16.00	24.50	13.00	51.50	77.00	697.30
1975	157.00	103.90	134.90	39.40	20.30	0.70	0.00	8.40	32.10	24.40	62.40	154.20	737.70
1976	161.90	68.70	130.40	27.50	11.40	6.70	5.10	9.60	17.90	9.30	29.00	86.30	563.80
1977	70.50	179.90	87.00	33.90	7.20	0.00	0.80	0.00	11.00	30.70	87.30	88.10	596.40
1978	214.60	71.30	183.40	83.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.50	24.20	73.40	37.90	713.30
1979	66.80	50.50	64.80	31.80	4.40	0.00	0.90	19.80	27.60	0.80	14.30	31.70	313.40
1980	86.60	49.30	26.10	0.00	15.60	18.60	19.90	21.60	1.60	65.90	60.20	82.60	448.00
1981	130.10	110.90	119.00	0.80	0.00	6.90	0.00	19.20	0.00	6.00	8.60	43.30	444.80
1982	66.30	26.30	48.40	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	24.00	58.10	34.00	8.60	266.60
1983	41.20	0.00	31.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.80	1.00	0.00	63.10	151.70
1984	131.20	52.10	45.30	3.00	0.00								231.60
1985													0.00
1986													0.00
1987				49.80	2.90	1.30	0.00	0.50	2.50	24.90	132.10	155.30	369.30
1988	143.80	94.90	125.60	87.40	4.00	0.00	0.00	0.00	3.40	17.00	18.70	57.20	552.00
1989	183.40	108.20	168.50	76.50	16.10	10.20	0.00	12.00	50.30	52.50	46.90	130.80	855.40
1990	127.10	106.10	71.20	33.80	1.50	25.20	0.00	9.00	11.20	128.80	90.50	130.30	734.70
1991				59.30	118.10	14.40	0.00	0.00	12.70	44.90	59.90	70.40	379.70
1992	99.20	63.00						19.50	19.10	62.80	96.80	53.70	414.10
1993	163.00	88.90	116.20	57.40	0.00	1.20	2.00	9.80	27.10	66.00	136.40	114.10	782.10
1994	126.40	142.40	128.40	72.90	18.80	0.30	0.00	1.20	9.30	50.50	81.00	127.40	758.60
1995	107.40	101.10	131.30	72.50	3.10	1.20	2.80	0.00	16.60	36.00	91.70	114.60	678.30
1996	121.30	112.00	155.50	42.70	16.30	0.00	0.00	12.00	24.50	54.20	61.60	115.70	715.80
1997	226.70	173.80	176.90	49.90	3.50	0.00	5.20	15.20	8.90	45.10			705.20
1998													0.00
1999													0.00
2000													0.00
2001													0.00
2002													0.00
2003													0.00
2004													0.00
2005													0.00
2006													0.00
2007													0.00
2008													0.00
2009													0.00
2010													0.00
2011													0.00
2012													0.00
2013													0.00
2014													0.00
2015													0.00
2016													0.00
2017	156.30	114.60	125.70	60.80	43.20	0.00	2.20	13.60	22.70	73.70	121.90	73.40	808.10
2018	118.90	166.70	115.20	30.80	5.20	20.40	20.10	23.60	4.40	83.00	105.40	43.30	737.00
2019	129.30	135.70	86.10	46.70	8.50	0.60	0.00	0.00	0.50	47.30	136.30	188.60	779.60
N° Datos	33.00	33.00	32.00	34.00	34.00	33.00	33.00	34.00	34.00	34.00	33.00	33.00	56.00
Media	126.92	108.55	116.50	44.30	11.84	3.59	3.88	9.41	18.29	45.10	68.41	94.56	384.06
Desv. Est.	46.43	47.64	50.49	25.81	21.58	6.69	6.67	9.72	14.13	33.75	40.41	45.92	336.26
Variancia	2155.47	2269.39	2549.07	666.14	465.68	44.81	44.42	94.50	199.64	1139.39	1633.18	2109.07	113071.90
Mínima	41.20	0.00	26.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.60	0.00
Máxima	226.70	223.30	272.90	87.40	118.10	25.20	21.40	29.60	52.50	148.80	149.30	188.60	959.20

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P Media	126.92	108.55	116.50	44.30	11.84	3.59	3.88	9.41	18.29	45.10	68.41	94.56
P Minima	41.20	0.00	26.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.60
P Máxima	226.70	223.30	272.90	87.40	118.10	25.20	21.40	29.60	52.50	148.80	149.30	188.60



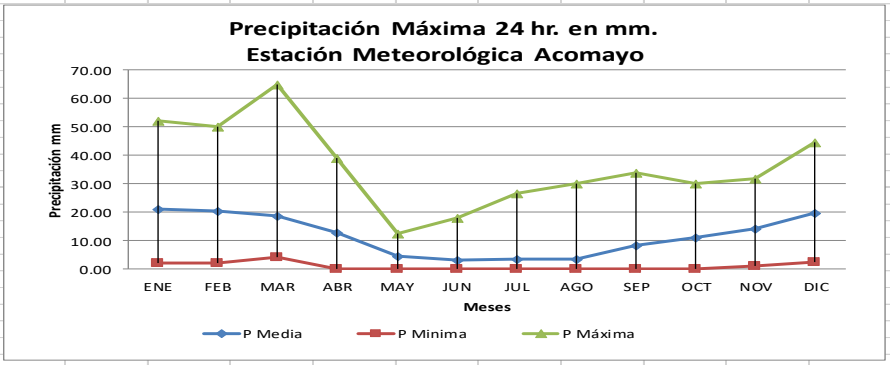
ANEXO 01-02-01

REGISTRO HIDROMETEREOLOGICO

Precipitación Máxima en 24 hr. (mm)

						°	´	"					
ESTACION :	ACOMAYO				LAT :	13	55	17.8			DIST :	ACOMAYO	
CODIGO:	113038				LONG :	71	41	2			PRO :	ACOMAYO	
					ALT :	3212	msnm				DEPT:	CUSCO	
AÑOS	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**MAXIMA**
1963												10.50	
1964	20.80		10.20	18.50						5.80	8.00	14.00	20.80
1965	16.80	8.60	13.80	24.20	0.00	0.00	3.90	0.00	14.00	12.50	15.70	27.40	27.40
1966	12.30	25.20	11.30	3.20	11.20	0.00	0.00	2.70	11.60	22.50	14.20	12.00	25.20
1967	17.50	27.50	16.80	9.40	3.20	1.60	6.30	4.40	5.90	16.00	25.00	11.00	27.50
1968	18.40	20.70	11.20	18.00	1.00	13.70	13.10	2.40	4.20	12.20	13.00	18.00	20.70
1969	11.40	24.80	12.30	11.00	2.00	6.80	14.10	1.10	20.60	6.70	24.60	19.30	24.80
1970	40.20	20.30	16.00	18.10	8.60	3.00	5.80	0.00	20.60	12.50	8.70	42.30	42.30
1971	31.80	29.90	26.60	32.70	1.80	2.30	2.60	0.00	0.00	15.30	7.00	15.70	32.70
1972	23.00	8.20	27.00	13.60	3.60	4.20	6.20	4.80	7.60	14.20	19.40	28.20	28.20
1973	34.00	17.90	36.50	14.80	9.80	1.40	6.20	3.70	6.40	4.30	14.90	23.70	36.50
1974	27.70	30.00	15.00	10.80	1.00	18.00	1.00	14.30	1.00	14.20	5.20	30.70	30.70
1975	27.30	18.80	12.40	4.40	3.40	0.00	2.00	2.70	8.10	2.10	6.60	16.20	27.30
1976	16.00	13.30	31.50	14.20	5.80	0.00	2.80	6.00	8.30	7.10	5.70	15.00	31.50
1977	26.20	39.70	14.10	6.40	3.20	0.00	2.80	0.00	9.00	7.30	13.70	6.30	39.70
1978	28.60	17.20	9.40	14.80	6.30	3.40	3.30	1.40	11.80	3.80	18.80	21.90	28.60
1979	20.00	15.20	16.20	4.60	1.20	0.00	0.00	5.70	4.10	4.30	23.10	9.30	23.10
1980	24.80	35.80	22.20	5.00	3.40	1.80	2.30	2.30	1.20	19.40	13.90	11.80	35.80
1981	27.00	22.30	7.50	18.40	10.40	1.20	0.00	4.80	20.00	23.10	26.70	18.20	27.00
1982	49.00	21.70	22.30	11.30	3.40	1.80	26.70	2.80	13.60		26.80	9.20	49.00
1983	4.90	12.30	12.30	12.30	1.80	4.40	4.20	3.40	11.70	7.40	12.30	9.20	12.30
1984	28.50	26.50	23.90	13.80	8.40	6.20	10.80	4.10	6.30	4.60	11.10	7.90	28.50
1985	13.60	11.50	17.90	10.60		12.70	1.20	1.00	4.30	6.40	7.80	14.60	17.90
1986	9.10	11.60	9.10	8.10	2.40	4.60	4.60	2.40	7.50	4.10	6.30	5.20	11.60
1987	9.60	6.50	4.60	6.50	7.50	4.60	1.00	0.00	3.10	3.10	6.40	16.50	16.50
1988	10.80	12.90	9.10	10.80	4.20	2.10	0.00	0.00	4.30	0.00	1.10	5.70	12.90
1989	17.40	19.60	15.30	10.10	8.70	1.10	0.00	1.10	2.40	4.50	3.50	8.10	19.60
1990	6.40	4.20	4.20	0.00	1.20	1.20	4.20	1.40	1.10	7.40	7.20	2.30	7.40
1991	7.80	6.90	8.10	1.50	4.70	4.60	0.00	0.00	3.20	1.40	3.70	3.60	8.10
1992	2.10	2.20	7.80	7.80	3.40	2.50	2.30	6.80	2.30	0.00	4.70	3.70	7.80
1993	18.70	18.60	13.30	18.20	0.00	2.80	6.90	3.00	6.40	7.60	9.60	12.40	18.70
1994	16.80	29.20	22.20	13.40	3.30	0.00	0.00	0.00	4.20	9.70	26.00	14.90	29.20
1995	22.00	16.00	10.50	13.00	0.00	0.00	10.20	0.00	22.30	11.00	16.30	27.20	27.20
1996	30.10	20.70	26.90	12.40	10.20	0.00	1.00	30.00	17.50	30.20	13.50	19.70	30.20
1997	22.20	20.10	65.00	8.90	12.40	0.00	0.00	7.50	1.20	12.80	16.80	24.40	65.00
1998	29.40	44.40	23.10	17.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.10	18.30	33.90	44.40
1999	25.00	10.00	19.90	17.20	0.00	0.00	0.00	0.00	7.40	20.50	8.00	32.10	32.10
2000	15.10	17.10	10.40	8.70	3.50	8.70	4.50	7.50	9.10	19.80	10.00	26.20	26.20
2001	34.00	14.40	32.20	11.20	5.40	3.40	5.30	5.80	15.70	9.80	10.80	15.10	34.00
2002	34.80	31.90	31.50	13.70	10.00	1.10	5.40	3.70	9.50	16.00	25.00	39.10	39.10
2003	24.60	31.40	15.90	16.00	7.50	8.00	0.00	2.60	1.90	13.60	15.40	28.20	31.40
2004	25.60	30.60	21.00	17.00	9.70	3.60	4.50	23.50	16.30	25.50	18.90	28.50	30.60
2005	15.40	28.80	18.20	21.80	4.30	0.00	0.00	2.90	0.00	10.60	24.60	19.20	28.80
2006	24.10	22.70	30.70	25.80	0.00	12.40	0.00	4.80	1.90	10.50	31.90	40.50	40.50
2007	27.80	34.00	38.70	39.00	1.00	0.00	3.00	0.00	2.90	13.20	23.20	19.20	39.00
2008	18.40	50.00	24.00	11.00	12.20	3.40	0.00	0.00	4.30	19.60	8.00	19.30	50.00
2009	14.30	18.60	26.20	19.40	5.90	0.00	5.60	0.00	3.40	5.50	23.20	24.20	26.20
2010	52.20	16.20	23.30	6.90	8.50	0.00	0.00	6.10	5.00	11.30	6.20	39.00	52.20
2011	19.60	18.80	23.60	13.20	3.20	3.50	3.40	0.00	19.90	11.00	23.80	44.60	44.60
2012	22.00	33.40	14.90	17.50	3.50	12.60	0.00	0.00	16.70	7.40	26.60	44.60	44.60
2013	16.40	22.60	10.70	12.60	0.00	0.00	0.00	7.50	11.40	19.70	19.80	22.90	22.90
2014	11.50	12.30	10.80	5.30	5.20	0.00							12.30
2015													0.00
2016													0.00
2017	8.50	8.60	12.30	10.60	3.80	0.00	0.50	2.70	5.10	6.80	6.60	11.00	12.30
2018	10.60	8.80	8.50	2.80	1.80	4.70	4.20	1.40	1.70	10.00	6.40	11.50	11.50
2019	7.50	10.10	6.30	7.90	2.70	0.00	1.60	0.00	33.80				33.80
2020			33.80			6.20	0.00	0.00	1.30	12.20	12.50	23.00	33.80
N° Datos	54.00	53.00	55.00	54.00	52.00	54.00	53.00	53.00	53.00	52.00	53.00	54.00	57.00
Media	20.92	20.39	18.52	12.89	4.53	3.21	3.46	3.55	8.17	11.03	14.27	19.60	27.75
Desv. Est.	10.36	10.31	10.72	7.22	3.60	4.17	4.72	5.49	7.21	6.77	7.84	11.10	13.12
Variancia	107.40	106.32	114.85	52.16	12.98	17.39	22.32	30.12	52.01	45.89	61.49	123.13	172.10
Mínima	2.10	2.20	4.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	2.30	0.00
Máxima	52.20	50.00	65.00	39.00	12.40	18.00	26.70	30.00	33.80	30.20	31.90	44.60	65.00

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P Media	20.92	20.39	18.52	12.89	4.53	3.21	3.46	3.55	8.17	11.03	14.27	19.60
P Minima	2.10	2.20	4.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	2.30
P Máxima	52.20	50.00	65.00	39.00	12.40	18.00	26.70	30.00	33.80	30.20	31.90	44.60



ANEXO 01-02-02

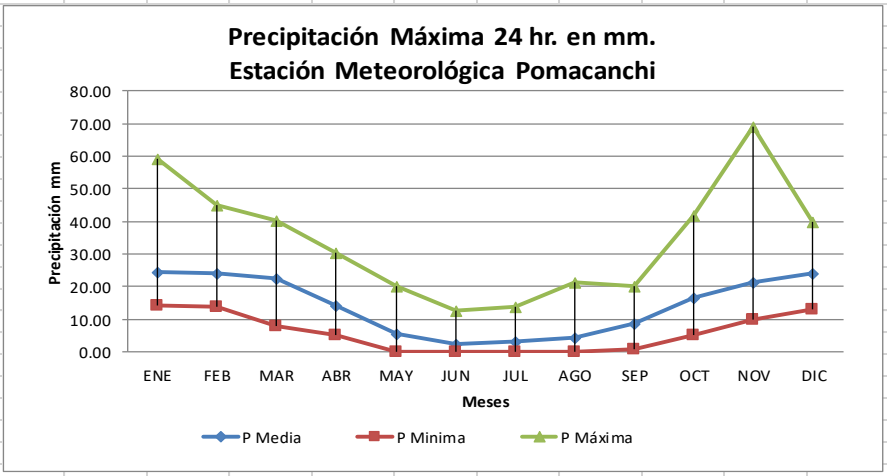
REGISTRO HIDROMETEREOLOGICO

Precipitación Máxima en 24 hr. (mm)

						°	´	"					
ESTACION :	POMACANCHI				LAT :	14	1	40.1			DIST :	POMACANCHI	
CODIGO:	114046				LONG :	71	34	21.3			PRO :	ACOMAYO	
					ALT :	3690	msnm				DEPT:	CUSCO	

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MAXIMA
1985	16.00	26.00	8.00	15.00	20.00	5.00	0.00	3.00	20.00	15.00	43.00	30.00	43.00
1986	20.00	18.00	10.00	15.00	5.00	0.00	0.00	1.00	17.00	13.00	17.00	38.00	38.00
1987			16.00	12.50	0.01	0.50	14.00	0.00	3.00				16.00
1988								0.00	10.90	5.10	12.40	13.00	13.00
1989		18.20	14.00	5.10									18.20
1990													0.00
1991												19.00	19.00
1992	24.00	15.00	33.50					14.00	6.50	24.00	17.00	17.00	33.50
1993	24.00	22.50	26.00	11.50	0.01	2.00	3.00	4.00	5.00	42.00	14.00	28.50	42.00
1994	59.00	20.00	28.00	13.00	4.50	0.01	0.01	1.00	15.00	22.00	29.00	22.00	59.00
1995	14.50	15.50	24.00	11.50	10.50	0.01	5.50	1.50	10.50	8.00	20.00	34.00	34.00
1996	22.50	14.50	20.00	13.50	10.50	0.01	0.01	21.50	17.00	31.00	18.50	19.00	31.00
1997		20.50	29.00	6.00	5.00	0.00	5.00	6.50	5.00	26.00	24.50	27.50	29.00
1998	24.50	18.00	25.50	13.50	0.00	0.01	0.00	0.01	1.00	12.00	24.50	27.00	27.00
1999	26.80	21.60	14.80	18.00	4.20	0.01	1.60	0.01	4.10	11.10	10.50	27.60	27.60
2000	23.10	25.20	16.80	11.00	5.60	12.50	4.50	7.30	9.40	16.50	15.40	27.50	27.50
2001	33.30	26.00	37.00	9.00	6.30	3.30	9.20	4.70	7.10	20.50	14.60	39.80	39.80
2002	19.60	45.10	28.40	17.90	9.90	0.60	7.50	5.30	17.00	21.00	19.90	21.00	45.10
2003	29.50	21.10	21.20	23.70	8.00	8.70	0.00	3.60	4.10	10.70	18.40	21.30	29.50
2004	27.70	29.80	16.70	8.80	18.80	4.10	4.40	8.30	10.10	20.80	12.60	28.00	29.80
2005	14.10	28.50	27.50	23.70	2.10	0.00	0.20	3.00	2.60	15.30	19.70	15.20	28.50
2006	25.80	38.50	23.00	28.10	1.00	9.70	0.00	7.00	4.30	17.00	18.10	32.50	38.50
2007	29.50	23.10	40.10	30.30	9.90	0.00	2.50	0.01	2.20	15.30	27.30	17.50	40.10
2008	15.40	22.50	26.30	9.70	6.80	1.80	0.00	2.60	9.90	22.50	10.70	13.10	26.30
2009	16.00	18.00	21.20	8.50	2.60	0.00	4.30	0.00	4.80	7.80	32.70	19.10	32.70
2010	39.40	14.00	18.50	16.00	1.20	0.00	0.00	6.70	3.60	10.90	18.20	19.00	39.40
2011	20.60	17.80	20.00	15.90	3.20	4.70	4.50	4.30	12.50	13.60	18.20	27.60	27.60
2012	24.30	35.40	16.40	13.60	2.30	9.40	0.90	2.90	9.20	8.00	16.90	25.20	35.40
2013	19.70	24.70	17.10	13.70	5.60	1.00	0.00	8.30	13.90	13.60	24.80	31.80	31.80
2014	18.70	32.50	18.20	6.80	2.00	0.00	1.60	2.50	16.50	21.00	10.20	20.80	32.50
2015	18.50	30.10	33.30	9.90	5.00	0.00	10.60	6.40	3.50	8.50	22.60	22.00	33.30
2016	33.80	28.60	13.30	23.00	3.20	0.00	7.00	2.00	10.50	9.30	10.00	21.00	33.80
2017	25.50	17.70	31.50	11.00	7.90	0.60	2.20	10.30	10.40	11.10	13.20	18.80	31.50
2018	21.80	38.90							5.40	23.20	16.20	19.30	38.90
2019	23.60	21.40	26.00	16.00	4.00	0.00	2.50	1.40	3.60	22.80	37.20	33.40	37.20
2020	27.00	24.90	22.10			2.50	0.00	0.20	6.70	18.30	69.20	22.20	69.20
N° Datos	30.00	32.00	32.00	30.00	29.00	30.00	30.00	32.00	33.00	32.00	32.00	33.00	36.00
Media	24.61	24.18	22.61	14.37	5.69	2.22	3.03	4.35	8.55	16.78	21.14	24.20	32.74
Desv. Est.	8.81	7.66	7.68	6.22	4.92	3.51	3.66	4.66	5.22	7.78	11.70	6.85	11.94
Variancia	77.67	58.69	59.00	38.67	24.18	12.33	13.38	21.71	27.22	60.57	136.92	46.95	142.68
Mínima	14.10	14.00	8.00	5.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	5.10	10.00	13.00	0.00
Máxima	59.00	45.10	40.10	30.30	20.00	12.50	14.00	21.50	20.00	42.00	69.20	39.80	69.20

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P Media	24.61	24.18	22.61	14.37	5.69	2.22	3.03	4.35	8.55	16.78	21.14	24.20
P Minima	14.10	14.00	8.00	5.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	5.10	10.00	13.00
P Máxima	59.00	45.10	40.10	30.30	20.00	12.50	14.00	21.50	20.00	42.00	69.20	39.80



ANEXO 01-02-03

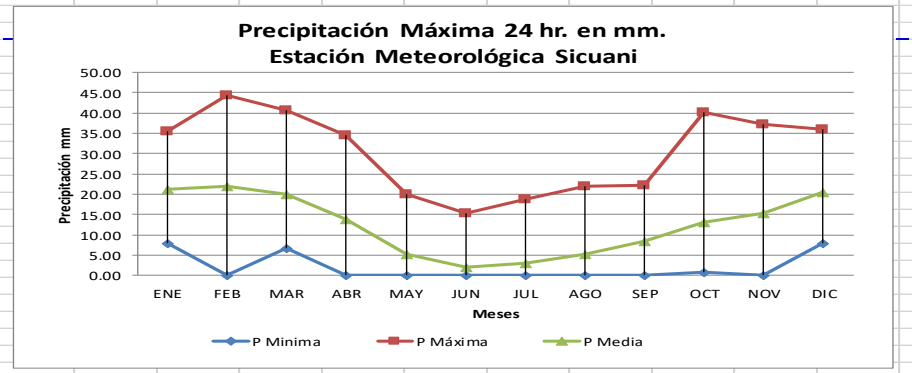
REGISTRO HIDROMETEREOLOGICO

Precipitación Máxima en 24 hr. (mm)

						°	´	"					
ESTACION :	SICUANI				LAT :	14	14	14.5			DIST :	SICUANI	
CODIGO:	114033				LONG :	71	14	12.1			PRO :	CANCHIS	
					ALT :	3534	msnm				DEPT:	CUSCO	

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MAXIMA
1964													
1965	8.70	12.00	22.00	15.20	1.10	0.00	1.50	22.00	17.20	19.00	12.00	25.60	25.60
1966	12.60	22.10	12.60	15.00	17.00	0.00	0.00	0.00	9.30	30.30	17.00	17.80	30.30
1967	14.50	29.00	22.80	9.00	3.50	1.40	6.00	10.00	11.00	8.80	8.00	22.00	29.00
1968	11.10	19.00	35.00	17.00	0.00	0.00	16.00	19.50	10.00	17.60	34.00	11.20	35.00
1969	20.10	12.60	19.60	13.80	3.60	1.80	8.00	1.60	10.00	18.00	14.20	17.90	20.10
1970	31.00	16.50	17.90	14.10				0.00	7.50	11.80	17.50	25.00	31.00
1971	25.20	29.90	24.80	31.80	4.50	0.00	0.00	0.00				9.80	31.80
1972	16.90	14.20	15.60	24.70	3.10	0.00	11.00	15.50		4.10	10.30	14.80	24.70
1973	26.80	22.20	19.90	18.40	3.10	0.00	1.60	7.30	4.10	10.90	9.30	18.60	26.80
1974	20.40	23.90	17.20	9.50	0.80	4.30	0.00	4.90	19.20	3.60	8.50	15.90	23.90
1975	14.80	16.40	20.80	7.50	6.20	6.40	0.00	5.20	12.30	4.80	15.20	25.40	25.40
1976	22.60	9.80	19.80	8.10	8.80	4.10	3.70	7.50	6.10	7.80	10.70	16.50	22.60
1977	22.20	24.80	19.20	10.40	3.20	0.00	0.80	0.00	10.10	10.20	12.00	19.80	24.80
1978	24.50	17.80	31.10	18.80	0.00	0.00	0.00	0.00	16.70	12.00	20.40	11.90	31.10
1979	20.60	28.70	10.80	18.20	2.60	0.00	0.90	10.20	15.40	0.80	4.90	18.00	28.70
1980	26.80	18.20	12.60	0.00	20.00	15.20	10.60	18.80	10.60	34.80	37.20	16.00	37.20
1981	28.60	35.50	31.60	0.80	0.00	6.90	0.00	18.40	0.00	6.00	8.60	11.20	35.50
1982	23.80	10.90	20.20	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	10.60	21.30	11.20	7.90	23.80
1983	29.90	0.00	6.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.90	1.00	0.00	28.40	29.90
1984	34.80	20.70	22.50	3.00	0.00								34.80
1985													0.00
1986													0.00
1987							7.70	0.50	2.50	5.50	21.40		21.40
1988		18.10	22.90	14.40	4.00								22.90
1989						0.00	8.00	5.00	22.10	14.10	6.50	17.60	22.10
1990	13.20	23.90	22.00	8.00									23.90
1991		19.50		21.80	6.40		0.00	0.00	6.50	15.00	16.20	21.00	21.80
1992	7.90	6.50	14.20										14.20
1993													0.00
1994													0.00
1995	18.80	16.60	14.00	17.50	3.10	1.20	1.60	0.00	6.50	8.00	23.40	27.00	27.00
1996	12.70	17.90	40.60	14.30	7.30	0.00	0.00	7.40	10.60	15.00	11.60	16.80	40.60
1997	20.60	40.50	28.00	16.10	2.00	0.00	5.20	6.50	5.80	7.70	17.50	14.50	40.50
1998	24.20	28.10	10.20	6.30	0.00	0.00	0.00	4.20	1.70	26.30	10.00	28.80	28.80
1999	16.40	18.20	10.80	18.80	13.90	3.20	0.30	0.00	16.50	6.00	10.60	24.80	24.80
2000	17.20	22.50	22.30		4.00	6.00	4.40	1.30	8.30	25.80	8.90	15.30	25.80
2001	35.40	18.60	31.60	16.50	10.20	1.20	5.70	4.40	14.80	17.10	14.50	36.00	36.00
2002	32.50	27.70	17.20	34.60	16.00	0.00	6.00	3.20	8.20	15.20	16.50	23.10	34.60
2003	26.00	12.30	24.80	15.00	6.60	6.60	0.00	6.10	1.20	9.70	9.50	30.40	30.40
2004	16.10	34.10	18.50	14.40	2.90		2.80	5.60	12.00	7.70	14.00	15.60	34.10
2005	12.80	44.40	23.50	9.10	4.50	0.00	1.60	0.00	6.20	11.10	18.10		44.40
2006	18.30	23.50	12.10	29.80	3.30	5.30	0.00	8.00		8.20	19.00	25.20	29.80
2007	24.50		28.80	8.40	1.90	0.00	6.80	0.00	12.50	12.60	20.20		28.80
2008	18.20	22.90	31.30	7.40	6.00	0.70	0.60	0.60	1.60	23.70	9.00	24.70	31.30
2009	13.60	15.50	11.90	10.10	5.20	0.00	3.70	0.00	4.80	12.30	18.40	20.00	20.00
2010	24.70	20.60	22.30	19.10	2.30	0.00	0.00	5.70	1.60	13.40	23.70	22.70	24.70
2011	12.70	11.40	22.80	32.50	12.40	2.90	2.90	1.00	11.00	14.60	6.80	34.10	34.10
2012	31.50	31.60	17.50	16.60	0.50	3.20	0.80	0.00	5.50	9.40	16.00	22.40	31.60
2013	28.30	25.80	11.20	5.80	6.30	3.50	0.00	7.40	0.90	7.00	14.30	20.70	28.30
2014	19.60	23.30	15.90	11.00	3.80	0.00	0.20	5.90	10.00	8.50	5.60	23.30	23.30
2015	28.50	20.20	17.90		3.80	2.40		5.50	5.50	14.10	19.70	21.00	28.50
2016	34.20	32.20	11.00	20.30	2.50	0.00	0.30	3.60	6.70	12.90		15.70	34.20
2017	22.20	27.40	18.00	20.80	14.90	0.00	2.20	12.70	11.30	40.10	28.80	15.70	40.10
2018	19.00	35.50	21.10	11.20	2.80	10.00	18.70	10.80	3.00	15.90	28.40	13.60	35.50
2019	20.80	19.70	17.00	7.00	6.90	0.00	0.00	0.00	0.50	9.40	32.50	32.70	32.70
2020	14.20	32.40	14.60	6.00	9.30	0.10	0.00	0.00	7.50	11.60	12.00	25.80	32.40
N° Datos	48.00	49.00	49.00	47.00	47.00	44.00	46.00	48.00	45.00	47.00	46.00	45.00	56.00
Media	21.25	21.94	19.93	13.79	5.11	1.96	3.05	5.13	8.50	13.21	15.31	20.49	27.15
Desv. Est.	7.10	8.72	7.13	8.30	4.89	3.23	4.36	5.92	5.27	8.21	7.91	6.51	9.61
Variancia	50.48	76.07	50.83	68.89	23.93	10.43	19.03	35.07	27.73	67.42	62.51	42.40	92.41
Mínima	7.90	0.00	6.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	7.90	0.00
Máxima	35.40	44.40	40.60	34.60	20.00	15.20	18.70	22.00	22.10	40.10	37.20	36.00	44.40

