

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA

(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS CIVIL AMBIENTAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY



TESIS:

**DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE PERDIDA DE SUELO POR
EROSIÓN HÍDRICA EN LAS RIBERAS DEL RÍO LIRCAY, EN LAS
PROGRESIVAS 3+250 KM HASTA 3+290 KM, TRAMO LIRCAY –
OCOPA, ANGARAES – HUANCABELICA.**

LINEA DE INVESTIGACIÓN
INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SANEAMIENTO Y MEDIO AMBIENTE

PRESENTADO POR:

BACH. FLORES MENDOZA KATTIA ADELA
BACH. QUISPE ROJAS GLORIA MARGOTH

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

HUANCABELICA, PERU

2021



EN LA CIUDAD DE LIRCAY DEL DIA 11 DE FEBRERO DEL 2021, SIENDO LAS 5:00 P.M; EN CUMPLIMIENTO A LA DIRECTIVA N° 001-VRAC-UNH, APROBADO CON RESOLUCIÓN N° 355-2020-CU-UNH (20/07/2020), MEDIANTE LA PLATAFORMA VIRTUAL MEET SE REUNIERON LOS MIEMBROS DEL JURADO DESIGNADO CON RESOLUCIÓN N° 121-2020 - FIMCA-UNH (03/12/2020) CONFORMADO EN LA SIGUIENTE MANERA

PRESIDENTE : ING. URIEL NEIRA CALSIN

SECRETARIO : ARQ. HUGO CAMILO SALAS TOCASCA

VOCAL : MG. FRANKLIN SURICHAQUI GUTIERREZ

Y EN CUMPLIMIENTO A LA RESOLUCIÓN DE CONSEJO DE FACULTAD VIRTUAL N° 031-2021-FIMCA-UNH, DE HORA Y FECHA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS TITULADO: "DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE PERDIDA DE SUELO POR EROSIÓN HÍDRICA EN LAS RIVERAS DEL RIO LIRCAY, EN LAS PROGRES 3+250 KM HASTA 3+290 KM, TRAMO LIRCAY OCOPA, ANGARAES - HUANCAMELICA".

CUYO AUTORES (EL) (LOS) GRADUADOS (S):

BACHILLER (S):

FLORES MENDOZA KATTIA ADELA

QUISPE ROJAS GLORIA MARGOTH

A FIN DE PROCEDER CON LA SUSTENTACION DE LA TESIS FINAL DE INVESTIGACION CIENTIFICA

P TAFOP

ACTO SEGUIDO SE INVITA A LOS SUSTENTANTES Y PÚBLICO EN GENERAL ABANDONAR LA PLATAFORMA DEL MEET POR UNOS MINUTOS PARA LA DELIBERACIÓN DE LOS RESULTADOS; LUEGO SE REINICIA EL ACTO PASANDO NUEVAMENTE A LA PLATAFORMA DEL MEET A LOS SUSTENTANTES Y PÚBLICO PARA LA LECTURA DEL ACTA DE SUSTENTACIÓN, SIENDO EL RESULTADO DEFINITIVO POR MAYORÍA, CULMINANDO A LAS 6:30 P.M (SEIS TREINTA) DE LA TARDE, Y SE DA POR CONCLUIDA LA SESIÓN DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.

BACHILLER: FLORES MENDOZA KATTIA ADELA

MIEMBROS:	RESULTADO FINAL:
PRESIDENTE	APROBADO POR MAYORÍA
SECRETARIO	
VOCAL	

BACHILLER: QUISPE ROJAS GLORIA MARGOTH

MIEMBROS:	RESULTADO FINAL:
PRESIDENTE	APROBADO POR MAYORÍA
SECRETARIO	
VOCAL	

EN CONFORMIDAD A LO ACTUADO FIRMAMOS AL PIE DEL PRESENTE.

affair

ING. URIEL NEIRA CALSIN

[Signature]

ARQ. HUGO CAMILO SALAS TOCASA

[Signature]

MG. FRANKLIN SURICHACU-GUTIERREZ

Kenneth M. ...

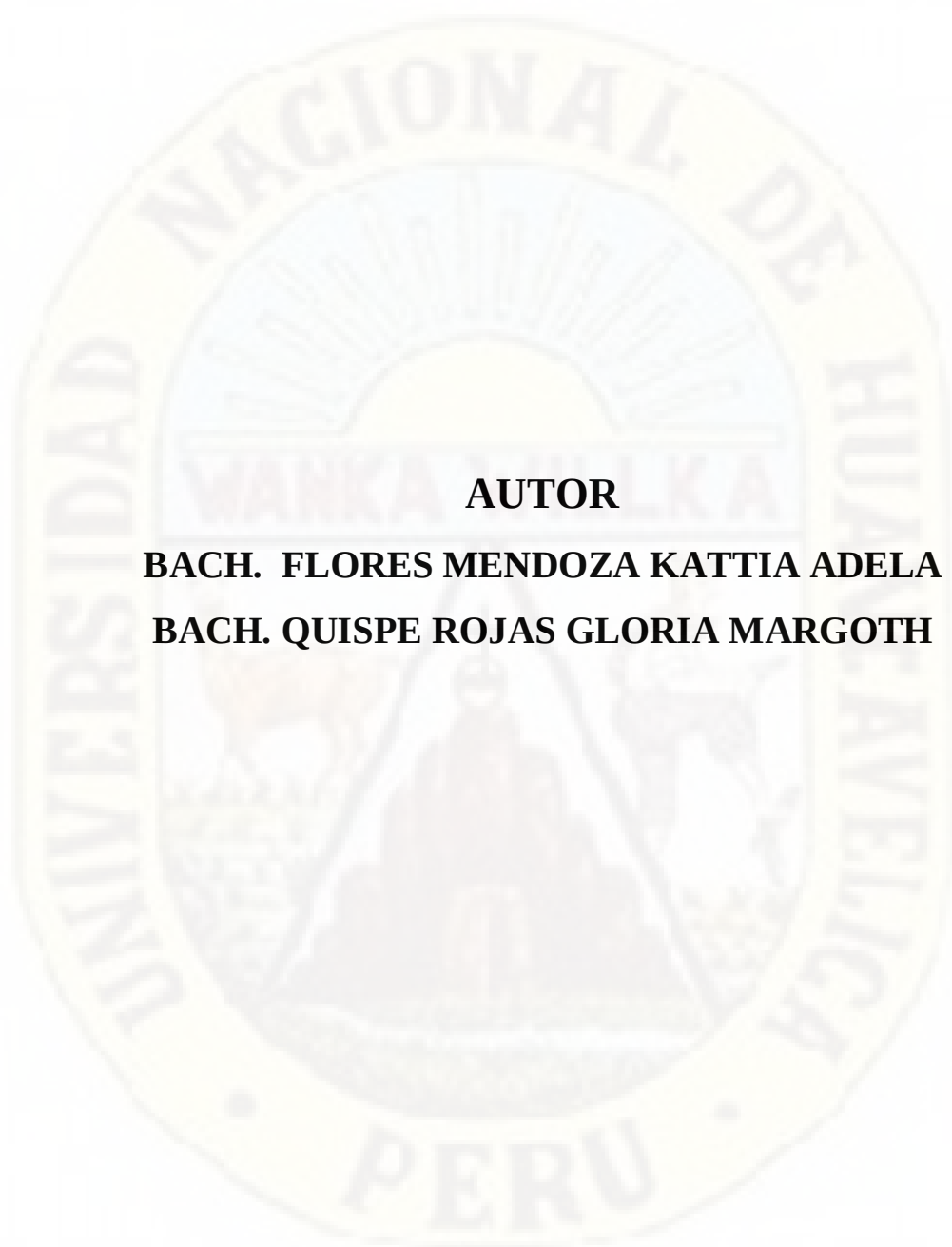
FLORES MENDOZA KATTIA ADELA

[Signature]