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P Media	21.25	21.94	19.93	13.79	5.11	1.96	3.05	5.13	8.50	13.21	15.31	20.49
P Minima	7.90	0.00	6.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	7.90
P Máxima	35.40	44.40	40.60	34.60	20.00	15.20	18.70	22.00	22.10	40.10	37.20	36.00



ANEXO 01-02-04

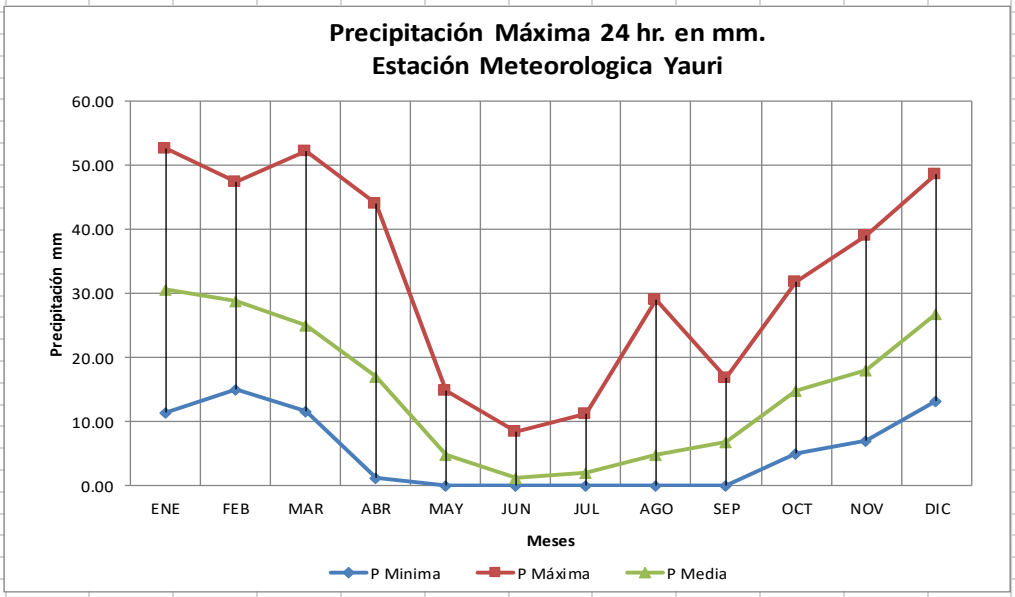
REGISTRO HIDROMETEREOLOGICO

Precipitación Máxima 24 hr. Mensual (mm)

						°	´	"					
ESTACION :	YAURI				LAT :	14	48	10.5			DIST :	ESPINAR	
CODIGO:	114032				LONG :	71	25	50.7			PRO :	ESPINAR	
					ALT :	3916	msnm				DEPT:	CUSCO	

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PMAX
1993	34.90	30.70	34.00	22.00	3.00	0.00	0.80	5.60	4.20	24.20	39.00	33.20	39.00
1994	26.20	35.80	23.00	10.90	14.80	0.00	0.00	0.00	12.00	5.00	34.00	17.40	35.80
1995	35.30	25.80	34.20	23.80	2.70	0.00	0.00	2.80	6.50	27.80	11.70	21.40	35.30
1996	23.60	33.00	24.00	20.20	8.30	0.00	0.00	7.10	10.10	6.50	12.60	20.70	33.00
1997	30.30	23.20	15.30	13.00	2.20	0.00	0.00	11.80	16.00	5.00	20.80	37.20	37.20
1998	42.70	28.40	13.20	6.00	0.00	2.50	0.00	1.60	0.80	20.60	16.90	15.90	42.70
1999	23.80	34.70	24.20	40.40	3.60	0.00	0.00	0.80	13.00	12.00	17.90	21.10	40.40
2000	26.60	26.10	31.10	11.10	3.50	3.90	0.00	6.50	5.70	17.00	7.40	27.30	31.10
2001	24.50	27.00	30.80	27.10	14.70	0.90	3.80	2.00	1.50	10.90	10.50	17.40	30.80
2002	28.50	31.00	20.80	9.10	12.60	0.50	10.60	0.00	14.80	12.90		22.40	31.00
2003	32.50	24.30	26.20	9.30	3.20	0.80	0.00	5.50	16.70	5.50	31.50	22.40	32.50
2004	50.30	27.80	33.00	24.00	0.00	1.80	5.30	12.00	8.80	14.60	26.10	26.80	50.30
2005	11.30	35.60	22.50	13.90	1.10		0.00	3.00	2.60	12.60	8.20	34.40	35.60
2006	43.40	23.80	36.40	21.40	0.80	3.10	0.00	8.80	10.00	21.70	15.70	19.00	43.40
2007	37.00	15.00	16.30	11.00	2.70	0.00	3.40	0.00	6.30	13.50	13.70	27.50	37.00
2008	27.60	23.20	23.50	1.20	2.30	5.30	0.00	0.00	0.20	23.00	22.40	13.10	27.60
2009	17.60	21.90	17.00	11.80	3.20	0.00	1.40	0.00	1.30	18.70	38.00	46.00	46.00
2010	22.40	37.60	52.10	14.20	5.30	0.00	0.00	0.00	1.10	6.80	11.20	32.60	52.10
2011	41.50	38.30	16.30	19.60	7.30	0.00	1.20		13.90	7.80	16.50	30.30	41.50
2012	24.30	47.40	28.40	14.00	9.90	0.00	0.10	0.00	8.80	8.70	18.80		47.40
2013	24.70	19.50	22.90	5.30	1.70	8.40	1.60	16.90	0.00	6.90	15.70	27.20	27.20
2014	17.00	26.90	11.60	15.50	3.50	0.00	1.80	3.50	9.90	31.80	6.90	48.60	48.60
2015	29.90	26.00	15.30	29.70	8.40	0.50	0.80	6.80	7.10	7.40	8.20	35.50	35.50
2016	43.90	23.40	22.10	43.90	1.70	0.10	8.90	3.10	2.90	12.20	7.90	31.10	43.90
2017	29.70	19.50	26.30	21.00	4.60	0.10	3.10	0.00	3.50	25.20	15.40	25.00	29.70
2018	25.00	30.90	26.10	7.00	0.80	3.80	11.20	29.00	2.00	25.80	22.20	16.30	30.90
2019	52.50	41.10	26.50	14.10	7.90			0.00	1.60				52.50
N° Datos	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	25.00	26.00	26.00	27.00	26.00	25.00	25.00	27.00
Media	30.63	28.81	24.93	17.06	4.81	1.27	2.08	4.88	6.71	14.77	17.97	26.79	38.44
Desv. Est.	10.08	7.35	8.66	10.05	4.26	2.13	3.34	6.68	5.26	8.00	9.42	9.10	7.59
Variancia	101.57	54.07	74.99	100.94	18.16	4.55	11.16	44.61	27.69	63.95	88.78	82.79	57.63
Mínima	11.30	15.00	11.60	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	6.90	13.10	27.20
Máxima	52.50	47.40	52.10	43.90	14.80	8.40	11.20	29.00	16.70	31.80	39.00	48.60	52.50

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P Media	30.63	28.81	24.93	17.06	4.81	1.27	2.08	4.88	6.71	14.77	17.97	26.79
P Minima	11.30	15.00	11.60	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	6.90	13.10
P Máxima	52.50	47.40	52.10	43.90	14.80	8.40	11.20	29.00	16.70	31.80	39.00	48.60



ANEXO 01-02-05

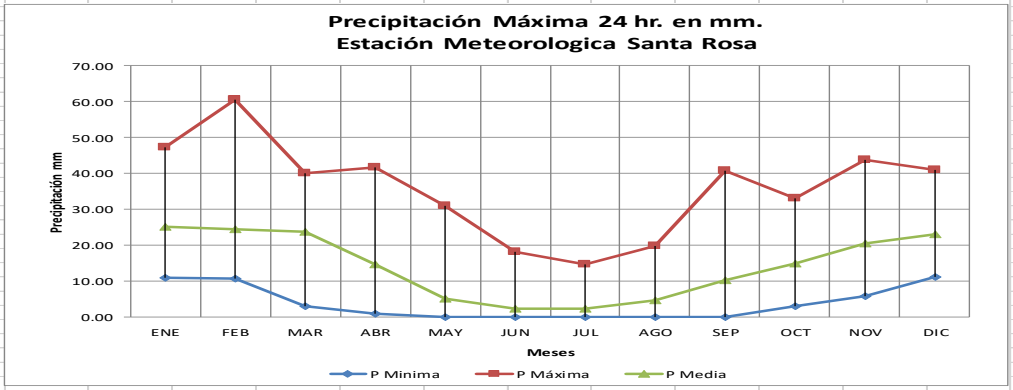
REGISTRO HIDROMETEREOLOGICO

Precipitación Máxima 24 hr. Mensual (mm)

						°	´	"					
ESTACION :	SANTA ROSA				LAT :	14	37	4.1			DIST :	SANTA ROSA	
CODIGO:	114047				LONG :	70	47	34			PRO :	MELGAR	
					ALT :	3957	msnm				DEPT:	PUNO	

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PMAX
1956		40.00		0.80	2.30	0.00	2.20	0.00					40.00
1957	15.00						0.00	6.50	2.00	13.50	11.00	20.20	20.20
1958	30.00		26.10	11.50	21.00	0.00	5.00	14.00	6.60	15.40	12.00	30.00	30.00
1959	12.00	22.20	27.80	34.00	6.50	6.00	0.00	2.50	9.00	14.50	14.30	27.40	34.00
1960	27.70	21.00	3.00	5.00	0.00	4.00	0.00	6.00	9.00	7.50	37.60	19.00	37.60
1961	22.00	17.00	28.00	14.00	9.00	3.00	0.00	3.00	11.00	16.50	43.00	25.00	43.00
1962	17.00	24.00	19.00	16.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	12.00	10.00	22.00	24.00
1963	41.00	42.70	28.00	13.00	2.00	0.00	0.00	0.00	12.80	8.00	18.00	13.00	42.70
1964	18.00	27.00	29.00	26.00	31.00	0.00	0.00	0.00	7.60	7.20	19.00	17.00	31.00
1965	29.00	27.00	31.00	18.00	0.00	0.00	0.00	0.00					31.00
1966								11.00	28.00	29.70	21.50	29.20	29.70
1967	23.00	20.00	24.00	18.60	4.50	0.50	11.60	12.20	7.00	12.00	8.00	22.00	24.00
1968	31.50	29.00	25.50	5.00	2.60	2.00	14.50	0.80			32.80	17.70	32.80
1969		38.00	27.30	33.00	0.00	0.00	13.80	2.00	14.20	28.00	18.40	14.00	38.00
1970	45.00	60.50			3.70	2.00	0.00	0.00	40.80	18.90	26.50	41.00	60.50
1971	29.00	21.00	12.00	37.30	2.70	0.10	0.00	1.00	0.00	29.00	20.90	25.40	37.30
1972	38.10	27.90	40.00	20.00	1.20	0.00	0.00	6.50	10.40	19.10	43.80	25.10	43.80
1973	20.20	23.50	37.10	33.80	9.90	4.80	0.00	13.60	20.50	21.60	20.80	13.00	37.10
1974	14.00	20.90	29.50	18.50	7.30	0.00	0.00	16.30	11.10	10.20	10.30	33.00	33.00
1975	36.80	20.10	19.30	9.90	6.00	7.30	0.00	6.60	21.70	18.00	26.60	24.30	36.80
1976	22.00	16.80	24.70	30.90	13.90	8.00	6.80	6.10	24.80	18.60	14.50	25.00	30.90
1977	47.20	41.10	27.10	11.80		0.00	5.60	0.00	25.90	18.40	41.40	36.40	47.20
1978	17.50	39.10	26.30	14.50	0.00	0.50	0.00		19.00	15.00	34.90	28.80	39.10
1979	42.80	41.00	35.00	41.60	2.30	0.00	0.00		7.60				42.80
1980													0.00
1981													0.00
1982													0.00
1983													0.00
1984													0.00
1985													0.00
1986										3.00	30.80	29.70	30.80
1987	25.10	17.30	25.40	10.30	1.00	0.00	12.00	10.80	5.10	12.30	16.00		25.40
1988													0.00
1989							0.40	19.80	17.60	14.60	9.90	20.50	20.50
1990	19.60	27.10	27.80	12.40	4.20	11.90		1.20	2.00	19.30	13.70	22.60	27.80
1991	31.90	16.90	18.10	11.50	10.20	18.20	0.00	0.00	6.80	14.80	13.20	26.00	31.90
1992	13.40	14.50	6.70	2.10	0.00	0.40	0.00	10.80	4.90	6.10	13.90	14.30	14.50
1993	22.00	10.70	18.30	13.30	3.10	4.80	4.10	9.90	9.60	9.30	22.00	22.50	22.50
1994	22.50	24.50	21.80	10.10	8.60	2.00	0.00	3.70	3.10	20.30	15.30	21.40	24.50
1995	18.80	21.20	22.50	6.80	3.80	0.00	0.00	0.00	7.90	15.80	42.10	14.50	42.10
1996	22.00	29.00	17.80	12.30	9.10	0.00	8.60	4.00	8.70	12.70	18.60	22.70	29.00
1997	35.10	20.70	30.50	8.90	3.10	0.00		8.50	21.30	15.40	21.10	30.50	35.10
1998	13.90	18.50	36.80		0.00	2.20	0.00	3.80	9.10	33.00	23.50	20.20	36.80
1999	29.60	17.00	35.00	11.40	3.80	0.00	0.00	0.00	13.30	12.70	5.80	21.30	35.00
2000	22.70	17.70	29.20	7.30	1.90	3.20	2.00	3.90	5.20	30.30	24.20	18.20	30.30
2001	26.60	24.80	34.50	8.80	20.80	0.00	4.60	2.50	4.20	9.80	7.00	11.20	34.50
2002	17.20	24.50	18.00	15.20	15.00	5.20	5.00	2.40	8.20	24.00	21.10	16.80	24.50
2003	12.90	18.10	31.90	18.50	6.50	2.30	0.01	5.60	14.20	5.30	6.00	23.30	31.90
2004	24.20	25.70	11.30	14.20	0.00	1.40	1.60	11.60	7.80	10.40	13.80	17.00	25.70
2005	10.80	29.40	23.80	10.10	0.00	0.00	2.60	7.20	1.20	9.50	23.70	26.20	29.40
2006	43.50	18.80	11.90	10.90	1.00	8.00	0.01	2.90	3.50	9.20	21.30	40.90	43.50
2007	20.60	15.40	26.70	19.70	9.50	1.20	2.40	0.00	9.20	19.80	22.90	19.60	26.70
2008	15.60	16.30	9.90	4.90	3.00	1.50	0.00	2.40	1.60	12.00	19.10	25.00	25.00
2009	18.10	21.80	15.20	7.00	2.20	0.00	1.20	0.01	3.20	13.60	22.80	15.90	22.80
2010	41.00	24.80	20.60	8.70	5.90	1.20	0.00	0.80	5.80	4.50	15.40	14.90	41.00
2011	16.90	18.90	18.60	13.00	7.80	3.60	2.80	1.20	13.40	10.60	16.60	27.30	27.30
1912	20.30	21.50	20.80	11.20	0.00	0.00	0.00	1.10	6.00	5.60	22.10	21.80	22.10
1913	23.20	15.40	17.80	11.00	2.80	5.20	1.20	2.80	3.20	17.00	22.20	27.70	27.70
1914	20.20	27.60	19.20	13.20	1.20	0.00	3.20	7.90	7.30	25.20	6.80	31.60	31.60
1915	32.30	15.60	22.30	12.60	0.00	1.60	2.40	4.00	13.40	5.70		27.00	32.30
1916	22.30	18.60			0.00				4.20	18.40	17.70	14.00	22.30
1917	30.80	15.40	22.80	7.80	4.60	0.00							30.80
1918													0.00
1919							0.00	0.00	3.70	8.70	25.60	22.20	25.60
1920	29.60	36.40											36.40
Nº Datos	51.00	51.00	48.00	48.00	50.00	50.00	50.00	51.00	51.00	51.00	51.00	51.00	65.00
Media	25.13	24.39	23.64	14.72	5.10	2.24	2.27	4.65	10.13	14.94	20.38	23.05	28.21
Desv. Est.	9.39	9.35	8.07	9.18	6.28	3.56	3.81	4.96	8.03	7.16	9.68	6.82	13.06
Variancia	88.15	87.44	65.06	84.31	39.42	12.65	14.52	24.56	64.50	51.32	93.63	46.51	170.63
Mínima	10.80	10.70	3.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	5.80	11.20	0.00
Máxima	47.20	60.50	40.00	41.60	31.00	18.20	14.50	19.80	40.80	33.00	43.80	41.00	60.50

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P Media	25.13	24.39	23.64	14.72	5.10	2.24	2.27	4.65	10.13	14.94	20.38	23.05
P Minima	10.80	10.70	3.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	5.80	11.20
P Máxima	47.20	60.50	40.00	41.60	31.00	18.20	14.50	19.80	40.80	33.00	43.80	41.00



ANEXO 01-02-06

Máxima precipitación en 24 hr. Estaciones seleccionadas

AÑO	1	2	3	4	5
	Acomayo	Pomacanchi	Sicuani	Yauri	Santa Rosa
1963					42.70
1964	20.80				31.00
1965	27.40		25.60		31.00
1966	25.20		30.30		29.70
1967	27.50		29.00		24.00
1968	20.70		35.00		32.80
1969	24.80		20.10		38.00
1970	42.30		31.00		60.50
1971	32.70		31.80		37.30
1972	28.20		24.70		43.80
1973	36.50		26.80		37.10
1974	30.70		23.90		33.00
1975	27.30		25.40		36.80
1976	31.50		22.60		30.90
1977	39.70		24.80		47.20
1978	28.60		31.10		39.10
1979	23.10		28.70		42.80
1980	35.80		37.20		
1981	27.00		35.50		
1982	49.00		23.80		
1983	12.30		29.90		
1984	28.50		34.80		
1985	17.90	43.00			
1986	11.60	38.00			30.80
1987	16.50	16.00	21.40		25.40
1988	12.90	13.00	22.90		
1989	19.60	18.20	22.10		20.50
1990	7.40		23.90		27.80
1991	8.10	19.00	21.80		31.90
1992	7.80	33.50	14.20		14.50
1993	18.70	42.00		39.00	22.50
1994	29.20	59.00		35.80	24.50
1995	27.20	34.00	27.00	35.30	42.10
1996	30.20	31.00	40.60	33.00	29.00
1997	65.00	29.00	40.50	37.20	35.10
1998	44.40	27.00	28.80	42.70	36.80
1999	32.10	27.60	24.80	40.40	35.00
2000	26.20	27.50	25.80	31.10	30.30
2001	34.00	39.80	36.00	30.80	34.50
2002	39.10	45.10	34.60	31.00	24.50
2003	31.40	29.50	30.40	32.50	31.90
2004	30.60	29.80	34.10	50.30	25.70
2005	28.80	28.50	44.40	35.60	29.40
2006	40.50	38.50	29.80	43.40	43.50
2007	39.00	40.10	28.80	37.00	26.70
2008	50.00	26.30	31.30	27.60	25.00
2009	26.20	32.70	20.00	46.00	22.80
2010	52.20	39.40	24.70	52.10	41.00
2011	44.60	27.60	34.10	41.50	27.30
2012	44.60	35.40	31.60	47.40	22.10
2013	22.90	31.80	28.30	27.20	27.70
2014	12.30	32.50	23.30	48.60	31.60
2015		33.30	28.50	35.50	32.30
2016		33.80	34.20	43.90	22.30
2017	12.30	31.50	40.10	29.70	30.80
2018	11.50	38.90	35.50	30.90	
2019	33.80	37.20	32.70	52.50	25.60
2020	33.80	69.20	32.40		36.40

ANEXO II

PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS E HIDROLOGICOS

ANEXO 02-01-1

PARAMETROS FISICOS DE LANGUI LAYO

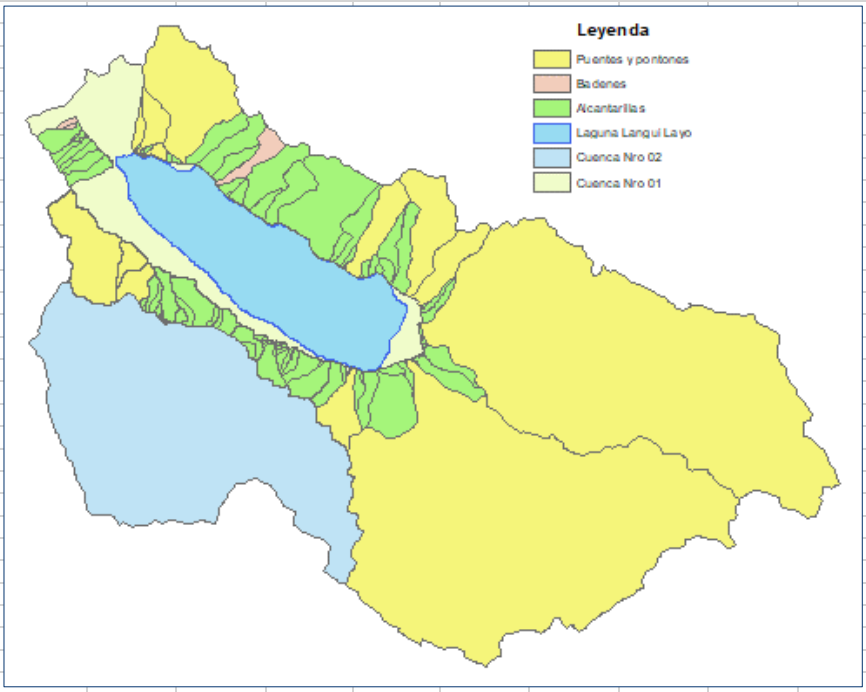
CUENCA	N°	Micro Cuenca	Altura Cuenca Parte alta	Altura Cuenca Parte baja	Altura Cauce Parte alta	Altura Cauce Parte baja	Area	Perímetro	Ancho promedio B	Longitud cuenca Principal	Pendiente cuenca principal	Longitud cauce Principal	Pendiente cauce principal
			msnm	msnm	msnm	msnm	Km²	Km	Km	Km	%	Km	%
LANGUI LAYO KUNTURCNAQUI	1	ALC-01	4,575.00	3,982.00	4,323.36	3,984.59	1.59	5.59	0.8051	1.9719	30.072	1.6127	21.007
	2	ALC-02	4,155.00	3,985.00	4,030.00	3,984.39	0.06	1.87	0.0711	0.8972	18.949	0.3139	14.528
	3	ALC-03	4,113.00	3,983.00	4,050.00	3,983.03	0.12	2.00	0.1512	0.7890	16.477	0.3863	17.336
	4	ALC-04	4,599.00	3,989.00	4,365.29	3,986.68	0.51	4.78	0.2583	1.9555	31.193	1.5445	24.513
	5	ALC-05	4,612.00	3,980.00	4,118.07	3,983.45	0.57	4.70	0.2810	2.0150	31.364	0.8243	16.331
	6	ALC-06	4,618.00	3,974.00	4,327.12	3,973.81	0.61	4.92	0.2827	2.1408	30.082	1.4988	23.573
	7	ALC-07	4,606.00	3,963.00	4,169.56	3,974.21	1.03	4.96	0.5046	2.0449	31.444	1.1756	16.618
	8	ALC-08	4,613.00	3,955.00	4,346.04	3,956.67	1.18	6.12	0.5212	2.2681	29.011	1.8895	20.607
	9	ALC-11	3,971.00	3,955.00	3,965.00	3,955.00	0.04	1.14	0.0981	0.4462	3.586	0.3209	3.116
	10	ALC-12	3,958.00	3,955.00	3,955.81	3,955.00	0.00	0.35	0.0333	0.1426	2.103	0.0800	1.011
	11	ALC-13	3,976.00	3,955.00	3,964.92	3,955.00	0.04	1.07	0.0710	0.4946	4.246	0.3200	3.100
	12	ALC-14	3,999.00	3,955.00	3,980.00	3,955.00	0.10	1.82	0.1244	0.8298	5.302	0.5534	4.518
	13	ALC-15	3,957.00	3,955.00	3,958.00	3,955.00	0.02	0.54	0.0759	0.1978	1.011	0.1318	2.277
	14	ALC-16	4,003.00	3,959.00	4,000.00	3,960.54	0.10	1.57	0.1813	0.5755	7.646	0.3824	10.318
	15	ALC-17	3,990.00	3,964.00	3,975.00	3,966.00	0.09	1.43	0.1784	0.4988	5.213	0.3878	2.321
	16	ALC-18	3,966.00	3,964.00	3,965.59	3,964.10	0.00	0.40	0.0379	0.1289	1.552	0.0754	1.964
	17	ALC-19	4,855.00	3,955.00	4,558.23	3,955.00	2.35	8.53	0.6831	3.4422	26.146	3.3617	17.944
	18	ALC-20-1	4,826.00	3,957.00	4,667.23	3,956.13	2.44	9.61	0.6448	3.7838	22.967	3.9678	17.922
	19	ALC-20-2	4,333.00	3,958.00	4,115.28	3,956.32	0.43	3.75	0.2741	1.5596	24.044	0.9096	17.475
	20	ALC-20-3	4,177.00	3,955.00	4,055.00	3,955.00	0.23	2.59	0.2189	1.0395	21.357	0.5967	16.760
	21	ALC-21	4,641.00	3,958.00	4,324.18	3,959.07	1.31	6.15	0.4852	2.6952	25.341	1.8420	19.821
	22	ALC-22	4,216.00	3,959.00	4,100.00	3,962.19	0.47	3.35	0.3627	1.3066	19.669	0.8436	16.336
	23	ALC-23	4,039.00	3,964.00	3,989.94	3,961.67	0.04	1.14	0.0842	0.4861	15.427	0.2035	13.887
	24	ALC-24	4,216.00	3,958.00	4,065.00	3,957.60	0.58	3.41	0.4623	1.2447	20.728	0.4549	23.611
	25	ALC-25	4,755.00	3,959.00	4,617.98	3,959.24	4.13	10.54	0.9991	4.1302	19.273	4.2447	15.519
	26	ALC-26	4,332.00	3,960.00	4,109.97	3,957.74	0.83	4.86	0.4690	1.7689	21.030	0.8286	18.372
	27	ALC-27	4,717.00	3,955.00	4,442.05	3,955.17	2.83	9.01	0.8944	3.1684	24.050	3.3316	14.614
	28	ALC-28-1	4,460.00	3,955.00	4,440.14	3,955.70	1.28	5.80	0.5474	2.3410	21.572	2.1518	22.513
	29	ALC-28-2	4,448.00	3,958.00	4,296.07	3,960.04	1.57	5.82	0.8597	1.8252	26.846	1.2445	27.000
	30	ALC-28-3	4,448.00	3,958.00	4,317.19	3,961.79	1.22	6.22	0.5223	2.3432	20.912	1.8828	18.876
	31	ALC-28-4	4,823.00	3,955.00	4,588.33	3,955.41	7.39	14.92	1.6353	4.5171	19.216	5.2436	12.071
	32	ALC-29	4,235.00	3,958.00	4,037.77	3,956.37	0.56	3.61	0.3801	1.4688	18.858	0.7352	11.072
	33	ALC-30	4,841.00	3,957.00	4,570.64	3,960.36	2.42	10.05	0.5715	4.2319	20.889	3.6590	16.679
	34	ALC-31	4,172.00	3,955.00	4,049.51	3,955.69	0.24	2.93	0.1777	1.3691	15.850	0.6596	14.223
	35	ALC-32	4,042.00	3,956.00	3,985.00	3,958.75	0.04	1.49	0.0674	0.5841	14.725	0.1622	16.186
	36	ALC-33	3,995.00	3,956.00	3,970.00	3,956.57	0.03	1.11	0.0723	0.4824	8.085	0.2056	6.532
	37	ALC-34	4,172.00	3,957.00	3,993.23	3,958.23	0.25	2.38	0.3119	0.8051	26.704	0.4065	8.608
	38	ALC-35	4,185.00	3,957.00	4,037.79	3,958.09	0.27	2.48	0.3045	0.9017	25.285	0.3706	21.505
	39	ALC-36	4,159.00	3,961.00	4,075.04	3,963.76	0.15	1.56	0.2998	0.5074	39.025	0.2665	41.760
	40	ALC-37	4,179.00	3,960.00	4,124.23	3,964.21	0.51	3.17	0.5582	0.9131	23.983	0.4070	39.317
	41	ALC-38	4,827.00	3,965.00	4,291.77	3,963.62	1.57	9.43	0.4603	3.4191	25.211	2.7420	11.968
	42	ALC-39	4,820.00	3,969.00	4,606.61	3,964.75	2.42	10.05	0.5961	4.0676	20.922	3.8321	16.750
	43	ALC-40	4,009.00	3,979.00	3,995.09	3,980.34	0.07	1.45	0.1000	0.6568	4.568	0.4220	3.496
	44	ALC-41	4,168.00	3,976.00	4,031.87	3,975.75	0.45	4.97	0.2021	2.2330	8.598	1.2446	4.509
	45	ALC-42	4,170.00	3,964.00	4,116.37	3,964.43	0.76	5.76	0.3062	2.4862	8.286	2.2769	6.673
	46	ALC-43	3,967.00	3,961.00	3,963.95	3,960.60	0.01	0.38	0.0489	0.1469	4.084	0.0629	5.319
	47	ALC-44	3,971.00	3,963.00	3,965.00	3,964.00	0.06	1.31	0.4993	0.1208	6.625	0.1029	0.972
	48	ALC-45	3,971.00	3,967.00	3,970.00	3,967.18	0.02	0.52	0.0980	0.1535	2.606	0.1128	2.497
	49	ALC-46	3,971.00	3,968.00	3,970.76	3,968.00	0.02	0.61	0.0983	0.1739	1.726	0.1344	2.055
	50	ALC-47	3,973.00	3,968.00	3,972.31	3,967.09	0.04	0.80	0.1916	0.2084	2.400	0.1493	3.498
	51	ALC-48	3,974.00	3,969.00	3,971.92	3,969.29	0.04	0.80	0.1447	0.2616	1.911	0.1455	1.806
	52	ALC-49	4,218.00	3,967.00	4,086.87	3,968.14	1.73	7.52	0.5551	3.1139	8.061	2.9144	4.074
	53	ALC-50	3,977.00	3,969.00	3,975.00	3,972.96	0.06	1.38	0.1531	0.3771	2.122	0.2550	0.800
	54	ALC-51	4,226.00	3,969.00	4,203.14	3,969.37	2.31	8.84	0.6346	3.6353	7.070	3.8721	6.037
	55	ALC-52	3,983.00	3,967.00	3,974.22	3,969.00	0.05	1.49	0.0698	0.6508	2.459	0.2220	2.354
	56	ALC-53	3,977.00	3,970.00	3,976.87	3,968.55	0.02	0.64	0.0665	0.2552	2.743	0.1684	4.943
	57	ALC-54	3,976.00	3,972.00	3,975.43	3,972.66	0.01	0.37	0.0420	0.1353	2.957	0.0751	3.676
	58	ALC-55	4,035.00	3,972.00	3,984.46	3,971.36	0.36	3.41	0.2409	1.4984	4.204	0.7752	1.690
	59	ALC-56	3,984.00	3,962.00	3,980.00	3,965.03	0.47	3.31	0.5372	0.8723	2.522	0.6090	2.459
	60	ALC-57	4,495.00	3,957.00	4,370.27	3,957.93	5.41	9.81	1.6706	3.2399	16.605	4.9632	8.308
	61	ALC-58	4,504.00	3,955.00	4,329.98	3,955.52	1.51	6.48	0.5473	2.7527	19.944	2.5102	14.917
	62	ALC-59	4,081.00	3,957.00	4,050.02	3,955.27	0.05	1.28	0.0927	0.5163	24.019	0.2939	32.240
	63	ALC-60	4,308.00	3,955.00	4,058.59	3,955.00	0.59	4.33	0.3057	1.9384	18.210	0.6832	15.161
	64	ALC-61	4,044.00	3,955.00	4,016.24	3,955.00	0.04	1.25	0.0622	0.5773	15.416	0.3063	19.992
	65	ALC-62	4,084.00	3,955.00	3,956.01	3,955.00	0.16	2.21	0.1699	0.9354	13.791	0.1340	0.750
	66	ALC-63	4,416.00	3,955.00	4,282.00	3,955.00	1.41	6.80	0.6351	2.2214	20.753	1.7657	18.519
	67	ALC-64	4,506.00	3,965.00	4,318.00	3,964.74	1.98	7.31	0.8209	2.4168	22.385	1.8234	19.374
	68	ALC-65	4,049.00	3,967.00	3,986.00	3,963.33	0.04	1.04	0.1650	0.2718	30.168	0.1262	17.958
	69	ALC-66	4,500.00	3,973.00	4,346.00	3,976.29	1.13	5.26	0.6683	1.6961	31.072	1.2003	30.802
	70	ALC-67	4,457.00	3,997.00	4,207.00	4,012.57	0.44	3.85	0.3149	1.4027	32.795	0.5864	33.157
	71	ALC-68	4,215.00	4,048.00	4,156.68	4,036.38	0.04	1.31	0.0824	0.5408	30.878	0.3911	30.761
	72	ALC-69	4,457.00	4,076.00	4,286.28	4,069.31	0.21	2.61	0.1775	1.1771	32.367	0.6522	33.268
	73	ALC-70	4,459.00	4,057.00	4,182.00	4,047.39	0.29	2.69	0.2558	1.1438	35.147	0.4957	27.156
	74	ALC-71	4,191.00	4,053.00	4,060.00	4,054.51	0.10	1.54	0.1771	0.5896	23.407	0.0282	19.445
	75	ALC-72	4,155.00	4,055.00	4,093.00	4,056.06	0.08	1.39	0.1578	0.5134	19.477	0.1990	18.559
	76	ALC-73	4,114.00	4,066.00	4,105.80	4,057.08	0.02	0.78	0.0712	0.3221	14.901	0.2227	21.879
	77	ALC-74	4,145.00	4,085.00	4,138.42	4,089.31	0.03	0.87	0.1294	0.2386	25.151	0.1684	29.165
	78	ALC-75	4,283.00	4,088.00	4,190.90	4,075.80	0.08	1.74	0.0949	0.8084	24.121	0.6298	18.276
	79	ALC-76	4,573.00	4,098.00	4,433.01	4,112.48	1.56	6.65	0.7526	2.0688	22.960	2.0270	15.813
	80	ALC-77	4,180.00	4,093.00	4,156.29	4,089.24	0.05	1.19	0.1177	0.4555	19.099	0.2995	22.388
	81	ALC-78	4,171.00	4,103.00	4,163.73	4,111.61	0.05	1.05	0.1469	0.3265	20.829	0.2509	20.771
	82	ALC-79	4,165.00	4,102.00	4,152.79	4,098.42	0.04	0.86	0.1072	0.3265	19.297	0.1948	27.919
	83	ALC-80	4,165.00	4,108.00	4,146.26	4,104.29	0.12	1.66	0.2170	0.5346	10.663	0.2925	14.346
	84	ALC-81	4,395.00	4,119.00	4,156.00	4,124.86	0.41	4.11	0.5557	0.7377	37.413	0.4442	7.010
	85	ALC-82	4,396.00	4,109.00	4,391.00	4,226.12	0.30	2.77	0.3494	0.8658	33.147	0.4575	36.042
	86	ALC-83	4,395.00	4,078.00	4,097.00	4,078.84	0.96	6.48	0.6553	1.4652	21.635	1.3994	1.297
	87	ALC-84	4,198.00	4,071.00	4,086.00	4,071.00	0.72	4.36	0.7264	0.9936	12.782	0.8921	1.681
	88	ALC-85	4,212.00	4,072.00	4,151.35	4,072.78	0.24	2.91	0.2604	0.9299	15.055	0.7396	10.625

ANEXO 02-01-1

PARAMETROS FISICOS DE LANGUI LAYO

CUENCA	N°	Micro Cuenca	Altura Cuenca Parte alta	Altura Cuenca Parte baja	Altura Cauce Parte alta	Altura Cauce Parte baja	Area	Perímetro	Ancho promedio B	Longitud cuenca Principal	Pendiente cuenca principal	Longitud cauce Principal	Pendiente cauce principal
			msnm	msnm	msnm	msnm	Km²	Km	Km	Km	%	Km	%
LANGUI LAYO KUNTURCNAQUI	89	ALC-86	4,247.00	4,073.00	4,074.00	4,073.00	0.24	3.10	0.2146	1.1163	15.587	0.1465	0.683
	90	ALC-87	4,329.00	4,070.00	4,159.00	4,069.63	2.46	8.55	0.9192	2.6740	9.686	2.3512	3.801
	91	ALC-88	4,185.00	4,069.00	4,073.00	4,070.14	0.53	4.53	0.3361	1.5744	7.368	0.0659	4.344
	92	ALC-89	4,186.00	4,066.00	4,073.00	4,066.42	0.30	2.62	0.4086	0.7329	16.372	0.2365	2.781
	93	ALC-90	4,442.00	4,067.00	4,283.00	4,067.32	1.49	8.36	0.5428	2.7478	13.647	2.3154	9.315
	94	ALC-91	4,094.00	4,057.00	4,086.87	4,068.84	0.04	0.94	0.1416	0.2871	12.886	0.2097	8.597
	95	ALC-92	4,127.00	4,060.00	4,115.30	4,071.61	0.06	1.42	0.1296	0.4596	14.576	0.3413	12.803
	96	ALC-93	4,122.00	4,076.00	4,108.41	4,074.32	0.01	0.71	0.0540	0.2626	17.519	0.1710	19.939
	97	ALC-94	4,162.00	4,046.00	4,116.43	4,048.46	0.13	1.58	0.2944	0.4491	25.832	0.3071	22.131
	98	ALC-95	4,260.00	4,034.00	4,156.53	4,034.78	0.35	3.53	0.2494	1.3883	16.279	0.5306	22.946
	99	ALC-96	4,397.00	4,030.00	4,193.00	4,031.62	0.60	4.97	0.3341	1.7957	20.438	1.3312	12.123
	100	ALC-97	4,060.00	4,022.00	4,053.84	4,023.22	0.04	0.93	0.1360	0.3034	12.526	0.1961	15.612
	101	ALC-98	4,300.00	4,022.00	4,210.30	4,022.83	0.41	2.87	0.4993	0.8240	33.737	0.3550	52.804
	102	ALC-99	4,268.00	4,027.00	4,038.00	4,028.91	0.14	1.95	0.1720	0.8162	29.527	0.1016	8.950
	103	BDN-01	4,212.00	3,993.00	4,119.96	3,992.57	0.25	2.53	0.2238	1.1095	19.739	0.7007	18.179
	104	BDN-02	4,130.00	3,994.00	4,045.00	3,994.97	0.10	1.90	0.1187	0.8186	16.613	0.3645	13.725
	105	BDN-03	4,855.00	3,959.00	4,562.42	3,958.19	2.35	9.47	0.6338	3.7102	24.149	3.7860	15.959
	106	BDN-04	3,967.00	3,960.00	3,965.00	3,961.18	0.01	0.44	0.0588	0.1595	4.388	0.1022	3.735
	107	PTE-03	5,135.00	3,955.00	4,867.29	3,962.62	467.31	123.16	12.3237	37.9192	3.112	43.0382	2.102
	108	PTE-06	4,515.00	3,955.00	4,035.58	3,955.00	0.76	6.96	0.2301	3.3197	16.869	1.3389	6.019
	109	PTE-07	4,504.00	3,955.00	4,330.13	3,955.00	2.54	8.47	0.7624	3.3319	16.477	3.0301	12.380
	110	PTE-08	4,026.00	3,955.00	4,000.00	3,955.00	0.48	3.21	0.6486	0.7475	9.498	0.7494	6.005
	111	PTE-09	4,860.00	3,961.00	4,402.04	3,961.28	17.37	18.79	2.6655	6.5177	13.793	6.8580	6.427
	112	PTE-10	5,000.00	3,950.00	4,696.49	3,955.81	4.87	11.78	0.9899	4.9158	21.360	4.9749	14.888
	113	PTE-11	5,087.00	3,985.00	4,825.59	3,984.16	8.75	16.18	1.5250	5.7354	19.214	6.6971	12.564
	114	PTE-12	4,895.00	3,984.00	4,620.46	3,989.51	4.76	12.00	0.9678	4.9159	18.532	4.5164	13.970
	115	PTE-13	5,135.00	3,963.00	4,867.29	3,962.62	138.24	59.64	6.5561	21.0858	5.558	25.1159	3.602
	116	PTE-14	4,897.00	3,967.00	4,703.24	3,966.32	148.55	63.46	9.8011	15.1565	6.136	20.1578	3.656
	117	PTE-15	4,586.00	3,955.00	4,451.00	3,955.02	4.03	10.77	1.0402	3.8761	16.279	3.9161	12.665
	118	PTE-16	4,491.00	4,022.00	4,218.00	4,022.00	1.97	7.88	0.8718	2.2630	20.725	1.8332	10.692
	119	PTE-17	4,490.00	4,022.00	4,293.00	4,022.00	1.54	9.16	0.5919	2.6033	17.977	2.6580	10.196
	120	PTE-18	4,575.00	4,022.00	4,361.00	4,022.00	10.32	19.90	1.8413	5.6026	9.870	5.9127	5.733
TOTAL			**5,135.00**	**3,950.00**	**4,867.29**	**3,955.00**	**620.5794**	**133.81**	**14.7710**	**42.01**	**2.821**	**43.04**	**2.120**

B =	14.7710	Km
H cuace =	43.04	
Pendt cuacue =	2.120	
Centro de Gravedad		
X =		
Y =		
H med	4542.5	



ANEXO 02-01-2

PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS DE LA CUENCA DE MAPACHO - 1

CUENCA	Micro Cuenca	Area Km²	Longitud cauce Km	Pendiente cauce %	Perimetro Cauce Km	Indice Compacidad Kc	Forma Cuenca
LANGUI LAYO KUNTURCANQUI	ALC-01	1.588	1.613	21.007	5.592	1.252	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-02	0.064	0.314	14.528	1.865	2.083	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-03	0.119	0.386	17.336	1.996	1.630	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-04	0.505	1.545	24.513	4.777	1.896	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-05	0.566	0.824	16.331	4.701	1.762	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-06	0.605	1.499	23.573	4.924	1.785	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-07	1.032	1.176	16.618	4.957	1.376	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-08	1.182	1.890	20.607	6.118	1.587	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-11	0.044	0.321	3.116	1.143	1.542	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-12	0.005	0.080	1.011	0.347	1.420	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-13	0.035	0.320	3.100	1.069	1.609	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-14	0.103	0.553	4.518	1.824	1.601	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-15	0.015	0.132	2.277	0.541	1.247	Redonda a oval redonda
	ALC-16	0.104	0.382	10.318	1.572	1.373	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-17	0.089	0.388	2.321	1.431	1.353	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-18	0.005	0.075	1.964	0.402	1.624	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-19	2.351	3.362	17.944	8.534	1.570	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-20-1	2.440	3.968	17.922	9.610	1.736	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-20-2	0.427	0.910	17.475	3.745	1.616	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-20-3	0.228	0.597	16.760	2.591	1.532	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-21	1.308	1.842	19.821	6.152	1.517	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-22	0.474	0.844	16.336	3.354	1.375	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-23	0.041	0.204	13.887	1.141	1.591	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-24	0.575	0.455	23.611	3.408	1.267	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-25	4.126	4.245	15.519	10.537	1.463	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-26	0.830	0.829	18.372	4.863	1.506	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-27	2.834	3.332	14.614	9.008	1.510	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-28-1	1.281	2.152	22.513	5.795	1.444	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-28-2	1.569	1.245	27.000	5.817	1.310	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-28-3	1.224	1.883	18.876	6.220	1.586	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-28-4	7.387	5.244	12.071	14.923	1.549	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-29	0.558	0.735	11.072	3.614	1.365	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-30	2.419	3.659	16.679	10.047	1.822	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-31	0.243	0.660	14.223	2.925	1.673	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-32	0.039	0.162	16.186	1.489	2.117	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-33	0.035	0.206	6.532	1.105	1.669	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-34	0.251	0.407	8.608	2.383	1.341	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-35	0.275	0.371	21.505	2.484	1.337	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-36	0.152	0.266	41.760	1.555	1.125	Redonda a oval redonda
	ALC-37	0.510	0.407	39.317	3.173	1.254	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-38	1.574	2.742	11.968	9.432	2.121	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-39	2.425	3.832	16.750	10.046	1.820	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-40	0.066	0.422	3.496	1.451	1.597	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-41	0.451	1.245	4.509	4.974	2.089	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-42	0.761	2.277	6.673	5.765	1.864	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-43	0.007	0.063	5.319	0.380	1.264	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-44	0.060	0.103	0.972	1.313	1.508	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-45	0.015	0.113	2.497	0.519	1.193	Redonda a oval redonda
	ALC-46	0.017	0.134	2.055	0.606	1.308	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-47	0.040	0.149	3.498	0.804	1.135	Redonda a oval redonda
	ALC-48	0.038	0.145	1.806	0.801	1.161	Redonda a oval redonda
	ALC-49	1.729	2.914	4.074	7.518	1.613	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-50	0.058	0.255	0.800	1.380	1.620	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-51	2.307	3.872	6.037	8.838	1.642	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-52	0.045	0.222	2.354	1.487	1.967	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-53	0.017	0.168	4.943	0.645	1.396	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-54	0.006	0.075	3.676	0.368	1.379	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-55	0.361	0.775	1.690	3.406	1.599	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-56	0.469	0.609	2.459	3.306	1.362	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-57	5.413	4.963	8.308	9.813	1.190	Redonda a oval redonda
	ALC-58	1.507	2.510	14.917	6.479	1.489	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-59	0.048	0.294	32.240	1.277	1.647	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-60	0.593	0.683	15.161	4.328	1.586	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-61	0.036	0.306	19.992	1.250	1.862	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-62	0.159	0.134	0.750	2.215	1.567	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-63	1.411	1.766	18.519	6.796	1.614	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-64	1.984	1.823	19.374	7.314	1.465	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-65	0.045	0.126	17.958	1.043	1.389	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-66	1.133	1.200	30.802	5.261	1.394	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-67	0.442	0.586	33.157	3.848	1.633	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-68	0.045	0.391	30.761	1.307	1.747	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-69	0.209	0.652	33.268	2.612	1.612	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-70	0.293	0.496	27.156	2.687	1.401	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-71	0.104	0.028	19.445	1.540	1.345	Oval redonda a oval oblonga

ANEXO 02-01-2

PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS DE LA CUENCA DE MAPACHO - 1

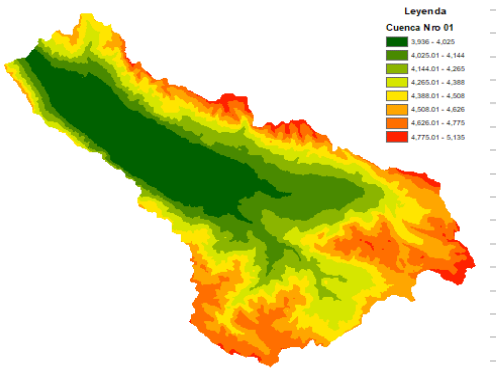
CUENCA	Micro Cuenca	Area Km²	Longitud cauce Km	Pendiente cauce %	Perimetro Cauce Km	Indice Compacidad Kc	Forma Cuenca
LANGUI LAYO KUNTURCANQUI	ALC-72	0.081	0.199	18.559	1.391	1.379	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-73	0.023	0.223	21.879	0.777	1.448	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-74	0.031	0.168	29.165	0.870	1.397	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-75	0.077	0.630	18.276	1.743	1.775	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-76	1.557	2.027	15.813	6.649	1.503	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-77	0.054	0.299	22.388	1.186	1.444	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-78	0.048	0.251	20.771	1.054	1.358	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-79	0.035	0.195	27.919	0.860	1.296	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-80	0.116	0.293	14.346	1.665	1.379	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-81	0.410	0.444	7.010	4.113	1.812	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-82	0.303	0.457	36.042	2.770	1.421	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-83	0.960	1.399	1.297	6.482	1.866	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-84	0.722	0.892	1.681	4.358	1.447	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-85	0.242	0.740	10.625	2.912	1.669	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-86	0.240	0.146	0.683	3.099	1.786	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-87	2.458	2.351	3.801	8.545	1.538	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-88	0.529	0.066	4.344	4.535	1.759	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-89	0.299	0.236	2.781	2.622	1.352	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-90	1.492	2.315	9.315	8.358	1.931	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-91	0.041	0.210	8.597	0.945	1.322	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-92	0.060	0.341	12.803	1.425	1.647	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-93	0.014	0.171	19.939	0.710	1.682	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-94	0.132	0.307	22.131	1.576	1.223	Redonda a oval redonda
	ALC-95	0.346	0.531	22.946	3.529	1.692	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-96	0.600	1.331	12.123	4.971	1.810	Oval oblonga a rectangular oblonga
	ALC-97	0.041	0.196	15.612	0.928	1.288	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-98	0.411	0.355	52.804	2.873	1.263	Oval redonda a oval oblonga
	ALC-99	0.140	0.102	8.950	1.954	1.471	Oval redonda a oval oblonga
	BDN-01	0.248	0.701	18.179	2.526	1.430	Oval redonda a oval oblonga
	BDN-02	0.097	0.364	13.725	1.898	1.718	Oval oblonga a rectangular oblonga
	BDN-03	2.351	3.786	15.959	9.472	1.743	Oval oblonga a rectangular oblonga
	BDN-04	0.009	0.102	3.735	0.436	1.270	Oval redonda a oval oblonga
	PTE-03	467.306	43.038	2.102	123.160	1.607	Oval oblonga a rectangular oblonga
	PTE-06	0.764	1.339	6.019	6.961	2.247	Oval oblonga a rectangular oblonga
	PTE-07	2.540	3.030	12.380	8.472	1.500	Oval redonda a oval oblonga
	PTE-08	0.485	0.749	6.005	3.214	1.302	Oval redonda a oval oblonga
	PTE-09	17.373	6.858	6.427	18.793	1.272	Oval redonda a oval oblonga
	PTE-10	4.866	4.975	14.888	11.780	1.506	Oval oblonga a rectangular oblonga
	PTE-11	8.747	6.697	12.564	16.177	1.543	Oval oblonga a rectangular oblonga
	PTE-12	4.758	4.516	13.970	11.998	1.552	Oval oblonga a rectangular oblonga
	PTE-13	138.241	25.116	3.602	59.643	1.431	Oval redonda a oval oblonga
	PTE-14	148.550	20.158	3.656	63.459	1.469	Oval redonda a oval oblonga
	PTE-15	4.032	3.916	12.665	10.772	1.513	Oval oblonga a rectangular oblonga
	PTE-16	1.973	1.833	10.692	7.879	1.582	Oval oblonga a rectangular oblonga
	PTE-17	1.541	2.658	10.196	9.156	2.081	Oval oblonga a rectangular oblonga
	PTE-18	10.316	5.913	5.733	19.899	1.748	Oval oblonga a rectangular oblonga
TOTAL		**620.58**	**43.04**	**2.120**	**133.81**	**1.5153**	Oval oblonga a rectangular oblonga

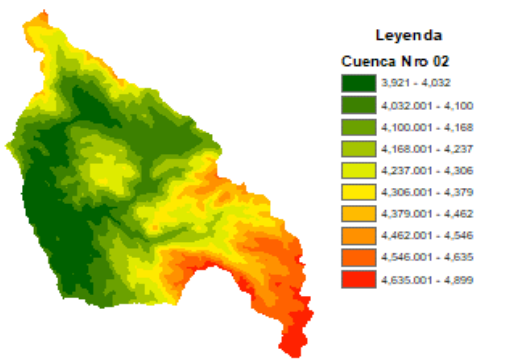
$$K_C = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}}$$

Donde:

P: Perímetro de la cuenca, en Km.