QUISPE-ROJAS GLORIA MARICHTA

TITULO:

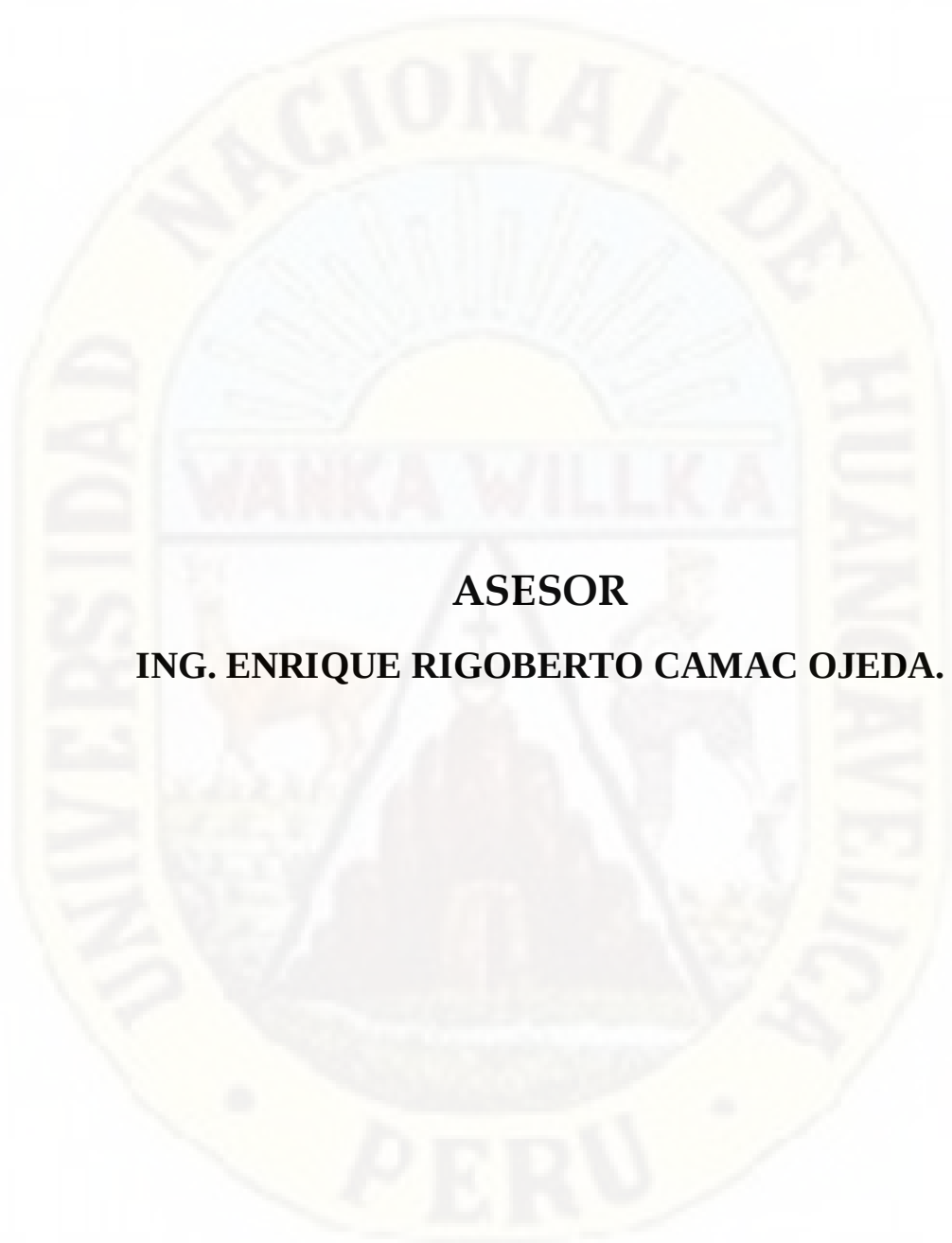
DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE PERDIDA DE SUELO POR EROSIÓN HÍDRICA EN LAS RIBERAS DEL RÍO LIRCAY, EN LAS PROGRESIVAS 3+250 KM HASTA 3+290 KM, TRAMO LIRCAY – OCOPA, ANGARAES – HUANCVELICA.