A: Área de la cuenca, en Km²





ANEXO 02-01-3

PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS DE LA CUENCA DE MAPACHO - 1

CUENCA	Micro Cuenca	Area Km²	Longitud cauce Km	Pendiente cauce %	N° Orden	Densidad de Drenaje Dd
LANGUI LAYO KUNTURCNAQUI	ALC-01	1.59	1.61	21.01	1.00	1.02
	ALC-02	0.06	0.31	14.53	1.00	4.92
	ALC-03	0.12	0.39	17.34	1.00	3.24
	ALC-04	0.51	1.54	24.51	1.00	3.06
	ALC-05	0.57	0.82	16.33	1.00	1.46
	ALC-06	0.61	1.50	23.57	1.00	2.48
	ALC-07	1.03	1.18	16.62	1.00	1.14
	ALC-08	1.18	1.89	20.61	1.00	1.60
	ALC-11	0.04	0.32	3.12	1.00	7.33
	ALC-12	0.00	0.08	1.01	1.00	16.83
	ALC-13	0.04	0.32	3.10	1.00	9.11
	ALC-14	0.10	0.55	4.52	1.00	5.36
	ALC-15	0.02	0.13	2.28	1.00	8.78
	ALC-16	0.10	0.38	10.32	1.00	3.67
	ALC-17	0.09	0.39	2.32	1.00	4.36
	ALC-18	0.00	0.08	1.96	1.00	15.46
	ALC-19	2.35	3.36	17.94	1.00	1.43
	ALC-20-1	2.44	3.97	17.92	1.00	1.63
	ALC-20-2	0.43	0.91	17.47	1.00	2.13
	ALC-20-3	0.23	0.60	16.76	1.00	2.62
	ALC-21	1.31	1.84	19.82	1.00	1.41
	ALC-22	0.47	0.84	16.34	1.00	1.78
	ALC-23	0.04	0.20	13.89	1.00	4.98
	ALC-24	0.58	0.45	23.61	1.00	0.79
	ALC-25	4.13	4.24	15.52	1.00	1.03
	ALC-26	0.83	0.83	18.37	1.00	1.00
	ALC-27	2.83	3.33	14.61	1.00	1.18
	ALC-28-1	1.28	2.15	22.51	1.00	1.68
	ALC-28-2	1.57	1.24	27.00	1.00	0.79
	ALC-28-3	1.22	1.88	18.88	1.00	1.54
	ALC-28-4	7.39	5.24	12.07	1.00	0.71
	ALC-29	0.56	0.74	11.07	1.00	1.32
	ALC-30	2.42	3.66	16.68	1.00	1.51
	ALC-31	0.24	0.66	14.22	1.00	2.71
	ALC-32	0.04	0.16	16.19	1.00	4.12
	ALC-33	0.03	0.21	6.53	1.00	5.89
	ALC-34	0.25	0.41	8.61	1.00	1.62
	ALC-35	0.27	0.37	21.50	1.00	1.35
	ALC-36	0.15	0.27	41.76	1.00	1.75
	ALC-37	0.51	0.41	39.32	1.00	0.80
	ALC-38	1.57	2.74	11.97	1.00	1.74
	ALC-39	2.42	3.83	16.75	1.00	1.58
	ALC-40	0.07	0.42	3.50	1.00	6.42
	ALC-41	0.45	1.24	4.51	1.00	2.76
	ALC-42	0.76	2.28	6.67	1.00	2.99
	ALC-43	0.01	0.06	5.32	1.00	8.75
	ALC-44	0.06	0.10	0.97	1.00	1.71
	ALC-45	0.02	0.11	2.50	1.00	7.50
	ALC-46	0.02	0.13	2.06	1.00	7.87
	ALC-47	0.04	0.15	3.50	1.00	3.74
	ALC-48	0.04	0.15	1.81	1.00	3.84
	ALC-49	1.73	2.91	4.07	1.00	1.69
	ALC-50	0.06	0.26	0.80	1.00	4.42
	ALC-51	2.31	3.87	6.04	1.00	1.68
	ALC-52	0.05	0.22	2.35	1.00	4.89
	ALC-53	0.02	0.17	4.94	1.00	9.93
	ALC-54	0.01	0.08	3.68	1.00	13.23

ANEXO 02-01-3

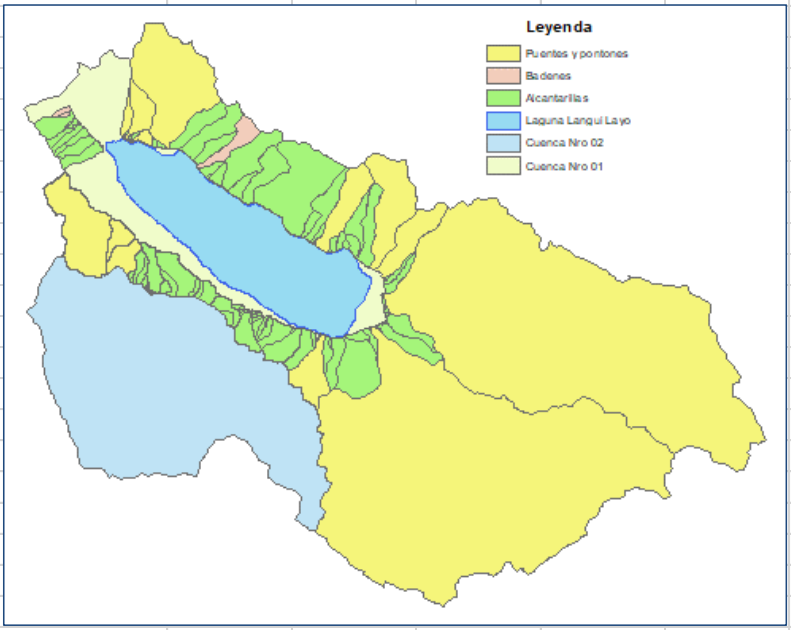
PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS DE LA CUENCA DE MAPACHO - 1

CUENCA	Micro Cuenca	Area Km²	Longitud cauce Km	Pendiente cauce %	N° Orden	Densidad de Drenaje Dd	
LANGUI LAYO KUNTURCNAQUI	ALC-55	0.36	0.78	1.69	1.00	2.15	
	ALC-56	0.47	0.61	2.46	1.00	1.30	
	ALC-57	5.41	4.96	8.31	1.00	0.92	
	ALC-58	1.51	2.51	14.92	1.00	1.67	
	ALC-59	0.05	0.29	32.24	1.00	6.14	
	ALC-60	0.59	0.68	15.16	1.00	1.15	
	ALC-61	0.04	0.31	19.99	1.00	8.54	
	ALC-62	0.16	0.13	0.75	1.00	0.84	
	ALC-63	1.41	1.77	18.52	1.00	1.25	
	ALC-64	1.98	1.82	19.37	1.00	0.92	
	ALC-65	0.04	0.13	17.96	1.00	2.81	
	ALC-66	1.13	1.20	30.80	1.00	1.06	
	ALC-67	0.44	0.59	33.16	1.00	1.33	
	ALC-68	0.04	0.39	30.76	1.00	8.78	
	ALC-69	0.21	0.65	33.27	1.00	3.12	
	ALC-70	0.29	0.50	27.16	1.00	1.69	
	ALC-71	0.10	0.03	19.45	1.00	0.27	
	ALC-72	0.08	0.20	18.56	1.00	2.46	
	ALC-73	0.02	0.22	21.88	1.00	9.71	
	ALC-74	0.03	0.17	29.16	1.00	5.45	
	ALC-75	0.08	0.63	18.28	1.00	8.21	
	ALC-76	1.56	2.03	15.81	1.00	1.30	
	ALC-77	0.05	0.30	22.39	1.00	5.58	
	ALC-78	0.05	0.25	20.77	1.00	5.23	
	ALC-79	0.04	0.19	27.92	1.00	5.56	
	ALC-80	0.12	0.29	14.35	1.00	2.52	
	ALC-81	0.41	0.44	7.01	1.00	1.08	
	ALC-82	0.30	0.46	36.04	1.00	1.51	
	ALC-83	0.96	1.40	1.30	1.00	1.46	
	ALC-84	0.72	0.89	1.68	1.00	1.24	
	ALC-85	0.24	0.74	10.62	1.00	3.05	
	ALC-86	0.24	0.15	0.68	1.00	0.61	
	ALC-87	2.46	2.35	3.80	1.00	0.96	
	ALC-88	0.53	0.07	4.34	1.00	0.12	
	ALC-89	0.30	0.24	2.78	1.00	0.79	
	ALC-90	1.49	2.32	9.31	1.00	1.55	
	ALC-91	0.04	0.21	8.60	1.00	5.16	
	ALC-92	0.06	0.34	12.80	1.00	5.73	
	ALC-93	0.01	0.17	19.94	1.00	12.06	
	ALC-94	0.13	0.31	22.13	1.00	2.32	
	ALC-95	0.35	0.53	22.95	1.00	1.53	
	ALC-96	0.60	1.33	12.12	1.00	2.22	
	ALC-97	0.04	0.20	15.61	1.00	4.75	
	ALC-98	0.41	0.36	52.80	1.00	0.86	
	ALC-99	0.14	0.10	8.95	1.00	0.72	
	BDN-01	0.25	0.70	18.18	1.00	2.82	
	BDN-02	0.10	0.36	13.73	1.00	3.75	
	BDN-03	2.35	3.79	15.96	1.00	1.61	
	BDN-04	0.01	0.10	3.74	1.00	10.90	
	PTE-03	467.31	43.04	2.10	5.00	0.0921	Alargada
	PTE-06	0.76	1.34	6.02	3.00	1.7526	
	PTE-07	2.54	3.03	12.38	3.00	1.1929	
	PTE-08	0.48	0.75	6.00	1.00	1.5458	
	PTE-09	17.37	6.86	6.43	2.00	0.3947	
	PTE-10	4.87	4.97	14.89	2.00	1.0223	
	PTE-11	8.75	6.70	12.56	2.00	0.7657	
	PTE-12	4.76	4.52	13.97	3.00	0.9493	

ANEXO 02-01-3

PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS DE LA CUENCA DE MAPACHO - 1

CUENCA	Micro Cuenca	Area Km²	Longitud cauce Km	Pendiente cauce %	N° Orden	Densidad de Drenaje Dd	
LANGUI LAYO KUNTURCNA QUI	PTE-13	138.24	25.12	3.60	3.00	0.1817	
	PTE-14	148.55	20.16	3.66	4.00	0.1357	
	PTE-15	4.03	3.92	12.67	2.00	0.9713	
	PTE-16	1.97	1.83	10.69	2.00	0.9292	
	PTE-17	1.54	2.66	10.20	2.00	1.7248	
	PTE-18	10.32	5.91	5.73	3.00	0.5732	
		620.58	**43.04**	**2.120**	**5.00**	**0.0694**	Alargada



ANEXO 02-01-4

PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS DE LA CUENCA DE MAPACHO - 1

CUENCA	Micro Cuenca	Area Km²	Longitud cauce Km	Pendiente cauce %	N° Orden	Factor Forma Ff
LANGUI LAYO KUNTURCANQUI	ALC-01	1.59	1.61	21.01	1.00	0.6104
	ALC-02	0.06	0.31	14.53	1.00	0.6474
	ALC-03	0.12	0.39	17.34	1.00	0.7993
	ALC-04	0.51	1.54	24.51	1.00	0.2117
	ALC-05	0.57	0.82	16.33	1.00	0.8332
	ALC-06	0.61	1.50	23.57	1.00	0.2695
	ALC-07	1.03	1.18	16.62	1.00	0.7467
	ALC-08	1.18	1.89	20.61	1.00	0.3311
	ALC-11	0.04	0.32	3.12	1.00	0.4250
	ALC-12	0.00	0.08	1.01	1.00	0.7429
	ALC-13	0.04	0.32	3.10	1.00	0.3430
	ALC-14	0.10	0.55	4.52	1.00	0.3370
	ALC-15	0.02	0.13	2.28	1.00	0.8647
	ALC-16	0.10	0.38	10.32	1.00	0.7134
	ALC-17	0.09	0.39	2.32	1.00	0.5916
	ALC-18	0.00	0.08	1.96	1.00	0.8577
	ALC-19	2.35	3.36	17.94	1.00	0.2081
	ALC-20-1	2.44	3.97	17.92	1.00	0.1550
	ALC-20-2	0.43	0.91	17.47	1.00	0.5166
	ALC-20-3	0.23	0.60	16.76	1.00	0.6391
	ALC-21	1.31	1.84	19.82	1.00	0.3854
	ALC-22	0.47	0.84	16.34	1.00	0.6659
	ALC-23	0.04	0.20	13.89	1.00	0.9875
	ALC-24	0.58	0.45	23.61	1.00	2.7810
	ALC-25	4.13	4.24	15.52	1.00	0.2290
	ALC-26	0.83	0.83	18.37	1.00	1.2083
	ALC-27	2.83	3.33	14.61	1.00	0.2553
	ALC-28-1	1.28	2.15	22.51	1.00	0.2768
	ALC-28-2	1.57	1.24	27.00	1.00	1.0131
	ALC-28-3	1.22	1.88	18.88	1.00	0.3452
	ALC-28-4	7.39	5.24	12.07	1.00	0.2687
	ALC-29	0.56	0.74	11.07	1.00	1.0327
	ALC-30	2.42	3.66	16.68	1.00	0.1807
	ALC-31	0.24	0.66	14.22	1.00	0.5592
	ALC-32	0.04	0.16	16.19	1.00	1.4962
	ALC-33	0.03	0.21	6.53	1.00	0.8254
	ALC-34	0.25	0.41	8.61	1.00	1.5196
	ALC-35	0.27	0.37	21.50	1.00	1.9994
	ALC-36	0.15	0.27	41.76	1.00	2.1416
	ALC-37	0.51	0.41	39.32	1.00	3.0772
	ALC-38	1.57	2.74	11.97	1.00	0.2093
	ALC-39	2.42	3.83	16.75	1.00	0.1651
	ALC-40	0.07	0.42	3.50	1.00	0.3690
	ALC-41	0.45	1.24	4.51	1.00	0.2914
	ALC-42	0.76	2.28	6.67	1.00	0.1468
	ALC-43	0.01	0.06	5.32	1.00	1.8156
	ALC-44	0.06	0.10	0.97	1.00	5.6941
	ALC-45	0.02	0.11	2.50	1.00	1.1830
	ALC-46	0.02	0.13	2.06	1.00	0.9451
	ALC-47	0.04	0.15	3.50	1.00	1.7919
	ALC-48	0.04	0.15	1.81	1.00	1.7886

ANEXO 02-01-4

PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS DE LA CUENCA DE MAPACHO - 1

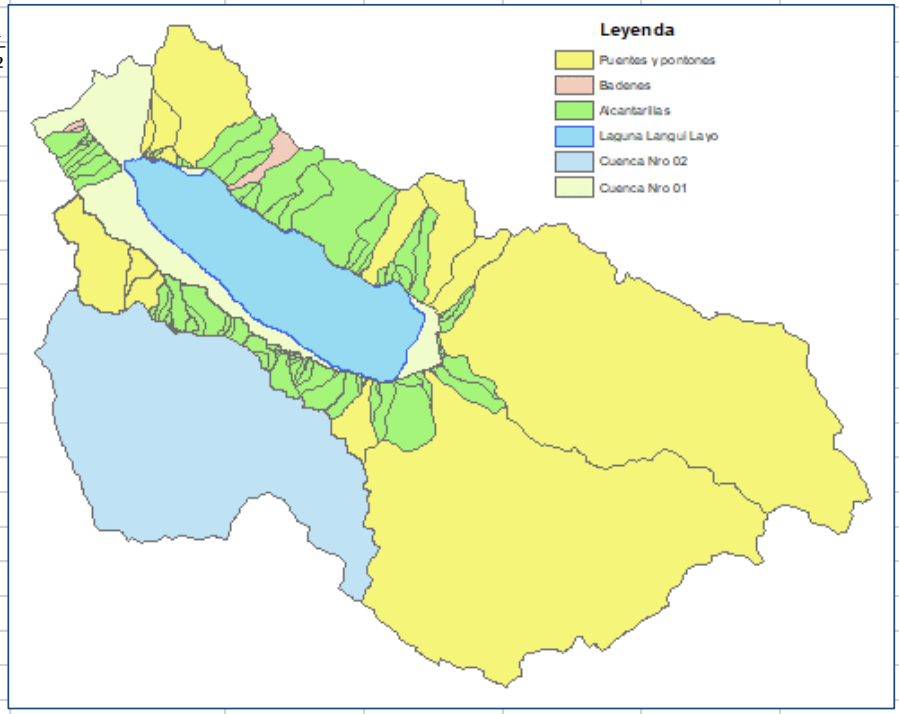
CUENCA	Micro Cuenca	Area Km²	Longitud cauce Km	Pendiente cauce %	N° Orden	Factor Forma Ff
LANGUI LAYO KUNTURCANQUI	ALC-49	1.73	2.91	4.07	1.00	0.2035
	ALC-50	0.06	0.26	0.80	1.00	0.8875
	ALC-51	2.31	3.87	6.04	1.00	0.1539
	ALC-52	0.05	0.22	2.35	1.00	0.9222
	ALC-53	0.02	0.17	4.94	1.00	0.5978
	ALC-54	0.01	0.08	3.68	1.00	1.0058
	ALC-55	0.36	0.78	1.69	1.00	0.6007
	ALC-56	0.47	0.61	2.46	1.00	1.2635
	ALC-57	5.41	4.96	8.31	1.00	0.2197
	ALC-58	1.51	2.51	14.92	1.00	0.2391
	ALC-59	0.05	0.29	32.24	1.00	0.5540
	ALC-60	0.59	0.68	15.16	1.00	1.2696
	ALC-61	0.04	0.31	19.99	1.00	0.3824
	ALC-62	0.16	0.13	0.75	1.00	8.8516
	ALC-63	1.41	1.77	18.52	1.00	0.4525
	ALC-64	1.98	1.82	19.37	1.00	0.5967
	ALC-65	0.04	0.13	17.96	1.00	2.8139
	ALC-66	1.13	1.20	30.80	1.00	0.7868
	ALC-67	0.44	0.59	33.16	1.00	1.2846
	ALC-68	0.04	0.39	30.76	1.00	0.2914
	ALC-69	0.21	0.65	33.27	1.00	0.4912
	ALC-70	0.29	0.50	27.16	1.00	1.1909
	ALC-71	0.10	0.03	19.45	1.00	131.1153
	ALC-72	0.08	0.20	18.56	1.00	2.0447
	ALC-73	0.02	0.22	21.88	1.00	0.4627
	ALC-74	0.03	0.17	29.16	1.00	1.0886
	ALC-75	0.08	0.63	18.28	1.00	0.1934
	ALC-76	1.56	2.03	15.81	1.00	0.3790
	ALC-77	0.05	0.30	22.39	1.00	0.5980
	ALC-78	0.05	0.25	20.77	1.00	0.7617
	ALC-79	0.04	0.19	27.92	1.00	0.9228
	ALC-80	0.12	0.29	14.35	1.00	1.3555
	ALC-81	0.41	0.44	7.01	1.00	2.0773
	ALC-82	0.30	0.46	36.04	1.00	1.4457
	ALC-83	0.96	1.40	1.30	1.00	0.4903
	ALC-84	0.72	0.89	1.68	1.00	0.9069
	ALC-85	0.24	0.74	10.62	1.00	0.4428
	ALC-86	0.24	0.15	0.68	1.00	11.1694
	ALC-87	2.46	2.35	3.80	1.00	0.4446
	ALC-88	0.53	0.07	4.34	1.00	121.7799
	ALC-89	0.30	0.24	2.78	1.00	5.3551
	ALC-90	1.49	2.32	9.31	1.00	0.2782
	ALC-91	0.04	0.21	8.60	1.00	0.9246
	ALC-92	0.06	0.34	12.80	1.00	0.5116
	ALC-93	0.01	0.17	19.94	1.00	0.4850
	ALC-94	0.13	0.31	22.13	1.00	1.4015
	ALC-95	0.35	0.53	22.95	1.00	1.2296
	ALC-96	0.60	1.33	12.12	1.00	0.3386
	ALC-97	0.04	0.20	15.61	1.00	1.0728
	ALC-98	0.41	0.36	52.80	1.00	3.2639
	ALC-99	0.14	0.10	8.95	1.00	13.5910

ANEXO 02-01-4

PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS DE LA CUENCA DE MAPACHO - 1

CUENCA	Micro Cuenca	Area Km²	Longitud cauce Km	Pendiente cauce %	N° Orden	Factor Forma Ff
LANGUI LAYO KUNTURCANQUI	BDN-01	0.25	0.70	18.18	1.00	0.5056
	BDN-02	0.10	0.36	13.73	1.00	0.7312
	BDN-03	2.35	3.79	15.96	1.00	0.1640
	BDN-04	0.01	0.10	3.74	1.00	0.8976
	PTE-03	467.31	43.04	2.10	5.00	0.2523
	PTE-06	0.76	1.34	6.02	1.00	0.4261
	PTE-07	2.54	3.03	12.38	1.00	0.2767
	PTE-08	0.48	0.75	6.00	1.00	0.8632
	PTE-09	17.37	6.86	6.43	3.00	0.3694
	PTE-10	4.87	4.97	14.89	1.00	0.1966
	PTE-11	8.75	6.70	12.56	1.00	0.1950
	PTE-12	4.76	4.52	13.97	1.00	0.2332
	PTE-13	138.24	25.12	3.60	3.00	0.2191
	PTE-14	148.55	20.16	3.66	3.00	0.3656
	PTE-15	4.03	3.92	12.67	1.00	0.2629
	PTE-16	1.97	1.83	10.69	1.00	0.5871
	PTE-17	1.54	2.66	10.20	1.00	0.2181
	PTE-18	10.32	5.91	5.73	1.00	0.2951
TOTAL		**620.58**	**43.04**	**2.12**	**5.00**	**0.3350**

$$F_f = \frac{B}{L} = \frac{A}{L^2}$$



ANEXO 02-01-5

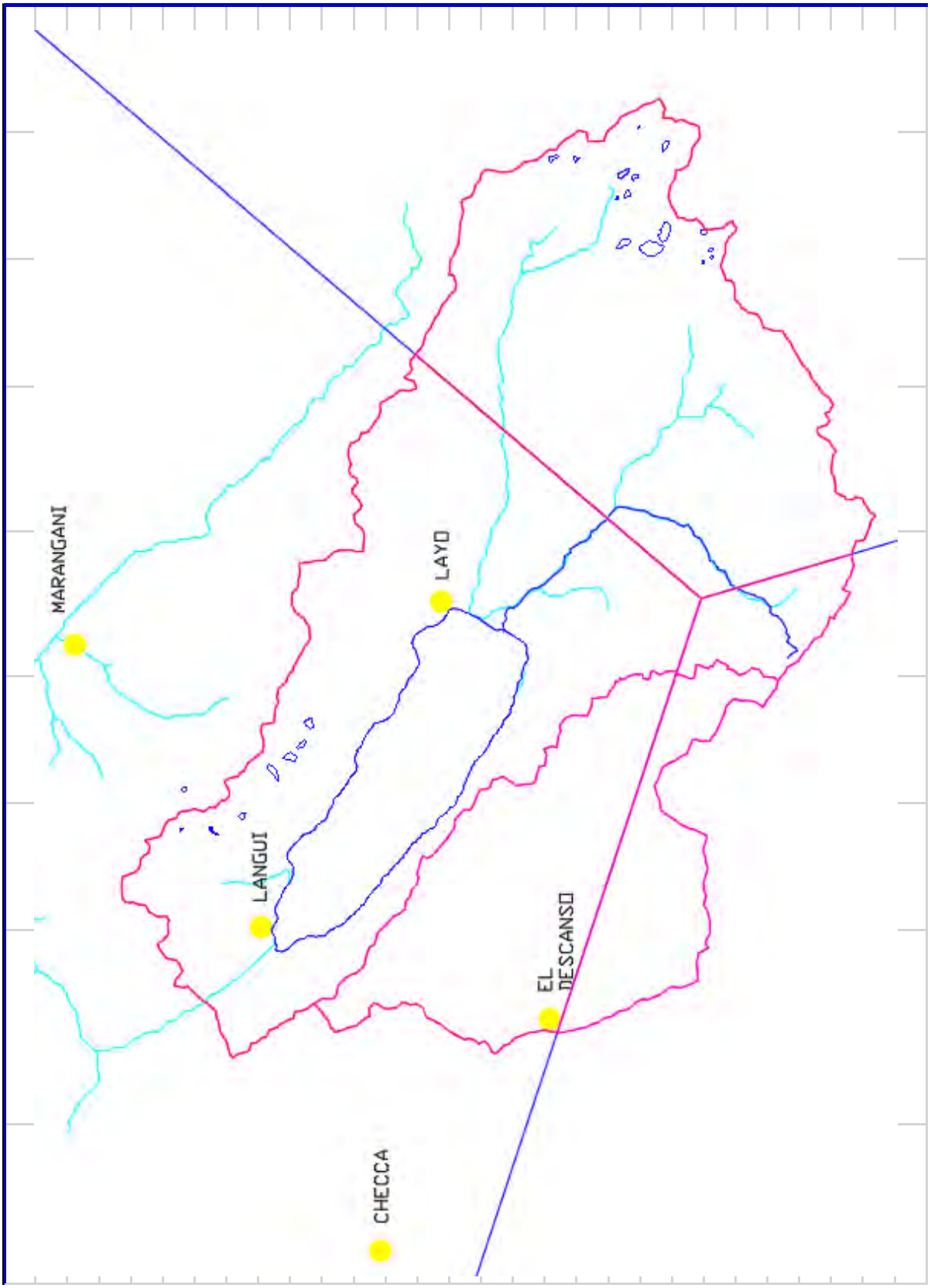
CENTRO GRAVEDAD SUBCUENCAS DE MAPACHO - 1

CUENCA	Micro	Altura		Centro de Gravedad		Area sub cuencas	Longitud cauce	Pendiente cauce
	Cuenca	Parte alta	Parte baja	longitud	latitud		Principal	principal
		msnm	msnm	UTM	UTM	Km²	Km	%
LANGUI LAYO KUNTURCNAQUI	ALC-01	4,575.0	3,982.0	897,955.6	8,401,785.8	1.588	1.613	21.007
	ALC-02	4,155.0	3,985.0	898,832.1	8,401,872.5	0.064	0.314	14.528
	ALC-03	4,113.0	3,983.0	899,013.0	8,401,860.0	0.119	0.386	17.336
	ALC-04	4,599.0	3,989.0	898,336.7	8,401,229.5	0.505	1.545	24.513
	ALC-05	4,612.0	3,980.0	898,677.7	8,401,128.7	0.566	0.824	16.331
	ALC-06	4,618.0	3,974.0	899,011.8	8,401,012.7	0.605	1.499	23.573
	ALC-07	4,606.0	3,963.0	899,220.3	8,400,650.8	1.032	1.176	16.618
	ALC-08	4,613.0	3,955.0	899,458.7	8,400,219.3	1.182	1.890	20.607
	ALC-11	3,971.0	3,955.0	901,725.5	8,401,309.1	0.044	0.321	3.116
	ALC-12	3,958.0	3,955.0	901,798.0	8,401,063.7	0.005	0.080	1.011
	ALC-13	3,976.0	3,955.0	901,950.9	8,401,165.4	0.035	0.320	3.100
	ALC-14	3,999.0	3,955.0	902,177.2	8,401,234.0	0.103	0.553	4.518
	ALC-15	3,957.0	3,955.0	902,001.9	8,400,970.2	0.015	0.132	2.277
	ALC-16	4,003.0	3,959.0	903,217.5	8,400,865.0	0.104	0.382	10.318
	ALC-17	3,990.0	3,964.0	903,526.1	8,400,750.8	0.089	0.388	2.321
	ALC-18	3,966.0	3,964.0	903,821.9	8,400,636.7	0.005	0.075	1.964
	ALC-19	4,855.0	3,955.0	905,543.8	8,401,849.9	2.351	3.362	17.944
	ALC-20-1	4,826.0	3,957.0	906,485.5	8,401,689.1	2.440	3.968	17.922
	ALC-20-2	4,333.0	3,958.0	905,439.5	8,400,716.8	0.427	0.910	17.475
	ALC-20-3	4,177.0	3,955.0	905,376.3	8,400,341.9	0.228	0.597	16.760
	ALC-21	4,641.0	3,958.0	906,270.4	8,400,622.1	1.308	1.842	19.821
	ALC-22	4,216.0	3,959.0	906,127.1	8,399,544.1	0.474	0.844	16.336
	ALC-23	4,039.0	3,964.0	906,059.6	8,399,143.0	0.041	0.204	13.887
	ALC-24	4,216.0	3,958.0	906,550.4	8,399,227.9	0.575	0.455	23.611
	ALC-25	4,755.0	3,959.0	908,078.4	8,400,102.3	4.126	4.245	15.519
	ALC-26	4,332.0	3,960.0	907,729.4	8,398,688.4	0.830	0.829	18.372
	ALC-27	4,717.0	3,955.0	908,996.0	8,399,363.9	2.834	3.332	14.614
	ALC-28-1	4,460.0	3,955.0	909,141.6	8,398,508.8	1.281	2.152	22.513
	ALC-28-2	4,448.0	3,958.0	909,632.4	8,397,864.2	1.569	1.245	27.000
	ALC-28-3	4,448.0	3,958.0	910,302.2	8,397,611.8	1.224	1.883	18.876
	ALC-28-4	4,823.0	3,955.0	911,145.8	8,399,084.5	7.387	5.244	12.071
	ALC-29	4,235.0	3,958.0	911,298.1	8,396,736.0	0.558	0.735	11.072
	ALC-30	4,841.0	3,957.0	912,109.2	8,397,732.3	2.419	3.659	16.679
	ALC-31	4,172.0	3,955.0	911,720.8	8,396,199.2	0.243	0.660	14.223
	ALC-32	4,042.0	3,956.0	911,592.3	8,395,822.1	0.039	0.162	16.186
	ALC-33	3,995.0	3,956.0	912,285.7	8,395,398.4	0.035	0.206	6.532
	ALC-34	4,172.0	3,957.0	912,502.4	8,395,695.5	0.251	0.407	8.608
	ALC-35	4,185.0	3,957.0	912,839.7	8,395,830.2	0.275	0.371	21.505
	ALC-36	4,159.0	3,961.0	913,113.5	8,395,629.9	0.152	0.266	41.760
	ALC-37	4,179.0	3,960.0	913,495.9	8,395,633.1	0.510	0.407	39.317
	ALC-38	4,827.0	3,965.0	913,737.8	8,396,809.3	1.574	2.742	11.968
	ALC-39	4,820.0	3,969.0	914,338.2	8,396,595.6	2.425	3.832	16.750
	ALC-40	4,009.0	3,979.0	915,283.8	8,393,954.2	0.066	0.422	3.496
	ALC-41	4,168.0	3,976.0	915,800.2	8,394,280.1	0.451	1.245	4.509
	ALC-42	4,170.0	3,964.0	915,877.7	8,393,981.6	0.761	2.277	6.673
	ALC-43	3,967.0	3,961.0	915,069.0	8,393,017.2	0.007	0.063	5.319
	ALC-44	3,971.0	3,963.0	915,052.5	8,392,720.7	0.060	0.103	0.972
	ALC-45	3,971.0	3,967.0	915,096.0	8,392,447.8	0.015	0.113	2.497
	ALC-46	3,971.0	3,968.0	915,145.4	8,392,357.1	0.017	0.134	2.055
	ALC-47	3,973.0	3,968.0	915,186.7	8,392,213.4	0.040	0.149	3.498
	ALC-48	3,974.0	3,969.0	915,244.6	8,392,060.6	0.038	0.145	1.806
	ALC-49	4,218.0	3,967.0	916,355.9	8,391,250.6	1.729	2.914	4.074
	ALC-50	3,977.0	3,969.0	915,165.6	8,391,593.7	0.058	0.255	0.800
	ALC-51	4,226.0	3,969.0	916,504.8	8,390,432.0	2.307	3.872	6.037
	ALC-52	3,983.0	3,967.0	914,791.0	8,391,268.2	0.045	0.222	2.354
	ALC-53	3,977.0	3,970.0	914,379.7	8,391,274.8	0.017	0.168	4.943
	ALC-54	3,976.0	3,972.0	914,292.7	8,391,296.4	0.006	0.075	3.676
	ALC-55	4,035.0	3,972.0	914,471.1	8,390,716.5	0.361	0.775	1.690
	ALC-56	3,984.0	3,962.0	913,774.1	8,390,890.2	0.469	0.609	2.459
	ALC-57	4,495.0	3,957.0	913,746.9	8,389,184.0	5.413	4.963	8.308
	ALC-58	4,504.0	3,955.0	912,539.7	8,389,617.2	1.507	2.510	14.917
	ALC-59	4,081.0	3,957.0	912,302.7	8,390,605.0	0.048	0.294	32.240
	ALC-60	4,308.0	3,955.0	912,114.8	8,390,009.8	0.593	0.683	15.161
	ALC-61	4,044.0	3,955.0	911,689.3	8,390,806.5	0.036	0.306	19.992
	ALC-62	4,084.0	3,955.0	911,438.5	8,390,760.3	0.159	0.134	0.750

ANEXO 02-01-5

CENTRO GRAVEDAD SUBCUENCAS DE MAPACHO - 1

CUENCA	Micro Cuenca	Altura Parte alta	Altura Parte baja	Centro de Gravedad longitud	Centro de Gravedad latitud	Area sub cuencas	Longitud cauce Principal	Pendiente cauce principal
		msnm	msnm	UTM	UTM	Km²	Km	%
LANGUI LAYO KUNTURCNAQUI	ALC-63	4,416.0	3,955.0	910,771.7	8,390,187.8	1.411	1.766	18.519
	ALC-64	4,506.0	3,965.0	909,845.6	8,390,296.3	1.984	1.823	19.374
	ALC-65	4,049.0	3,967.0	910,354.0	8,391,225.3	0.045	0.126	17.958
	ALC-66	4,500.0	3,973.0	909,500.7	8,391,033.0	1.133	1.200	30.802
	ALC-67	4,457.0	3,997.0	908,994.5	8,391,254.2	0.442	0.586	33.157
	ALC-68	4,215.0	4,048.0	908,995.6	8,391,733.7	0.045	0.391	30.761
	ALC-69	4,457.0	4,076.0	908,717.9	8,391,300.0	0.209	0.652	33.268
	ALC-70	4,459.0	4,057.0	908,502.3	8,391,434.4	0.293	0.496	27.156
	ALC-71	4,191.0	4,053.0	908,468.8	8,391,814.4	0.104	0.028	19.445
	ALC-72	4,155.0	4,055.0	908,509.6	8,392,003.9	0.081	0.199	18.559
	ALC-73	4,114.0	4,066.0	908,555.0	8,392,146.5	0.023	0.223	21.879
	ALC-74	4,145.0	4,085.0	908,354.0	8,392,132.9	0.031	0.168	29.165
	ALC-75	4,283.0	4,088.0	908,201.0	8,391,895.0	0.077	0.630	18.276
	ALC-76	4,573.0	4,098.0	907,969.9	8,391,037.8	1.557	2.027	15.813
	ALC-77	4,180.0	4,093.0	907,814.5	8,392,127.5	0.054	0.299	22.388
	ALC-78	4,171.0	4,103.0	907,720.2	8,392,210.4	0.048	0.251	20.771
	ALC-79	4,165.0	4,102.0	907,702.5	8,392,349.1	0.035	0.195	27.919
	ALC-80	4,165.0	4,108.0	907,445.3	8,392,444.0	0.116	0.293	14.346
	ALC-81	4,395.0	4,119.0	907,328.4	8,391,997.8	0.410	0.444	7.010
	ALC-82	4,396.0	4,109.0	907,034.5	8,391,865.7	0.303	0.457	36.042
	ALC-83	4,395.0	4,078.0	906,937.8	8,392,340.6	0.960	1.399	1.297
	ALC-84	4,198.0	4,071.0	906,005.7	8,393,127.5	0.722	0.892	1.681
	ALC-85	4,212.0	4,072.0	905,545.5	8,393,240.2	0.242	0.740	10.625
	ALC-86	4,247.0	4,073.0	905,318.6	8,393,372.6	0.240	0.146	0.683
	ALC-87	4,329.0	4,070.0	904,359.0	8,394,181.4	2.458	2.351	3.801
	ALC-88	4,185.0	4,069.0	904,025.8	8,393,589.8	0.529	0.066	4.344
	ALC-89	4,186.0	4,066.0	903,739.6	8,393,400.4	0.299	0.236	2.781
	ALC-90	4,442.0	4,067.0	903,118.0	8,394,393.9	1.492	2.315	9.315
	ALC-91	4,094.0	4,057.0	903,096.2	8,393,176.0	0.041	0.210	8.597
	ALC-92	4,127.0	4,060.0	902,894.0	8,393,363.5	0.060	0.341	12.803
	ALC-93	4,122.0	4,076.0	902,811.8	8,393,488.4	0.014	0.171	19.939
	ALC-94	4,162.0	4,046.0	902,717.7	8,393,697.4	0.132	0.307	22.131
	ALC-95	4,260.0	4,034.0	902,626.5	8,394,218.4	0.346	0.531	22.946
	ALC-96	4,397.0	4,030.0	902,420.7	8,394,581.2	0.600	1.331	12.123
	ALC-97	4,060.0	4,022.0	902,040.4	8,393,815.0	0.041	0.196	15.612
	ALC-98	4,300.0	4,022.0	901,984.3	8,394,376.2	0.411	0.355	52.804
	ALC-99	4,268.0	4,027.0	901,691.3	8,394,633.3	0.140	0.102	8.950
	BDN-01	4,212.0	3,993.0	898,386.1	8,402,474.2	0.248	0.701	18.179
	BDN-02	4,130.0	3,994.0	898,628.7	8,402,355.6	0.097	0.364	13.725
	BDN-03	4,855.0	3,959.0	907,378.3	8,400,963.4	2.351	3.786	15.959
	BDN-04	3,967.0	3,960.0	915,002.9	8,393,014.7	0.009	0.102	3.735
	PTE-03	5,135.0	3,955.0	916,843.5	8,390,955.5	467.306	43.038	2.102
	PTE-06	4,515.0	3,955.0	901,799.9	8,402,258.2	0.764	1.339	6.019
	PTE-07	4,504.0	3,955.0	902,480.7	8,402,553.9	2.540	3.030	12.380
	PTE-08	4,026.0	3,955.0	902,703.2	8,401,150.0	0.485	0.749	6.005
	PTE-09	4,860.0	3,961.0	904,126.6	8,404,057.1	17.373	6.858	6.427
	PTE-10	5,000.0	3,950.0	913,124.3	8,397,726.3	4.866	4.975	14.888
	PTE-11	5,087.0	3,985.0	915,396.7	8,397,764.0	8.747	6.697	12.564
	PTE-12	4,895.0	3,984.0	916,484.6	8,395,999.6	4.758	4.516	13.970
	PTE-13	5,135.0	3,963.0	924,782.4	8,391,040.3	138.241	25.116	3.602
	PTE-14	4,897.0	3,967.0	919,355.7	8,383,687.5	148.550	20.158	3.656
	PTE-15	4,586.0	3,955.0	911,317.0	8,388,884.4	4.032	3.916	12.665
	PTE-16	4,491.0	4,022.0	901,661.1	8,394,973.8	1.973	1.833	10.692
	PTE-17	4,490.0	4,022.0	901,340.7	8,396,012.2	1.541	2.658	10.196
	PTE-18	4,575.0	4,022.0	899,383.9	8,396,470.9	10.316	5.913	5.733


MARANGANI
LANGUI
LAYO
CHECCA
EL DESCANSO

ANEXO 02-01-6

Micro cuenca Nro	H. Media ARCGIS m.s.n.m.	H. Media Curva Hips. m.s.n.m.
ALC-01	4281.435	
ALC-02	4056.451	
ALC-03	4025.202	
ALC-04	4301.057	
ALC-05	4224.915	
ALC-06	4166.410	
ALC-07	4161.699	
ALC-08	4170.853	
ALC-11	3961.156	
ALC-12	3955.750	
ALC-13	3961.806	
ALC-14	3972.519	
ALC-15	3955.235	
ALC-16	3980.028	
ALC-17	3972.191	
ALC-18	3964.800	
ALC-19	4280.479	
ALC-20-1	4415.521	
ALC-20-2	4096.072	
ALC-20-3	4025.004	
ALC-21	4215.733	
ALC-22	4045.978	
ALC-23	3989.395	
ALC-24	4055.905	
ALC-25	4340.494	
ALC-26	4088.210	
ALC-27	4353.431	
ALC-28-1	4249.679	
ALC-28-2	4160.577	
ALC-28-3	4169.810	
ALC-28-4	4442.469	
ALC-29	4090.435	
ALC-30	4291.854	
ALC-31	4049.421	
ALC-32	3987.705	
ALC-33	3968.421	
ALC-34	4016.309	
ALC-35	4074.361	
ALC-36	4057.535	
ALC-37	4094.119	
ALC-38	4262.111	
ALC-39	4274.857	
ALC-40	3990.859	
ALC-41	4035.648	
ALC-42	4021.341	

ANEXO 02-01-6

Micro cuenca Nro	H. Media ARCGIS m.s.n.m.	H. Media Curva Hips. m.s.n.m.
ALC-43	3964.375	
ALC-44	3965.889	
ALC-45	3968.824	
ALC-46	3969.471	
ALC-47	3971.045	
ALC-48	3971.488	
ALC-49	4033.734	
ALC-50	3972.867	
ALC-51	4076.126	
ALC-52	3974.723	
ALC-53	3974.000	
ALC-54	3973.833	
ALC-55	3985.656	
ALC-56	3971.553	
ALC-57	4136.301	
ALC-58	4171.259	
ALC-59	4013.529	
ALC-60	4104.684	
ALC-61	3993.378	
ALC-62	4012.889	
ALC-63	4167.711	
ALC-64	4267.339	
ALC-65	3988.348	
ALC-66	4184.146	
ALC-67	4236.669	
ALC-68	4100.979	
ALC-69	4268.216	
ALC-70	4239.260	
ALC-71	4124.872	
ALC-72	4099.560	
ALC-73	4081.520	
ALC-74	4105.258	
ALC-75	4151.775	
ALC-76	4373.715	
ALC-77	4141.897	
ALC-78	4141.354	
ALC-79	4129.229	
ALC-80	4144.127	
ALC-81	4195.090	
ALC-82	4231.662	
ALC-83	4153.799	
ALC-84	4108.073	
ALC-85	4105.093	
ALC-86	4126.226	
ALC-87	4145.442	

ANEXO 02-01-6

Micro cuenca Nro	H. Media ARCGIS m.s.n.m.	H. Media Curva Hips. m.s.n.m.
ALC-88	4107.634	
ALC-89	4111.039	
ALC-90	4188.157	
ALC-91	4078.775	
ALC-92	4097.600	
ALC-93	4096.600	
ALC-94	4095.649	
ALC-95	4143.116	
ALC-96	4190.715	
ALC-97	4045.298	
ALC-98	4115.572	
ALC-99	4094.069	
BDN-01	4060.507	
BDN-02	4042.949	
BDN-03	4408.769	
BDN-04	3963.900	
PTE-03	4322.457	4299.35182
PTE-06	4069.662	
PTE-07	4126.086	
PTE-08	3984.820	
PTE-09	4348.876	4363.29777
PTE-10	4391.412	
PTE-11	4500.561	
PTE-12	4298.481	
PTE-13	4399.172	4389.73266
PTE-14	4446.095	4440.23238
PTE-15	4317.856	
PTE-16	4146.370	
PTE-17	4060.290	
PTE-18	4243.799	4234.76501

ANEXO 02-01-7

PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA LANGUI LAYO - MICROCUENCA PTE 03

A.- Altura media

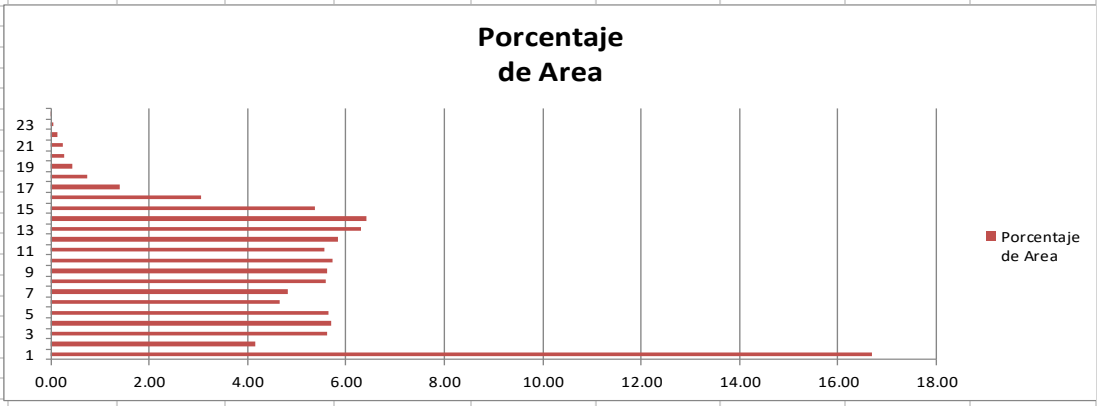
$$h_m = \frac{\Delta h}{2}$$

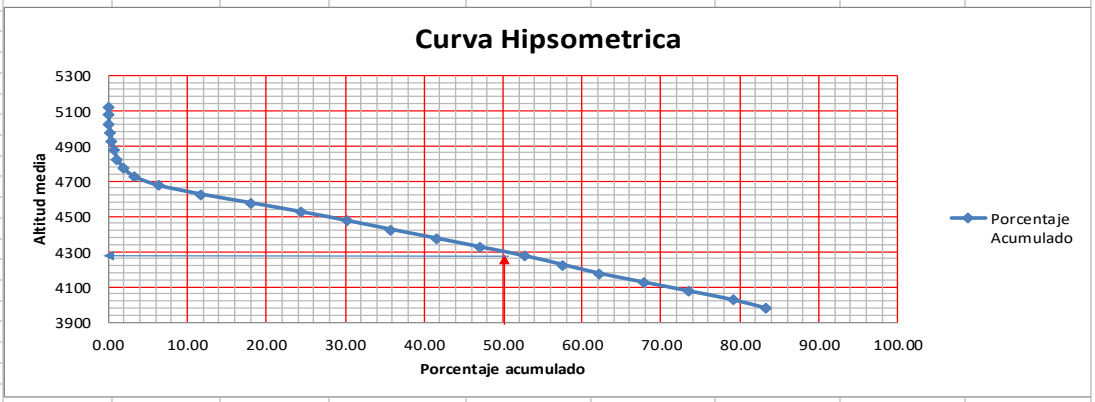
Cota max = 5,135.00 m
Cota min = 3,955.00 m

hm = 590 m

B.- Curva Hipsométrica

		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(1)
Altitud Intervalo(msnm)		Altitud media del Intervalo	Area Km2	Area Acumulada	Areas que quedan sobre las altitudes (Km²)	Porcentaje de Area	Porcentaje Acumulado	Altitud (media x area)
3955	4000	3977.5	77.99	77.99	389.27	16.69	83.31	
4000	4050	4025	19.46	97.45	369.80	4.17	79.14	78,344.59
4050	4100	4075	26.20	123.66	343.60	5.61	73.54	106,776.51
4100	4150	4125	26.62	150.27	316.98	5.70	67.84	109,797.65
4150	4200	4175	26.32	176.60	290.66	5.63	62.21	109,890.02
4200	4250	4225	21.79	198.39	268.87	4.66	57.54	92,064.78
4250	4300	4275	22.54	220.93	246.33	4.82	52.72	96,367.43
4300	4350	4325	26.08	247.01	220.25	5.58	47.14	112,787.07
4350	4400	4375	26.28	273.29	193.97	5.63	41.51	114,996.69
4400	4450	4425	26.76	300.05	167.21	5.73	35.78	118,417.18
4450	4500	4475	25.98	326.03	141.23	5.56	30.22	116,264.76
4500	4550	4525	27.28	353.32	113.94	5.84	24.38	123,461.91
4550	4600	4575	29.48	382.80	84.46	6.31	18.08	134,870.88
4600	4650	4625	29.92	412.72	54.54	6.40	11.67	138,371.33
4650	4700	4675	25.08	437.79	29.47	5.37	6.31	117,236.80
4700	4750	4725	14.29	452.09	15.17	3.06	3.25	67,534.39
4750	4800	4775	6.57	458.65	8.61	1.41	1.84	31,350.79
4800	4850	4825	3.39	462.04	5.22	0.72	1.12	16,339.20
4850	4900	4875	2.01	464.04	3.21	0.43	0.69	9,781.54
4900	4950	4925	1.29	465.33	1.93	0.28	0.41	6,345.31
4950	5000	4975	1.08	466.42	0.84	0.23	0.18	5,388.51
5000	5050	5025	0.55	466.97	0.29	0.12	0.06	2,779.98
5050	5100	5075	0.25	467.22	0.04	0.05	0.01	1,269.77
5100	5135	5117.5	0.04	467.26	0.00	0.01	0.00	199.52
			467.26			83.31		1,710,636.61

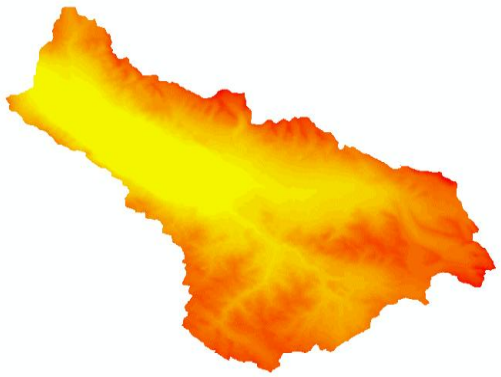




h media = 4299.35182 m.