AUTOR

BACH. FLORES MENDOZA KATTIA ADELA

BACH. QUISPE ROJAS GLORIA MARGOTH



ASESOR

ING. ENRIQUE RIGOBERTO CAMAC OJEDA.

DEDICATORIA

QUIERO DEDICAR ESTA TESIS A MIS PADRES Y HERMANOS POR SER MOTOR DE MI VIDA, APOYARME EN CADA PASO QUE DOY, POR SUS HALAGOS Y LA FORMACION QUE ME HAN DADO, POR GUIAR MI CAMINO Y ENSEÑARME BUENOS VALORES, POR ESTAR A MI LADO INCONDICIONALMENTE.

DEDICO CON MUCHO AMOR Y CARIÑO A MIS PADRES, HERMANOS POR EL GRAN APOYO QUE ME BRINDARON EN MI CAMINO DE APRENDIZAJE Y TAMBIEN DEDICO A MI ASESOR POR EL APOYO Y ENSEÑANZA QUE ME BRINDO PARA UNA BUENA REALIZACIÓN DE MI TESIS.

Las tesistas.

AGRADECIMIENTOS:

A MI FAMILIA

POR SU APOYO ILIMITADO EN MI PROCESO DE APRENDIZAJE, POR SU MOTIVACIÓN Y SUS ESFUERZOS PARA HACER DE MÍ UNA PERSONA CON VALORES E INCENTIVARME PARA LUCHAR POR MIS IDEALES Y MIS OBJETIVOS.

AL DOCENTE ASESOR DE TESIS:

ING. ENRIQUE RIGOBERTO CAMAC OJEDA; POR ORIENTARME DURANTE TODO EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN, COMPARTIENDO SUS CONOCIMIENTOS Y EXPERIENCIAS, MOTIVÁNDOME ASÍ A REALIZAR UN ESTUDIO DE CALIDAD, BRINDÁNDOME TODO SU APOYO.

A MIS PADRES:

POR SUS SABIOS CONSEJOS, SER UNA GUIA Y EL MOTOR IMPULSOR DE CRECIMIENTO ACADÉMICO Y PROFESIONAL, DEL MISMO MODO POR SU ESMERO, PUNDONOR Y DESEOS DE SACAR SIEMPRE ADELANTE A SU FAMILIA.

A NUESTRO DOCENTE ASESOR Y MIEMBROS JURADOS:

POR SU LABOR SACRIFICADA, RETROALIMENTACION, COMPRENSIÓN Y SU APOYO EN CADA PARTE DE LA ELABORACIÓN DE NUESTRO PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

ÍNDICE

PORTADA	i
ACTA DE SUSENTACIÓN.....	ii
TITULO	iii
AUTORES	iv
ASESOR	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	viiiiv
ABSTRAC	xv
INTRODUCCIÓN	xvi

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA:	17
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.2.1 Problema general	18
1.2.2 Problemas especificos.....	18
1.3 OBJETIVOS	18
1.3.1 Objetivo general.....	18
1.3.2 Objetivos específicos	19
1.4 JUSTIFICACIÓN:	19

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	ANTECEDENTES	20
2.1.1	A Nivel internacional.....	20
2.1.2	A Nivel nacional	22
2.2	BASES TEÓRICAS	24
2.3	BASES CONCEPTUALES.....	60
2.4	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS:.....	62
2.5	FORMULACION DE HIPÓTESIS.....	64
2.6	VARIABLES	65
2.7	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	65

CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA

INVESTIGACIÓN

3.1	ÁMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL	66
3.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	66
3.3	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	67
3.4	POBLACION, MUESTRA Y MUESTREO	67
3.5	INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS DE RECOLECCION DE DATOS	68
3.6	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS	68

CAPITULO IV PRESENTACION DE

RESULTADOS

4.1	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	71
4.1.1.	Factores que intervienen en la perdida de suelo por erosión hídrica.....	71

4.1.1.1. Cálculo de la agresividad de la lluvia (Factor R).....	71
4.1.1.2. Factor de erosionabilidad (K).....	76
4.1.1.3. Calculo de cobertura vegetal (Factor C).....	79
4.1.1.4. Calculo de longitud de pendiente (Factor L).....	80
4.1.1.5. Calculo de grado de pendiente (Factor S)	80
4.1.1.6. Prácticas de conservación de suelo (Factor P)	80
4.1.2. DETERMINAR EL CAUDAL MÁXIMO DEL RÍO LIRCAY.....	81
4.1.3. MURO DE DISIPACION DE ENERGÍAS (MURO DE GAVIONES) PARA EL CONTROL DE EROSION EN LAS RIBERAS DEL RIO LIRCAY	84
4.1.4. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE LOS SUELOS 01 - 02	93
4.2 PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	104
4.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	104
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	
ANEXOS	