C.- Curva frecuencia de Altitudes

Altitud Intervalo(msnm)		Altitud media del Intervalo	Area Km2	Area Acumulada
		e	a	a*e
3955	4000	3977.5	77.99	310,204.27
4000	4050	4025	19.46	78,344.59
4050	4100	4075	26.20	106,776.51
4100	4150	4125	26.62	109,797.65
4150	4200	4175	26.32	109,890.02
4200	4250	4225	21.79	92,064.78
4250	4300	4275	22.54	96,367.43
4300	4350	4325	26.08	112,787.07
4350	4400	4375	26.28	114,996.69
4400	4450	4425	26.76	118,417.18
4450	4500	4475	25.98	116,264.76
4500	4550	4525	27.28	123,461.91
4550	4600	4575	29.48	134,870.88
4600	4650	4625	29.92	138,371.33
4650	4700	4675	25.08	117,236.80
4700	4750	4725	14.29	67,534.39
4750	4800	4775	6.57	31,350.79
4800	4850	4825	3.39	16,339.20
4850	4900	4875	2.01	9,781.54
4900	4950	4925	1.29	6,345.31
4950	5000	4975	1.08	5,388.51
5000	5050	5025	0.55	2,779.98
5050	5100	5075	0.25	1,269.77
5100	5135	5117.5	0.04	199.52
			467.26	2,020,840.89



$$E_m = \frac{\sum a * e}{A}$$

Em = 4324.89 m

D.- Rectángulo equivalnete

Curva de Nive	Superficie			L			
m	Km2						
3977.5	77.99			37.40			37.40
4025	19.46			9.34			9.34
4075	26.20			12.57			12.57
4125	26.62			12.77			12.77
4175	26.32			12.62			12.62
4225	21.79			10.45			10.45
4275	22.54			10.81	L =	224.10	10.81
4325	26.08			12.51			12.51
4375	26.28			12.61			12.61
4425	26.76			12.83			12.83
4475	25.98			12.46			12.46
4525	27.28			13.09			13.09
4575	29.48			14.14			14.14
4625	29.92			14.35			14.35
4675	25.08			12.03			12.03
4725	14.29			6.86			6.86
4775	6.57			3.15			3.15
4825	3.39			1.62			1.62
4875	2.01			0.96			0.96
4925	1.29			0.62			0.62
4975	1.08			0.52			0.52
5025	0.55			0.27			0.27
5075	0.25			0.12			0.12
5117.5	0.04			0.02			0.02
Area	467.26	Km2					224.10
Perímetro	452.37	Km		186.70			

a.- Factor de Forma

F = B/L = l/L

$$F = \frac{ancho}{longitud} = \frac{B}{L}$$

b.- Indice Compacidad (Gravelius)

K = 5.85971062

$$K = \frac{Perímetro_cuenca}{Perímetro_circulo_igual_área}$$

$$K = 0.28\frac{P}{\sqrt{A}}$$

c.- Rectangulo equivalente

L = 224.101447

l = 2.0850301

$$l = \frac{A}{L}$$

$$L = \frac{K\sqrt{A}}{1.12}\left[1+\sqrt{1-\left(\frac{1.12}{K}\right)^2}\right]$$

$$l = \frac{K\sqrt{A}}{1.12}\left[1-\sqrt{1-\left(\frac{1.12}{K}\right)^2}\right]$$

l = 2.0850301

D.- Indice de Pendiente

Ip = 0.03654842

$$I_p = \sqrt{\frac{H_M - H_m}{1000 * L}}$$

hmed = 4,299.35 m.

ANEXO 02-01-8

PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA LANGUI LAYO - MICROCUENCA PTE 09

A.- Altura media

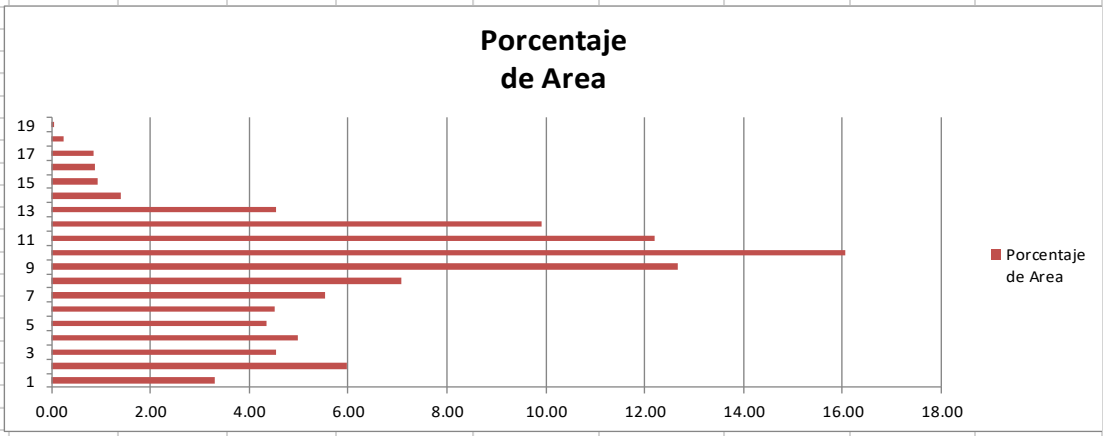
$$h_m = \frac{\Delta h}{2}$$

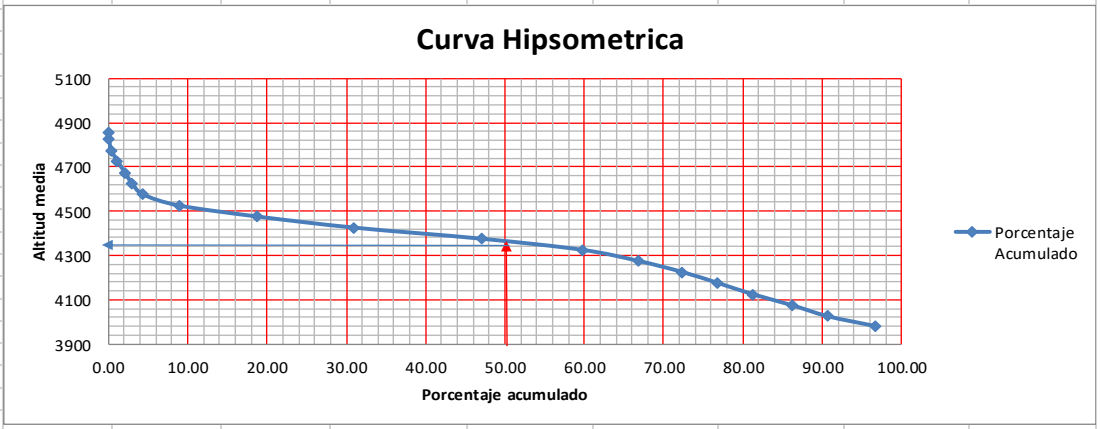
Cota max = 4,860.00 m
Cota min = 3,961.00 m

hm = 449.5 m

B.- Curva Hipsométrica

		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(1)
Altitud Intervalo(msnm)		Altitud media del Intervalo	Area Km2	Area Acumulada	Areas que quedan sobre las altitudes (Km²)	Porcentaje de Area	Porcentaje Acumulado	Altitud (media x area)
3961	4000	3980.5	0.57	0.57	16.68	3.31	96.69	
4000	4050	4025	1.03	1.60	15.65	5.98	90.71	4,154.69
4050	4100	4075	0.78	2.39	14.86	4.54	86.16	3,192.92
4100	4150	4125	0.86	3.25	14.00	4.98	81.18	3,543.50
4150	4200	4175	0.75	3.99	13.25	4.34	76.85	3,123.28
4200	4250	4225	0.78	4.77	12.47	4.53	72.32	3,297.81
4250	4300	4275	0.96	5.73	11.52	5.54	66.78	4,084.92
4300	4350	4325	1.22	6.95	10.30	7.07	59.71	5,277.39
4350	4400	4375	2.19	9.14	8.11	12.67	47.03	9,562.07
4400	4450	4425	2.77	11.90	5.34	16.05	30.98	12,250.44
4450	4500	4475	2.10	14.01	3.24	12.19	18.79	9,412.38
4500	4550	4525	1.71	15.72	1.53	9.91	8.88	7,735.84
4550	4600	4575	0.78	16.50	0.75	4.53	4.35	3,574.29
4600	4650	4625	0.24	16.74	0.51	1.40	2.95	1,116.94
4650	4700	4675	0.16	16.90	0.35	0.93	2.02	748.47
4700	4750	4725	0.15	17.05	0.20	0.88	1.14	714.08
4750	4800	4775	0.15	17.20	0.05	0.84	0.30	693.79
4800	4850	4825	0.04	17.24	0.01	0.25	0.06	204.06
4850	4860	4855	0.01	17.25	0.00	0.06	0.00	46.52
			17.25			96.69		72,733.38

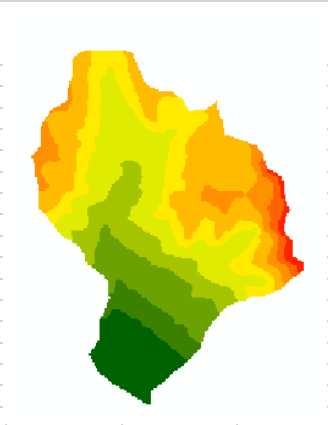




h media = 4363.29777 m.

C.- Curva frecuencia de Altitudes

Altitud Intervalo(msnm)		Altitud media del Intervalo	Area Km2	Area Acumulada
		e	a	a*e
3961	4000	3980.5	0.57	2,272.07
4000	4050	4025	1.03	4,154.69
4050	4100	4075	0.78	3,192.92
4100	4150	4125	0.86	3,543.50
4150	4200	4175	0.75	3,123.28
4200	4250	4225	0.78	3,297.81
4250	4300	4275	0.96	4,084.92
4300	4350	4325	1.22	5,277.39
4350	4400	4375	2.19	9,562.07
4400	4450	4425	2.77	12,250.44
4450	4500	4475	2.10	9,412.38
4500	4550	4525	1.71	7,735.84
4550	4600	4575	0.78	3,574.29
4600	4650	4625	0.24	1,116.94
4650	4700	4675	0.16	748.47
4700	4750	4725	0.15	714.08
4750	4800	4775	0.15	693.79
4800	4850	4825	0.04	204.06
4850	4860	4855	0.01	46.52
			17.25	75,005.45



$$E_m = \frac{\sum a * e}{A}$$

Em = 4348.62 m

D.- Rectángulo equivalnete

Curva de Nive	Superficie		L			
m	Km2					
3980.5	0.57		7.48			7.48
4025	1.03		13.53			13.53
4075	0.78		10.27			10.27
4125	0.86		11.26			11.26
4175	0.75		9.81			9.81
4225	0.78		10.23			10.23
4275	0.96		12.53	L =	226.11	12.53
4325	1.22		16.00			16.00
4375	2.19		28.65			28.65
4425	2.77		36.29			36.29
4475	2.10		27.57			27.57
4525	1.71		22.41			22.41
4575	0.78		10.24			10.24
4625	0.24		3.17			3.17
4675	0.16		2.10			2.10
4725	0.15		1.98			1.98
4775	0.15		1.90			1.90
4825	0.04		0.55			0.55
4855	0.01		0.13			0.13
Area	17.25	Km2				226.11
Perímetro	452.37	Km	218.63			

a.- Factor de Forma

F = B/L = l/L

$$F = \frac{ancho}{longitud} = \frac{B}{L}$$

b.- Indice Compacidad (Gravelius)

K = 30.4988781

$$K = \frac{Perímetro_cuenca}{Perímetro_circulo_igual_área}$$

$$K = 0.28\frac{P}{\sqrt{A}}$$

c.- Rectangulo equivalente

L = 226.110196

l = 0.07628189

$$l = \frac{A}{L}$$

$$L = \frac{K\sqrt{A}}{1.12}\left[1+\sqrt{1-\left(\frac{1.12}{K}\right)^2}\right]$$

$$l = \frac{K\sqrt{A}}{1.12}\left[1-\sqrt{1-\left(\frac{1.12}{K}\right)^2}\right]$$

l = 0.076281892

D.- Indice de Pendiente

Ip = 0.04008402

$$I_p = \sqrt{\frac{H_M - H_m}{1000 * L}}$$

hmed = 4,363.30 m.

ANEXO 02-01-9

PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA LANGUI LAYO - MICROCUENCA PTE 14

A.- Altura media

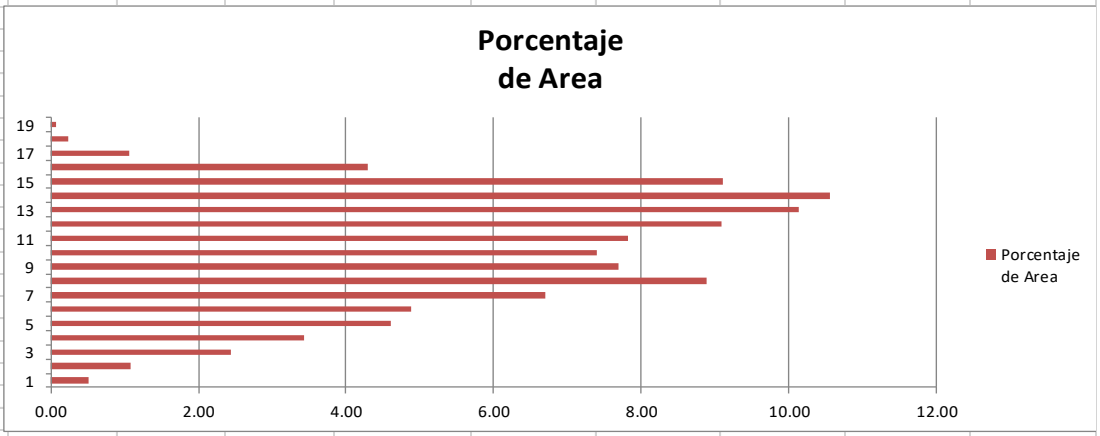
$$h_m = \frac{\Delta h}{2}$$

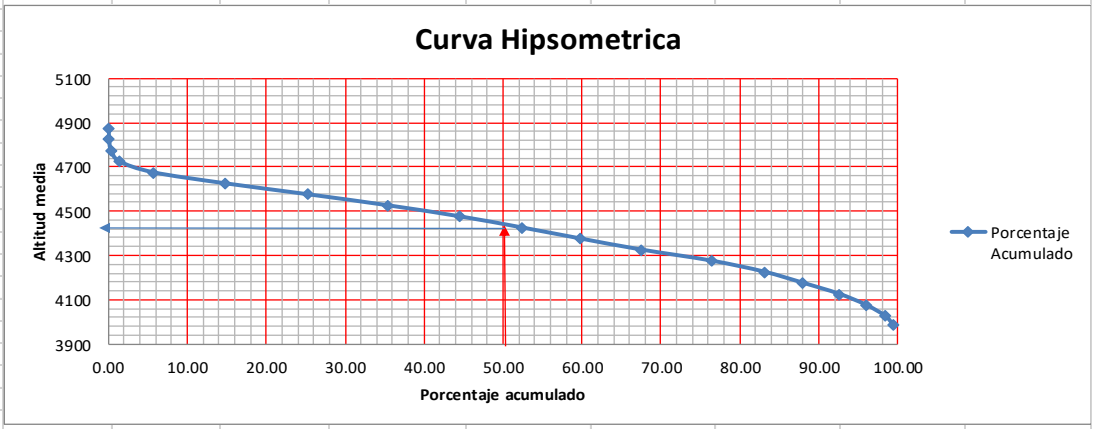
Cota max = 4,897.00 m
Cota min = 3,967.00 m

hm = 465 m

B.- Curva Hipsométrica

		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(1)
Altitud Intervalo(msnm)		Altitud media del Intervalo	Area Km2	Area Acumulada	Areas que quedan sobre las altitudes (Km²)	Porcentaje de Area	Porcentaje Acumulado	Altitud (media x area)
3967	4000	3983.5	0.75	0.75	148.00	0.51	99.49	
4000	4050	4025	1.60	2.35	146.40	1.07	98.42	6,426.78
4050	4100	4075	3.62	5.97	142.78	2.43	95.99	14,748.39
4100	4150	4125	5.11	11.08	137.67	3.43	92.55	21,077.55
4150	4200	4175	6.85	17.93	130.82	4.61	87.95	28,603.35
4200	4250	4225	7.26	25.19	123.56	4.88	83.06	30,675.77
4250	4300	4275	9.97	35.16	113.59	6.70	76.36	42,624.58
4300	4350	4325	13.23	48.39	100.36	8.89	67.47	57,208.12
4350	4400	4375	11.44	59.83	88.92	7.69	59.78	50,052.04
4400	4450	4425	11.00	70.83	77.92	7.40	52.38	48,682.60
4450	4500	4475	11.64	82.47	66.29	7.82	44.56	52,073.45
4500	4550	4525	13.54	96.00	52.75	9.10	35.46	61,247.29
4550	4600	4575	15.08	111.09	37.67	10.14	25.32	69,001.42
4600	4650	4625	15.70	126.79	21.97	10.55	14.77	72,616.53
4650	4700	4675	13.56	140.34	8.41	9.11	5.66	63,369.83
4700	4750	4725	6.40	146.74	2.01	4.30	1.35	30,232.73
4750	4800	4775	1.58	148.32	0.43	1.06	0.29	7,543.57
4800	4850	4825	0.34	148.66	0.09	0.23	0.06	1,643.00
4850	4897	4873.5	0.09	148.75	0.00	0.06	0.00	455.06
			148.75			99.49		658,282.05

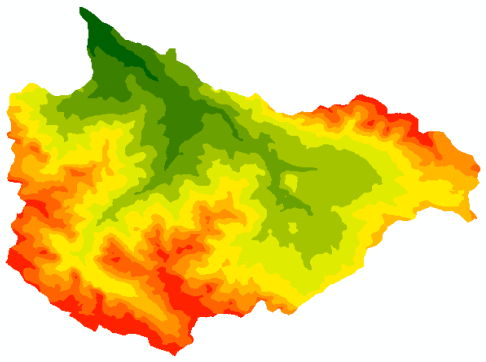




h media = 4440.23238 m.

C.- Curva frecuencia de Altitudes

Altitud Intervalo(msnm)		Altitud media del Intervalo	Area Km2	Area Acumulada
		e	a	a*e
3967	4000	3983.5	0.75	3,006.19
4000	4050	4025	1.60	6,426.78
4050	4100	4075	3.62	14,748.39
4100	4150	4125	5.11	21,077.55
4150	4200	4175	6.85	28,603.35
4200	4250	4225	7.26	30,675.77
4250	4300	4275	9.97	42,624.58
4300	4350	4325	13.23	57,208.12
4350	4400	4375	11.44	50,052.04
4400	4450	4425	11.00	48,682.60
4450	4500	4475	11.64	52,073.45
4500	4550	4525	13.54	61,247.29
4550	4600	4575	15.08	69,001.42
4600	4650	4625	15.70	72,616.53
4650	4700	4675	13.56	63,369.83
4700	4750	4725	6.40	30,232.73
4750	4800	4775	1.58	7,543.57
4800	4850	4825	0.34	1,643.00
4850	4897	4873.5	0.09	455.06
			148.75	661,288.23



$$E_m = \frac{\sum a * e}{A}$$

Em = 4445.51 m

D.- Rectángulo equivalnete

Curva de Nive	Superficie		L			
m	Km2					
3983.5	0.75		1.14			1.14
4025	1.60		2.42			2.42
4075	3.62		5.49			5.49
4125	5.11		7.75			7.75
4175	6.85		10.39			10.39
4225	7.26		11.01			11.01
4275	9.97		15.12	L =	225.53	15.12
4325	13.23		20.05			20.05
4375	11.44		17.34			17.34
4425	11.00		16.68			16.68
4475	11.64		17.64			17.64
4525	13.54		20.52			20.52
4575	15.08		22.87			22.87
4625	15.70		23.80			23.80
4675	13.56		20.55			20.55
4725	6.40		9.70			9.70
4775	1.58		2.40			2.40
4825	0.34		0.52			0.52
4873.5	0.09		0.14			0.14
Area	148.75	Km2				225.53
Perímetro	452.37	Km	224.38			

a.- Factor de Forma

F = B/L = l/L

$$F = \frac{ancho}{longitud} = \frac{B}{L}$$

b.- Indice Compacidad (Gravelius)

K = 10.3853203

$$K = \frac{Perímetro_cuenca}{Perímetro_circulo_igual_área}$$

$$K = 0.28\frac{P}{\sqrt{A}}$$

c.- Rectangulo equivalente

L = 225.526892

l = 0.65958566

$$l = \frac{A}{L}$$

$$L = \frac{K\sqrt{A}}{1.12}\left[1+\sqrt{1-\left(\frac{1.12}{K}\right)^2}\right]$$

$$l = \frac{K\sqrt{A}}{1.12}\left[1-\sqrt{1-\left(\frac{1.12}{K}\right)^2}\right]$$

l = 0.659585659

D.- Indice de Pendiente

Ip = 0.04418164

$$I_p = \sqrt{\frac{H_M - H_m}{1000 * L}}$$

hmed = 4,440.23 m.

ANEXO 02-01-10

PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA LANGUI LAYO - MICROCUENCA PTE 18

A.- Altura media

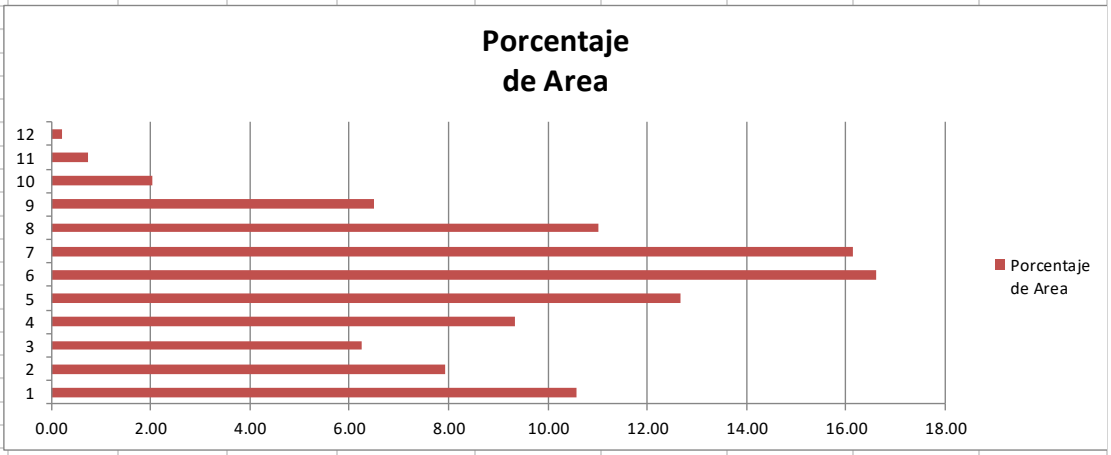
$$h_m = \frac{\Delta h}{2}$$

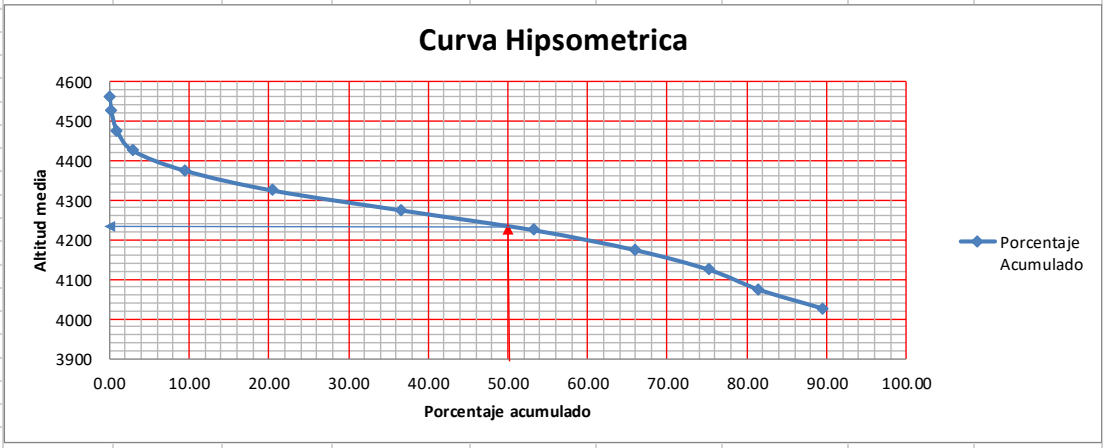
Cota max = 4,575.00 m
Cota min = 4,006.00 m

hm = 284.5 m

B.- Curva Hipsométrica

		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(1)
Altitud Intervalo(msnm)		Altitud media del Intervalo	Area Km2	Area Acumulada	Areas que quedan sobre las altitudes (Km²)	Porcentaje de Area	Porcentaje Acumulado	Altitud (media x area)
4006	4050	4028	1.09	1.09	9.21	10.59	89.41	
4050	4100	4075	0.82	1.91	8.39	7.92	81.49	3,323.48
4100	4150	4125	0.64	2.55	7.75	6.25	75.25	2,654.46
4150	4200	4175	0.96	3.51	6.79	9.33	65.92	4,012.94
4200	4250	4225	1.31	4.82	5.48	12.67	53.24	5,514.92
4250	4300	4275	1.71	6.53	3.77	16.61	36.63	7,315.73
4300	4350	4325	1.66	8.19	2.11	16.14	20.49	7,190.59
4350	4400	4375	1.14	9.33	0.98	11.02	9.47	4,967.01
4400	4450	4425	0.67	9.99	0.31	6.49	2.98	2,955.93
4450	4500	4475	0.21	10.20	0.10	2.03	0.95	937.00
4500	4550	4525	0.08	10.28	0.02	0.73	0.22	342.45
4550	4575	4562.5	0.02	10.30	0.00	0.22	0.00	102.03
			10.30			89.41		39,316.52





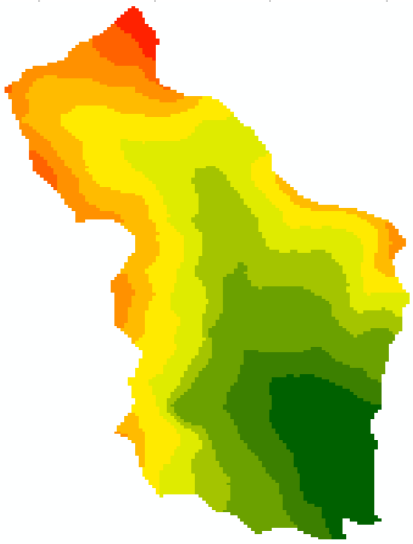
h media = 4234.76501 m.