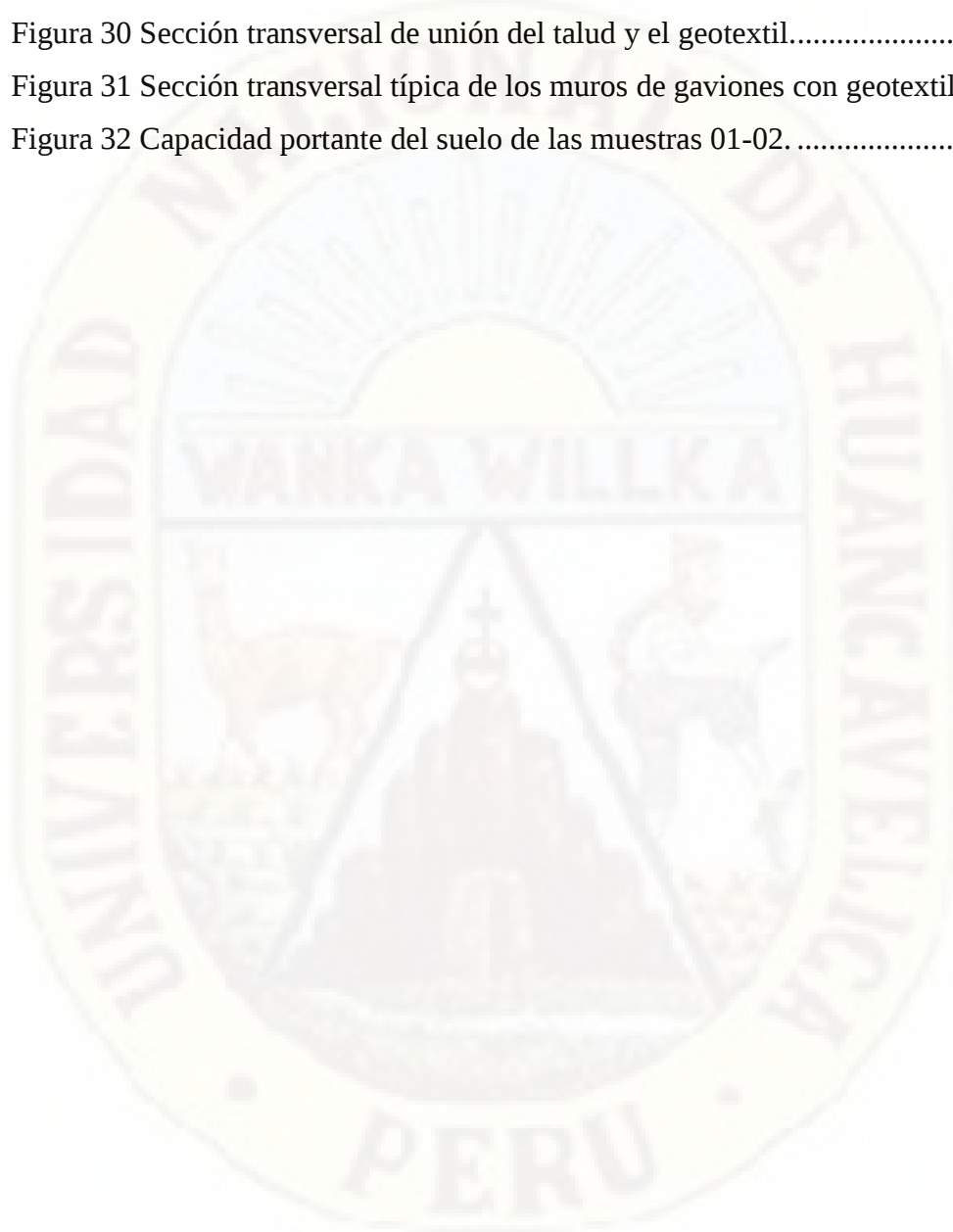
ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01 Tasa de erosión hídrica.....	32
Tabla 02 Valores de cobertura vegetal C.....	36
Tabla 03 Medidas comerciales de gaviones.	41
Tabla 04 Características de la malla de alambre	42
Tabla 05 Coeficientes de escorrentía (Tipo de superficie).	49
Tabla 06 Coeficientes de escorrentía (cobertura del suelo).	50
Tabla 07 Clasificación de los suelos según el tamaño de las partículas... ..	52
Tabla 08 Factor R mensual para la Estación Lircay..	72
Tabla 09 factor R mensual para el año 2017.....	73
Tabla 10 factor R mensual para el año 2018.....	74
Tabla 11 factor R mensual para el año 2019.....	75
Tabla 12 Factor de erosionabilidad de suelo (K).....	76
Tabla 13 Distribución de la cobertura vegetal Microcuenca Rio Lircay.	79
Tabla 14 Tipos de cobertura existente en la zona	79
Tabla 15 Código USLE de permeabilidad del suelo.....	80
Tabla 16 Tasa de erosión hídrica	81
Tabla 17 Medidas comerciales de gaviones.....	85
Tabla 18 Características de la malla de alambre	85
Tabla 19 Capacidad portante del suelo de las muestras 01-02	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01	Proceso de erosión.....	25
Figura 02	Cuadro de una ladera con lluvia y sus demás componentes.....	26
Figura 03	Disipadores de energía.....	38
Figura 04	Gaviones para controlar la erosión.	39
Figura 05	Determinacion de una gavión (a) y alambre de triple torsión galvanizado (b).	40
Figura 06	Módulos de un dique de gaviones..	43
Figura 07	Despliegue de gaviones.....	43
Figura 08	Colocación de gaviones...	44
Figura 09	Muro de gaviones.	45
Figura 10	Representación esquemática de las etapas de un río.	47
Figura 11	Tipos de erosión en riberas de material no cohesivo.....	54
Figura 12	Muro de Gaviones	58
Figura 13	Gavión tipo caja.....	58
Figura 14	Gavión tipo colchón.....	59
Figura 15	Gavión tipo saco.	59
Figura 16	Dique	60
Figura 17	la tesista en el laboratorio de mecánica de suelos.....	69
Figura 18	La tesista en el laboratorio de mecánica de suelos.	70
Figura 19	Factor R mensual año 2017	73
Figura 20	Factor R mensual año2018.....	74
Figura 21	Factor R mensual año 2019.....	75
Figura 22	Relación entre % materia orgánica, componentes de la textura y el factor K.....	77
Figura 23	Detalle de una gavión (a) y alambre de triple torsión galvanizado (b)	84
Figura 24	Despliegue de gaviones.	86
Figura 25	Armado de gaviones.	87
Figura 26	Colocación de gaviones	87