C.- Curva frecuencia de Altitudes

Altitud Intervalo(msnm)		Altitud media del Intervalo	Area Km2	Area Acumulada
		e	a	a*e
4006	4050	4028	1.09	4,392.91
4050	4100	4075	0.82	3,323.48
4100	4150	4125	0.64	2,654.46
4150	4200	4175	0.96	4,012.94
4200	4250	4225	1.31	5,514.92
4250	4300	4275	1.71	7,315.73
4300	4350	4325	1.66	7,190.59
4350	4400	4375	1.14	4,967.01
4400	4450	4425	0.67	2,955.93
4450	4500	4475	0.21	937.00
4500	4550	4525	0.08	342.45
4550	4575	4562.5	0.02	102.03
			10.30	43,709.44

$$E_m = \frac{\sum a * e}{A}$$

Em = 4243.32 m



D.- Rectángulo equivalnete

Curva de Nive	Superficie		L			
m	Km2					
4028	1.09		23.94			23.94
4075	0.82		17.91			17.91
4125	0.64		14.13			14.13
4175	0.96		21.10			21.10
4225	1.31		28.66			28.66
4275	1.71		37.57			37.57
4325	1.66		36.50	L =	226.14	36.50
4375	1.14		24.92			24.92
4425	0.67		14.67			14.67
4475	0.21		4.60			4.60
4525	0.08		1.66			1.66
4562.5	0.02		0.49			0.49
Area	10.30	Km2				226.14
Perímetro	452.37	Km	202.20			

a.- Factor de Forma

F = B/L = l/L

$$F = \frac{ancho}{longitud} = \frac{B}{L}$$

b.- Indice Compacidad (Gravelius)

K = 39.465718

$$K = \frac{Perímetro_cuenca}{Perímetro_circulo_igual_área}$$

$$K = 0.28\frac{P}{\sqrt{A}}$$

c.- Rectangulo equivalente

L = 226.140927

l = 0.04555018

$$l = \frac{A}{L}$$

$$L = \frac{K\sqrt{A}}{1.12}\left[1+\sqrt{1-\left(\frac{1.12}{K}\right)^2}\right]$$

$$l = \frac{K\sqrt{A}}{1.12}\left[1-\sqrt{1-\left(\frac{1.12}{K}\right)^2}\right]$$

l = 0.045550185

D.- Indice de Pendiente

Ip = 0.02858382

$$I_p = \sqrt{\frac{H_M - H_m}{1000 * L}}$$

hmed = 4,234.77 m.

ANEXO III

ANALISIS GRANULOMETRICO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
INVERSIONES FYJJ S.C.R.L.

Análisis Mecánico por Tamizado y Límites de Atterberg

PROYECTO : MEJORAMIENTO CARRETERA EN LOS DISTRITOS DE LANGUI LAYO Y KUNTURKANKI DE LA PROVINCIA DE CANAS DEPARTAMENTO DE CUSCO.
SOLICITANTE : COSORCIO ESTUDIO F & J - PER PLAN COPESCO
MUESTRA : PUENTE - 1
PROGRESIVA : KM. 19+500
FECHA : ENERO 2021

Límite Líquido MTC E 110

Límite Plástico MTC E 111

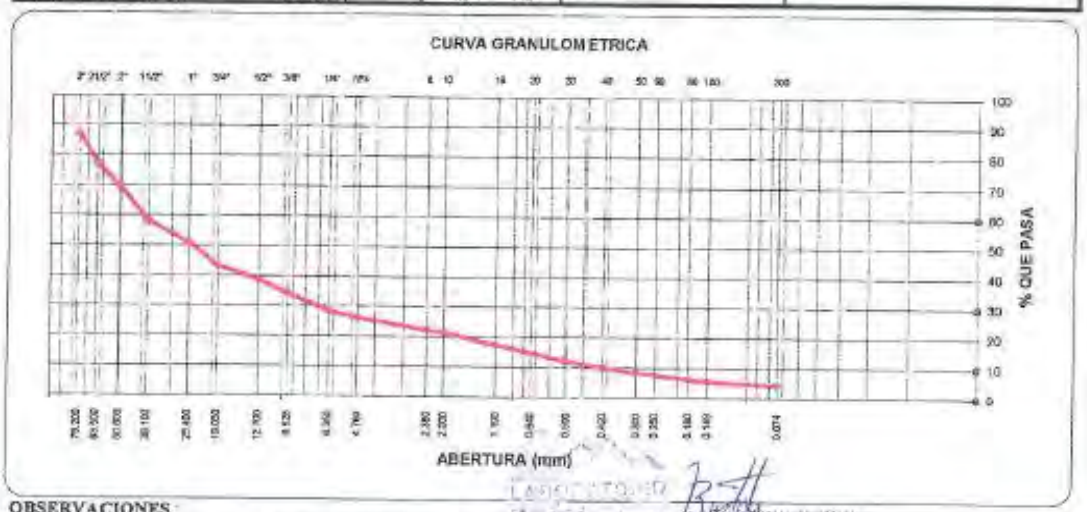
Granulometría (MTC E 107)

Datos de ensayo

Peso Total	:	6511.0
Peso de fracción	:	451.0
Peso de muestra lavada	:	6222.8

Malla Tamiz	Malla mm.	Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa	Especificaciones
3"	76.200	831.3	12.8	12.8	87.2	
2 1/2"	63.500	650.5	10.0	22.8	77.2	
2"	50.600	500.8	7.7	30.5	69.5	
1 1/2"	38.100	730.3	11.2	41.7	58.3	
1"	25.400	490.9	7.5	49.2	50.8	
3/4"	19.050	488.7	7.5	56.7	43.3	
1/2"	12.700	300.3	4.6	61.3	38.7	
3/8"	9.525	290.1	4.5	65.8	34.2	
1/4"	6.350	377.5	5.8	71.6	28.4	
No4	4.760	140.1	2.2	73.8	26.2	
8	2.360	67.2	3.9	77.7	22.3	
10	2.000	17.7	1.0	78.7	21.3	
16	1.190	68.2	4.0	82.7	17.3	
30	0.600	88.5	5.1	87.8	12.2	
40	0.420	39.4	2.3	90.1	9.9	
50	0.300	25.5	1.5	91.6	8.4	
100	0.149	48.4	2.8	94.4	5.6	
200	0.074	20.1	1.2	95.6	4.4	
< 200		76.0	4.4	100.0		

Clasificación SUCS	GP	L.L :	NP
Clasificación AASHTO	A-1-a (0)	I.P :	NP



OBSERVACIONES :

LABORATORIO
DE MECANICA DE SUELOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
INVERSIONES FYJJ S.C.R.L.

Análisis Mecánico por Tamizado y Límites de Atterberg

PROYECTO : MEJORAMIENTO CARRETERA EN LOS DISTRITOS DE LANGUI LAYO Y KUNTURKANKI DE LA PROVINCIA DE CANAS DEPARTAMENTO DE CUSCO.
SOLICITANTE : COSORCIO ESTUDIO F & J - FER PLAN COPESCO
MUESTRA : PUENTE - 2
PROGRESIVA : KM. 21+550
FECHA : ENERO 2021

Límite Líquido MTC E 110

Límite Plástico MTC E 111

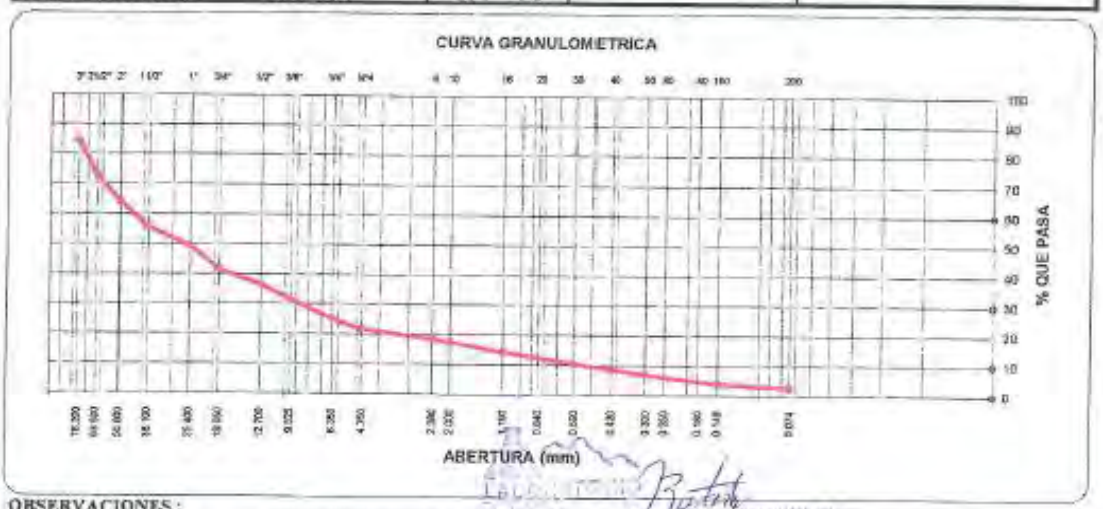
Granulometría (MTC E 107)

Datos de ensayo

Peso Total	:	6120.0
Peso de fracción	:	471.0
Peso de muestra lavada		5962.3

Malla		Peso	% Ret	% Ret	% que	Especifi-
Tamiz	mm.	(gr)	Parcial	Acum.	Pasa	caciones
3"	76.200	934.0	15.3	15.3	84.7	
2 1/2"	63.500	730.1	11.9	27.2	72.8	
2"	50.600	520.2	8.5	35.7	64.3	
1 1/2"	38.100	533.7	8.7	44.4	55.6	
1"	25.400	381.2	6.2	50.6	49.4	
3/4"	19.050	491.1	8.0	58.6	41.4	
1/2"	12.700	295.5	4.8	63.4	36.6	
3/8"	9.525	311.3	5.1	68.5	31.5	
1/4"	6.350	400.4	6.5	75.0	25.0	
No4	4.760	200.9	3.3	78.3	21.7	
8	2.360	71.4	3.3	81.6	18.4	
10	2.000	20.5	0.9	82.5	17.5	
16	1.190	70.3	3.2	85.7	14.3	
30	0.600	79.5	3.7	89.4	10.6	
40	0.420	42.2	1.9	91.3	8.7	
50	0.300	38.3	1.8	93.1	6.9	
100	0.149	64.4	3.0	96.1	3.9	
200	0.074	28.2	1.3	97.4	2.6	
< 200		56.2	2.6	100.0		

Clasificación SUCS	GP	L.L. :	NP		
Clasificación AASHTO	A-1-a (0)	I.P :	NP		



OBSERVACIONES :

Contactos: RPC:969325561 / Mov:964030217 / E Mail: Janeb@hotmail.es
Urb.Progreso Jr. Calca I-17 Wanchaq - Cusco / Paradero Enaco/Sector Ticapata Km 2 San Sebastian – Cusco

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
INVERSIONES FYJJ S.C.R.L.

Análisis Mecánico por Tamizado y Límites de Atterberg

PROYECTO : MEJORAMIENTO CARRETERA EN LOS DISTRITOS DE LANGUI LAYO Y KUNTURKANKI DE LA PROVINCIA DE CANAS DEPARTAMENTO DE CUSCO.
SOLICITANTE : CONSORCIO ESTUDIO F & J - PER PLAN COPESCO
MUESTRA : PUENTE - 3
PROGRESIVA : KM. 23+950
FECHA : ENERO 2021

Límite Líquido MTC E 110

Límite Plástico MTC E 111

Granulometría (MTC E 107)

Datos de ensayo

Peso Total	:	5520.0
Peso de fracción	:	560.0
Peso de muestra lavada	:	5590.2

Malla Tamiz	Malla mm.	Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa	Especifi-caciones
3"	76.200	1240.0			100.0	
2 1/2"	63.500	931.1	16.9	16.9	83.1	
2"	50.600	833.2	15.1	32.0	68.0	
1 1/2"	38.100	458.0	8.3	40.3	59.7	
1"	25.400	580.4	10.5	50.8	49.2	
3/4"	19.050	350.0	6.3	57.1	42.9	
1/2"	12.700	411.0	7.4	64.5	35.5	
3/8"	9.525	510.5	9.2	73.7	26.3	
1/4"	6.350	400.4	7.3	81.0	19.0	
No4	4.760	291.2	5.3	86.3	13.7	
8	2.360	73.0	1.8	88.1	11.9	
10	2.000	22.1	0.5	88.6	11.4	
16	1.190	94.3	2.3	90.9	9.1	
30	0.600	98.5	2.4	93.3	6.7	
40	0.420	55.4	1.4	94.7	5.3	
50	0.300	40.1	1.0	95.7	4.3	
100	0.149	65.2	1.6	97.3	2.7	
200	0.074	30.5	0.7	98.0	2.0	
< 200		80.9	2.0	100.0		

Clasificación SUCS	GP	L.L.	NP
Clasificación AASHTO	A-1-a (0)	I.P.	NP

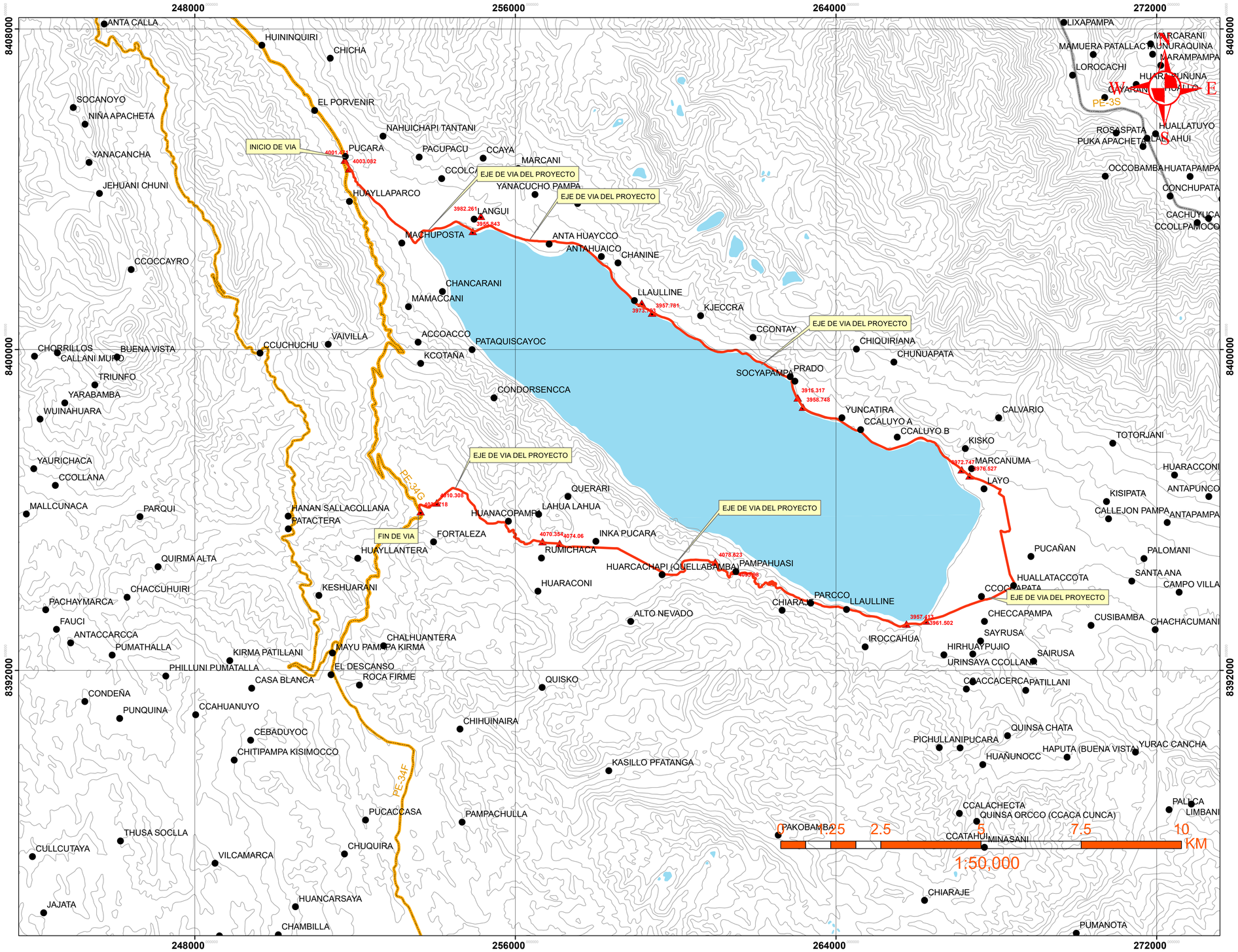
OBSERVACIONES :

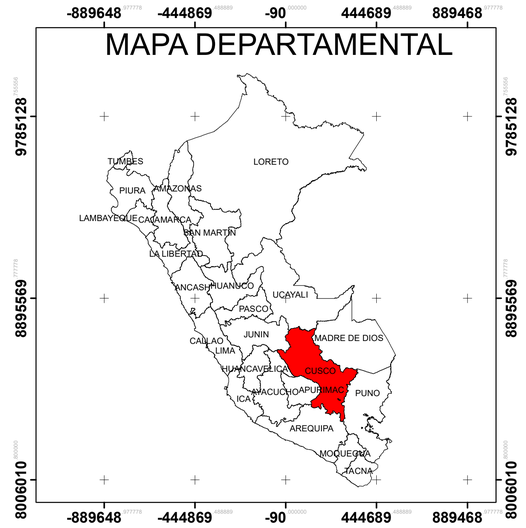
LABORATORIO
Ing. Jhonny Jhustiniano Ortega
JEFE DE LABORATORIO

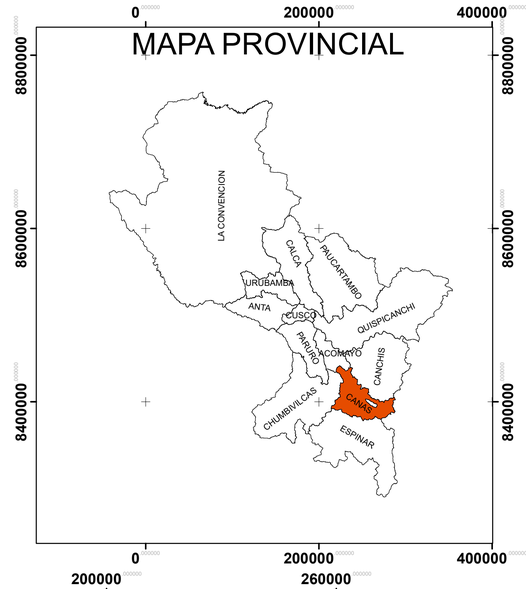
ANEXO IV

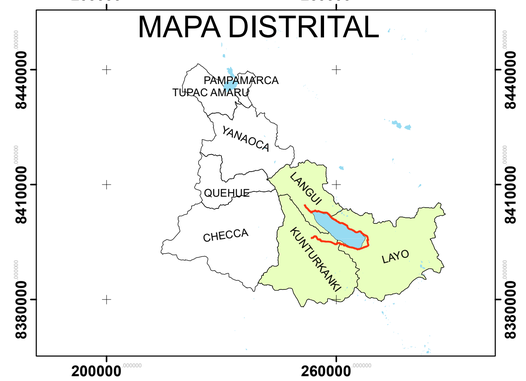
PLANOS

PLANO DE UBICACION









UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

"Estudio Geológico – Geotécnico para el Mejoramiento de la carretera - Langui – Layo y Kunturkanki (Prog. 0+000 Km – 41+314 Km) de los Distrito de Langui, Layo y Kunturkanki - Provincia de Canas - Cusco"

UBICACION:
DEPARTAMENTO: CUSCO
PROVINCIA: CANAS
DISTRITO: LANGUI – LAYO – KUNTURKANKI

Alumno: BACH. DIAZ ATAYUPANQUI Waldir

Asesor: ING. Ruperto BENAVENTE VELASQUEZ

Diseño: TEC. CH. SOL SOL

Elipsoide: WGS84

Proyección: UTM

Zona: 19S

Plano: UBICACION Y LOCALIZACION

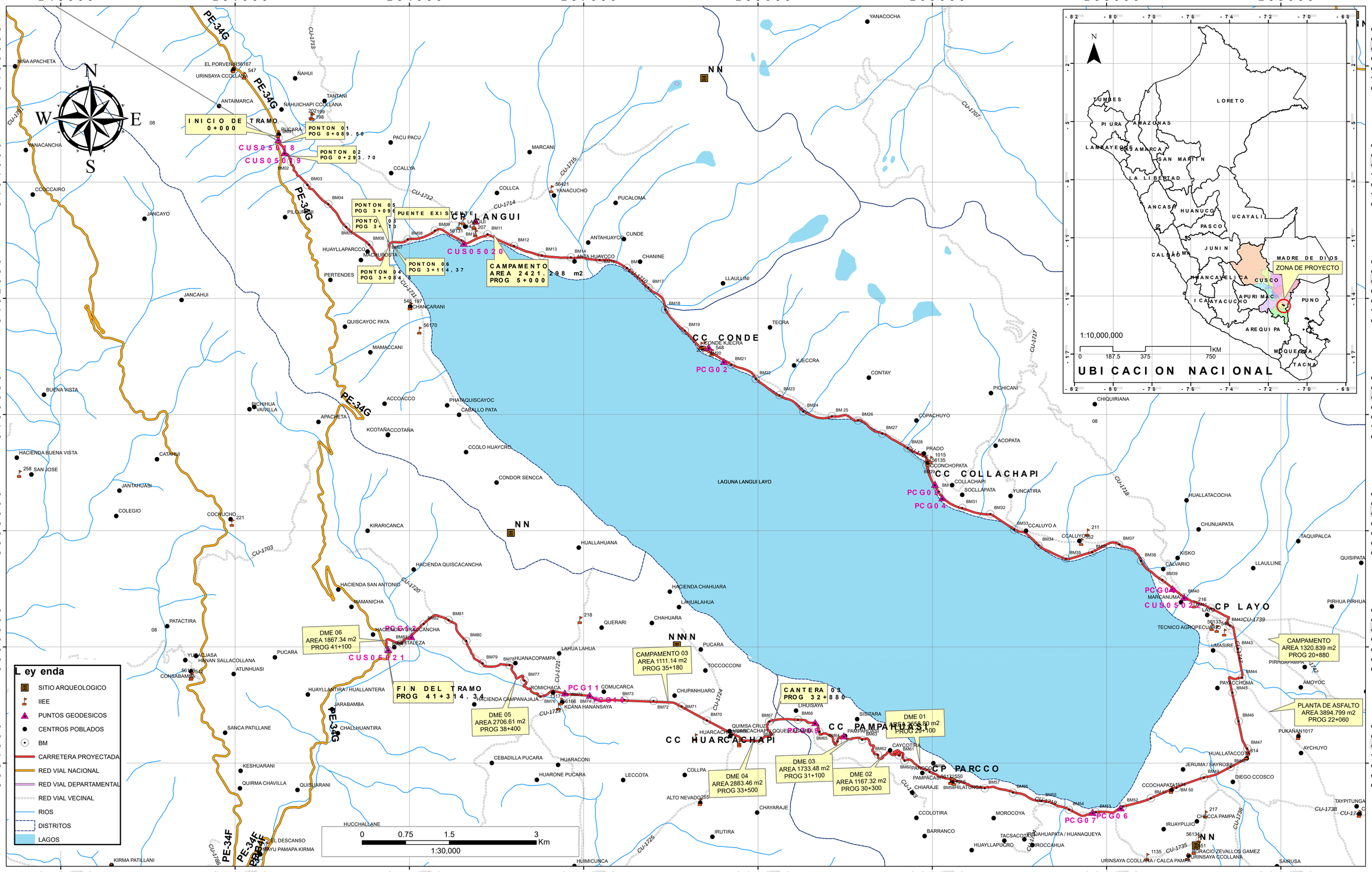
LÁMINA: UL-01

Escala: INDICADA

Fecha: ENE-2014

Especialidad: TOPOGRAFIA

Cod. Esp:



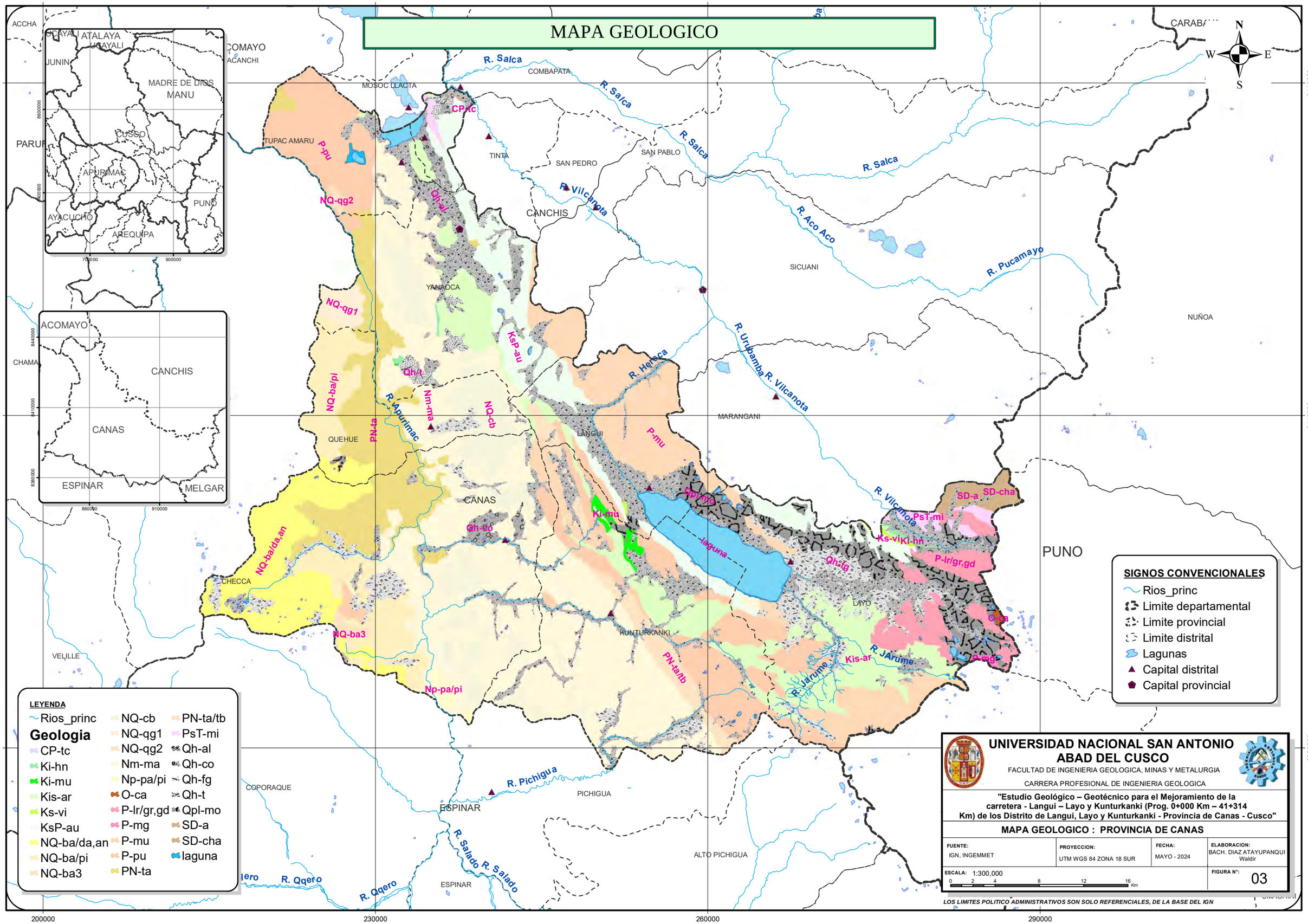
UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

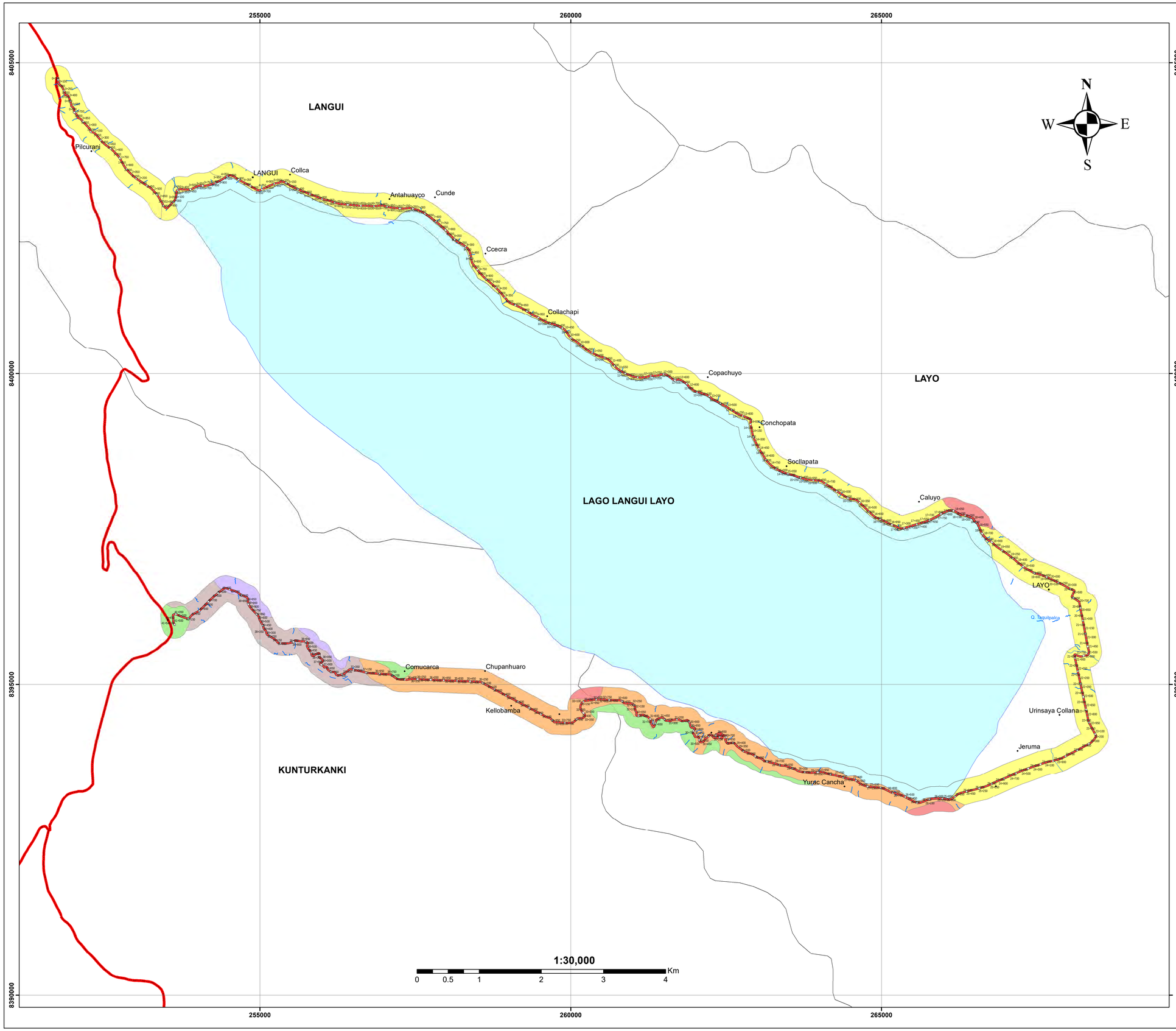
"MEJORAMIENTO CARRETERA EN LOS DISTRITOS DE LANGUI LAYO Y KUNTURKANKI DE LA PROVINCIA DE CANAS - DEPARTAMENTO DE CUSCO"

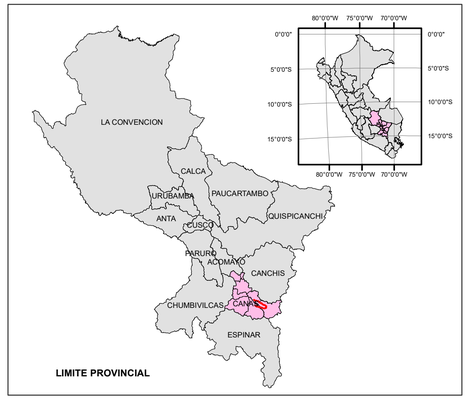
PLANO CLAVE

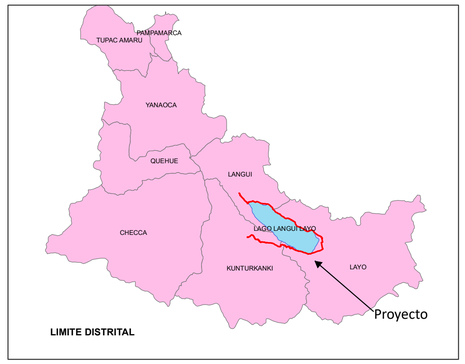
DEPARTAMENTO: CUSCO PROVINCIA: CANAS DISTRITO: LANGUI, LAYO, KUNTURKANKI	Alumno:	Asesor:	DISEÑO:	ELIPSOIDE: WGS84 PROYECCION: UTM -19S	CODIGO: PC	
	BACH. DIAZ ATAYUPANQUI Waldir	ING. Ruperto BENAVENTE VELASQUEZ	W.D.A	ESCALA 1:25 000	FECHA: ENE 2024	ESPECIALIDAD: TOPOGRAFIA / LAMINA: 01

MAPA GEOLOGICO









UNIDADES FISIOGRAFICAS

- Llanura de valle aluvial
- Fondo de valle glaciar aluvial
- Fondo de valle aluvial altiplanico
- Altiplanicie disectada
- Altiplanicie ondulada
- Vertiente de montaña empinada

SIMBOLOGIA

- Centro poblado
- Sectores
- Río
- Quebrada
- Carretera Langui - Layo - Kunturkanki
- Laguna

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

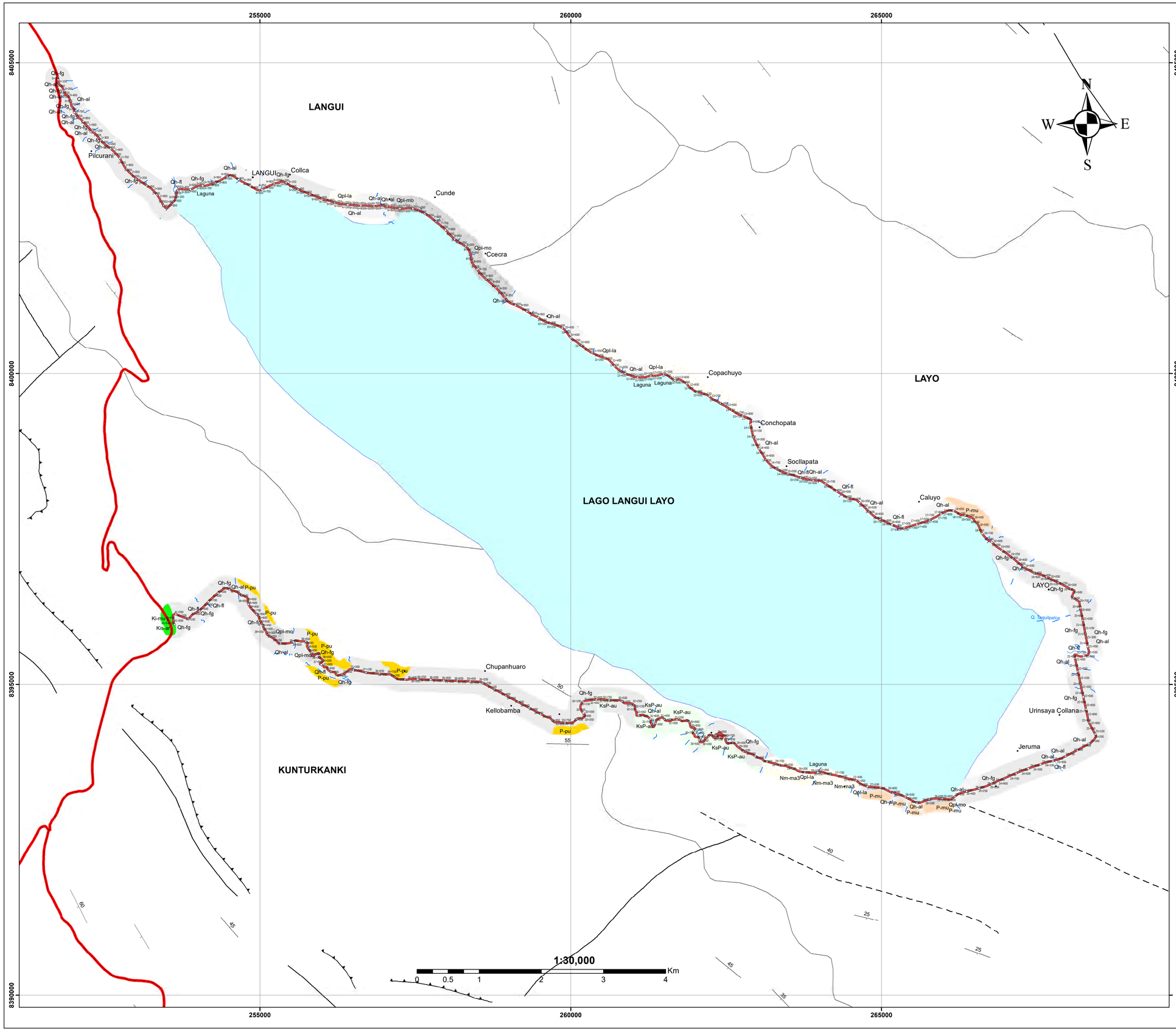
"Estudio Geológico – Geotécnico para el Mejoramiento de la carretera - Langui – Layo y Kunturkanki (Prog. 0+000 Km – 41+314 Km) de los Distrito de Langui, Layo y Kunturkanki - Provincia de Canas - Cusco"

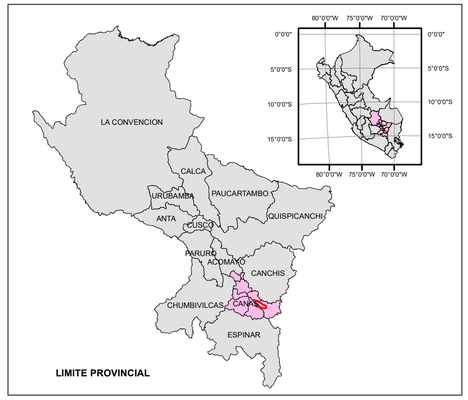
GEOMORFOLOGICO

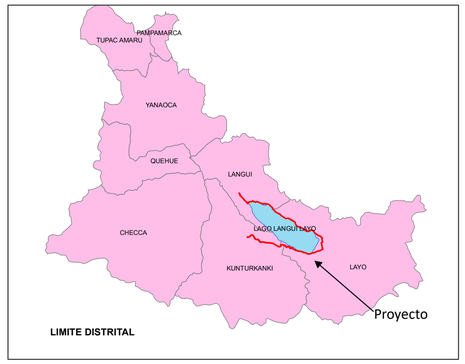
FUENTE:	PROYECCION:	FECHA:	ELABORACION:
IGN, INGEMMET	UTM WGS 84 ZONA 18 SUR	MAYO - 2024	BACH. DIAZ ATAYUPANQUI Waldir

ESCALA: 1/50,000 (0 – 1.75 – 3.5 – 7 – 10.5 – 14 Km)

FIGURA N°: GEO-02







UNIDADES GEOLÓGICAS

Qh-fl	*Depósito Fluvial*
Qh-al	*Depósito Aluvial*
Qpl-la	*Depósito Lacustre*
Qh-fg	*Depósito Fluvioglaciar*
Qpl-mo	*Depósito Morrénico*
Nm-ma3	*Grupo Maure*
P-pu	*Grupo Puno*
P-mu	*Formación Muñani*
KsP-au	*Formación Auzangate*
Kis-ar	*Formación Arcurquina*
Ki-mu	*Formación Murco*

SIMBOLOGIA

- Centro poblado
- Sectores
- Río
- Quebrada
- Carretera Langui - Layo - Kunturkanki
- Laguna

Buzamiento
- Buzamiento

Pliegues
- Anticlinal
- Sinclinal

Fallas
- Normal
- Inferida
- Inversa

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

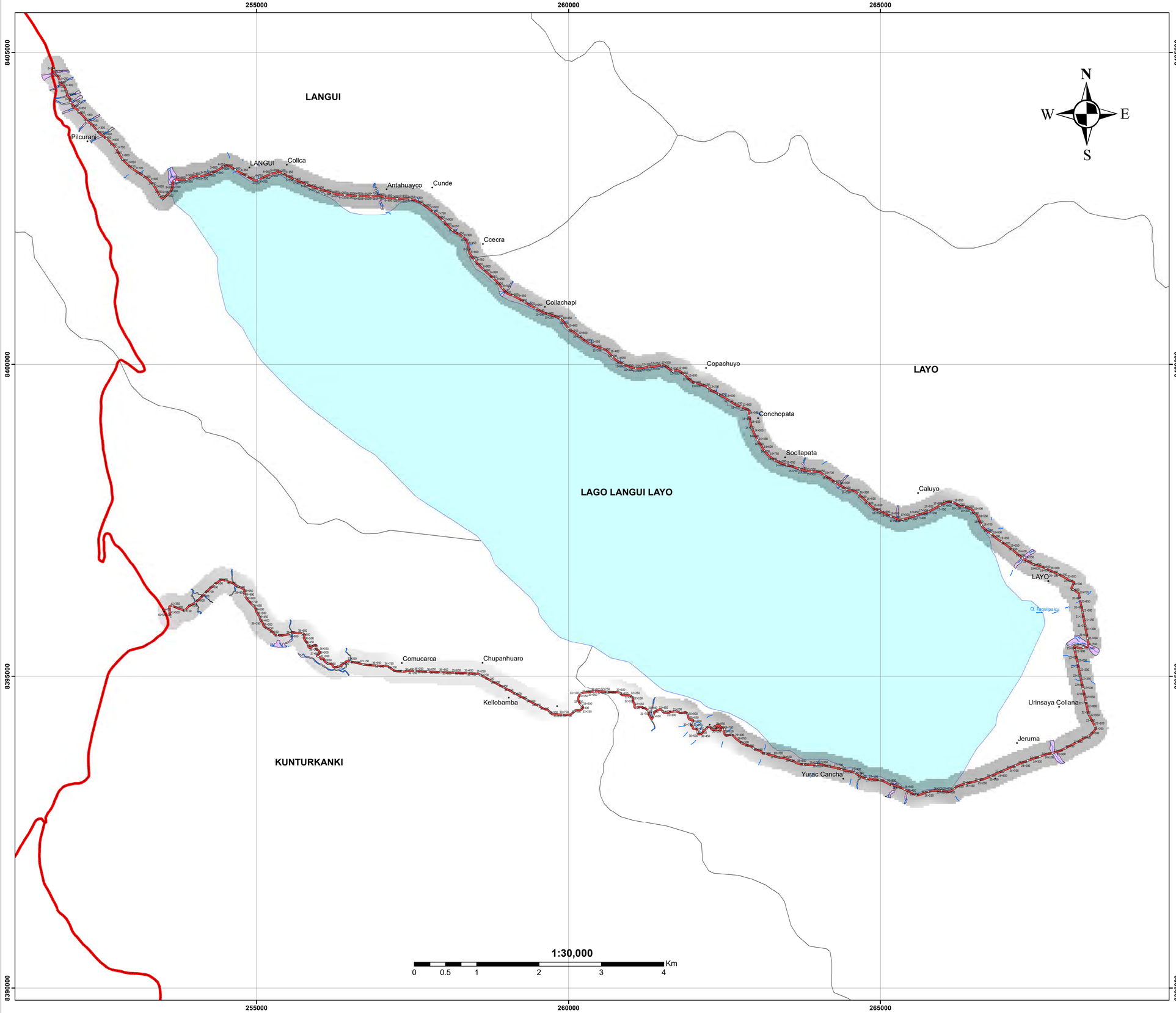
"Estudio Geológico – Geotécnico para el Mejoramiento de la carretera - Langui – Layo y Kunturkanki (Prog. 0+000 Km – 41+314 Km) de los Distrito de Langui, Layo y Kunturkanki - Provincia de Canas - Cusco"

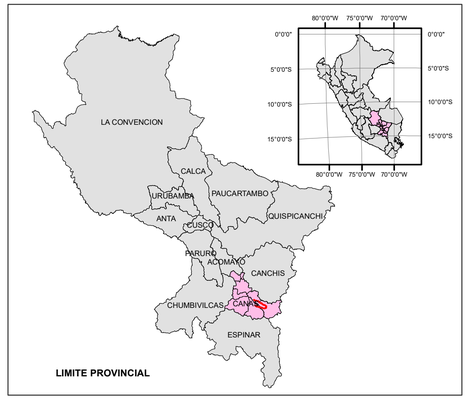
GEOLOGIA ESTRUCTURAL

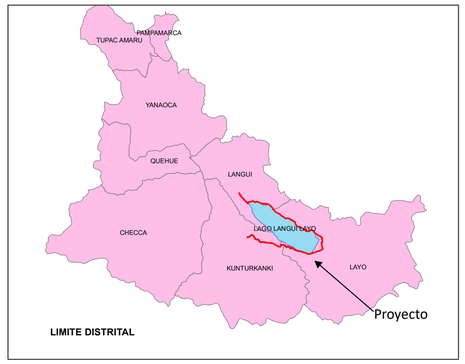
FUENTE:	PROYECCION:	FECHA:	ELABORACION:
IGN, INGEMMET	UTM WGS 84 ZONA 19 SUR	MAYO - 2024	BACH. DIAZ ATAYUPANQUI Waldir

ESCALA: 1/50,000 (0 – 1.75 – 3.5 – 7 – 10.5 – 14 Km)

FIGURA N°: GEO-03







GEODINAMICA

Flujo de detritos

SIMBOLOGIA

- Centro poblado
- Sectores
- Río
- Quebrada
- Carretera Langui - Layo - Kunturkanki
- Laguna

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

"Estudio Geológico – Geotécnico para el Mejoramiento de la carretera - Langui – Layo y Kunturkanki (Prog. 0+000 Km – 41+314 Km) de los Distrito de Langui, Layo y Kunturkanki - Provincia de Canas - Cusco"

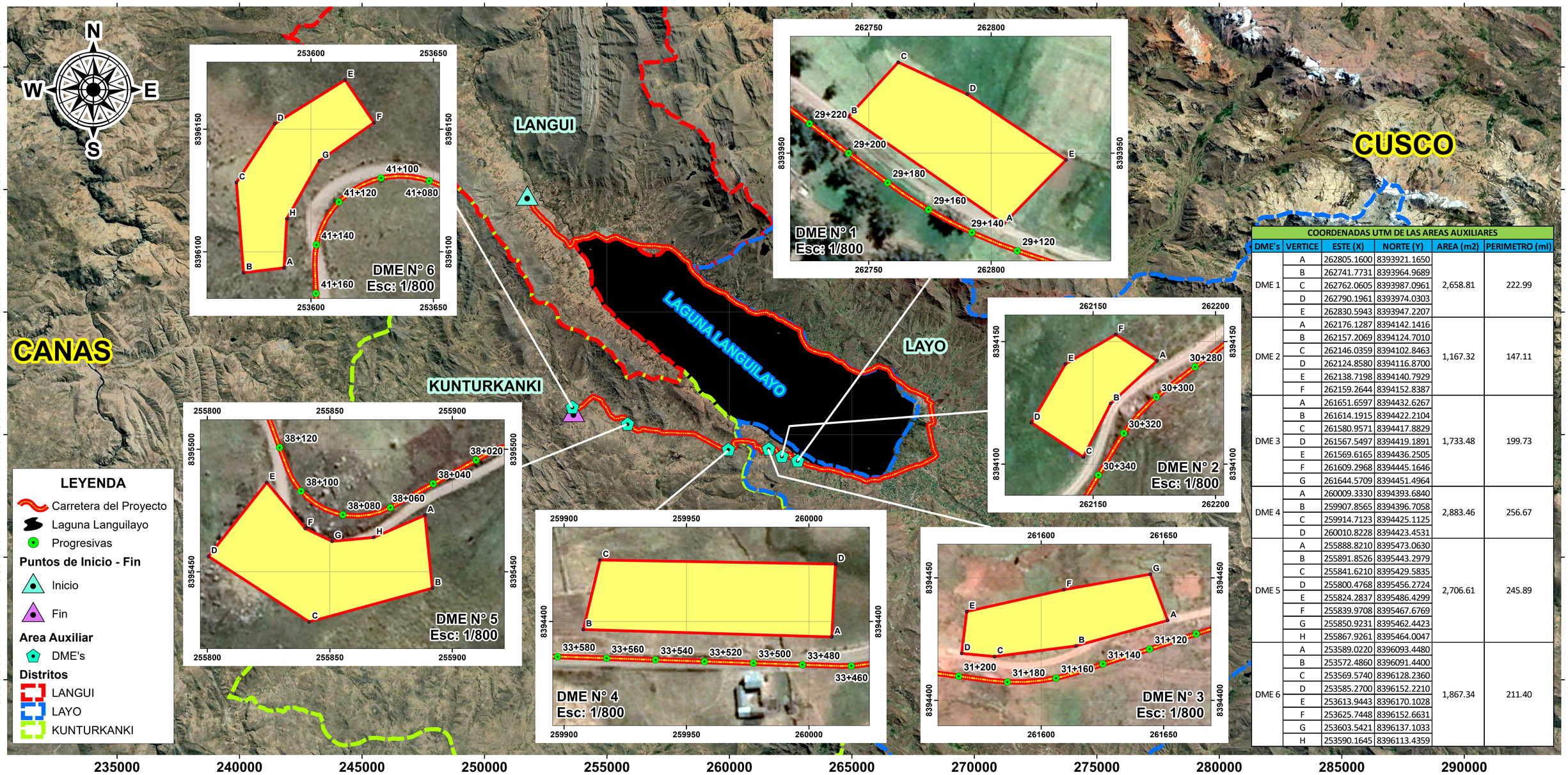
GEODINAMICO

FUENTE:	PROYECCION:	FECHA:	ELABORACION:
IGN, INGEMMET	UTM WGS 84 ZONA 19 SUR	MAYO - 2024	BACH. DIAZ ATAYUPANQUI Waldir

ESCALA: 1 30 , 0 0 0

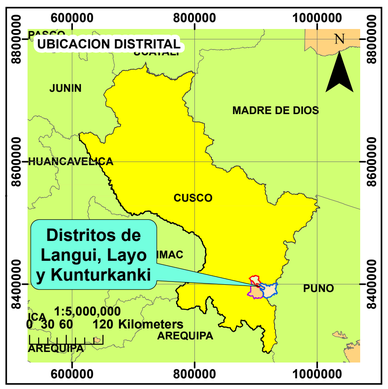
0 1.75 3.5 7 10.5 14 Km

FIGURA N°: GEO-06



COORDENADAS UTM DE LAS AREAS AUXILIARES					
DME's	VERTICE	ESTE (X)	NORTE (Y)	AREA (m2)	PERIMETRO (ml)
DME 1	A	262805.1600	8393921.1650	2,658.81	222.99
	B	262741.7731	8393964.9689		
	C	262762.0605	8393987.0961		
	D	262790.1961	8393974.0303		
	E	262830.5943	8393947.2207		
DME 2	A	262176.1287	8394142.1416	1,167.32	147.11
	B	262157.2069	8394124.7010		
	C	262146.0359	8394102.8463		
	D	262124.8580	8394116.8700		
	E	262138.7198	8394140.7929		
	F	262159.2644	8394152.8387		
DME 3	A	261651.6597	8394432.6267	1,733.48	199.73
	B	261614.1915	8394422.2104		
	C	261580.9571	8394417.8829		
	D	261567.5497	8394419.1891		
	E	261569.6165	8394436.2505		
	F	261609.2968	8394445.1646		
	G	261644.5709	8394451.4964		
DME 4	A	260009.3330	8394393.6840	2,883.46	256.67
	B	259907.8565	8394396.7058		
	C	259914.7123	8394425.1125		
	D	260010.8228	8394423.4531		
DME 5	A	255888.8210	8395473.0630	2,706.61	245.89
	B	255891.8526	8395443.2979		
	C	255841.6210	8395429.5835		
	D	255800.4768	8395456.2724		
	E	255824.2837	8395486.4299		
	F	255839.9708	8395467.6769		
	G	255850.9231	8395462.4423		
	H	255867.9261	8395464.0047		
DME 6	A	253589.0220	8396093.4480	1,867.34	211.40
	B	253572.4860	8396091.4400		
	C	253569.5740	8396128.2360		
	D	253585.2700	8396152.2210		
	E	253613.9443	8396170.1028		
	F	253625.7448	8396152.6631		
	G	253603.5421	8396137.1033		
	H	253590.1645	8396113.4359		

UBICACION DE DME's
ESC: 1:80,000



COORDENADAS UTM DE INICIO Y FIN			
DESCRIPCION	PUNTOS	ESTE (X)	NORTE (Y)
CARRETERA DE LANGUI,	Inicio	251745.16	8404759.62
LAYO Y KUNTURKANKI	Fin	253636.70	8395931.38

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

"Estudio Geológico – Geotécnico para el Mejoramiento de la carretera - Langui – Layo y Kunturkanki (Prog. 0+000 Km – 41+314 Km) de los Distrito de Langui, Layo y Kunturkanki - Provincia de Canas - Cusco"

UBICACION DE LOS DEPOSITOS DE MATERIAL EXCEDENTE - DME

FUENTE:	PROYECCION:	FECHA:	ELABORACION:
IGN, INGEMMET	UTM WGS 84 ZONA 18 SUR	MAYO - 2024	BACH. DIAZ ATAYUPANQUI Waldir

ESCALA: 1/50,000 (0 1.75 3.5 7 10.5 14 Km)

FIGURA N°: UD - 07