Figura 27 Colocación de grava en gaviones..	88
Figura 28 Armado y Colocación de gaviones	89
Figura 29 Muro de gaviones	90
Figura 30 Sección transversal de unión del talud y el geotextil.....	91
Figura 31 Sección transversal típica de los muros de gaviones con geotextiles.....	92
Figura 32 Capacidad portante del suelo de las muestras 01-02.	102



RESUMEN

El presente proyecto de investigación se desarrolló en las riberas del río Lircay, en las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km, en el tramo Lircay – Ocopa, Angaraes – Huancavelica. El objetivo general es Determinar el diseño del sistema de control de pérdida de suelo por erosión que hídrica en el Río Lircay, en las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km, en el tramo Lircay – Ocopa, Angaraes - Huancavelica.

Como objetivos específicos, Determinar el caudal máximo del río Lircay, en las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km, en el tramo Lircay – Ocopa, Angaraes – Huancavelica, Determinar las características físicas y mecánicas del suelo de la ribera del río Lircay, Proponer el sistema de control de pérdida de suelo para evitar el desgaste de las riberas del río Lircay, en las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km, en el tramo Lircay – Ocopa, Angaraes – Huancavelica.

Además, estimar la erosión hídrica aplicando la ecuación universal de pérdida de suelos, determinar los niveles de erosión hídrica real y potencial y determinar los cambios de la erosión hídrica producto de los usos de suelos y coberturas vegetales. Se utilizó como métodos generales el análisis y la síntesis, como métodos específicos; se realizó el análisis de series temporales de datos mensuales de precipitación, la metodología de Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (USLE) y diseñar un muro de gaviones en las riberas del río Lircay.

Palabras clave: erosión hídrica, pérdida de suelos.

ABSTRAC

This research project was developed on the banks of the Lircay River, in the progressive 3 + 250 km to 3 + 290 km, in the Lircay - Ocopa, Angaraes - Huancavelica section. The general objective is to determine the design of the control system for soil loss due to water erosion in the Lircay River, in the progressives 3 + 250 km to 3 + 290 km, in the Lircay - Ocopa, Angaraes - Huancavelica section.

As specific objectives, Determine the maximum flow of the Lircay River, in the progressive 3 + 250 km to 3 + 290 km, in the Lircay - Ocopa, Angaraes - Huancavelica section, Determine the physical and mechanical characteristics of the soil on the banks of the Lircay River , Propose the soil loss control system to avoid the erosion of the banks of the Lircay River, in the progressive 3 + 250 km to 3 + 290 km, in the Lircay - Ocopa, Angaraes - Huancavelica section.

In addition, estimating water erosion by applying the universal equation for soil loss, determining the levels of real and potential water erosion and determining the changes in water erosion as a result of land use and vegetation cover. Analysis and synthesis were used as general methods, as specific methods; The analysis of time series of monthly precipitation data, the Universal Soil Loss Equation (USLE) methodology, and the design of a gabion wall on the banks of the Lircay River were carried out.

Keywords: water erosion, soil loss.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis “Diseño de control de pérdida de suelo por erosión hídrica en el deterioro de las riberas del río Lircay-Tramo Lircay –Ocopa-Angaraes, sin duda alguna la erosión hídrica es la más importante causa de erosión de tierras, es responsable de la erosión de 440 millones de hectáreas de tierras de las 747 millones que sufren erosión en Asia; de 227 millones de hectáreas de las 497 millones que son afectadas por este fenómeno en África; de 123 millones de hectáreas de 243 millones en América del Sur; de 115 millones de 219 millones en Europa y 106 en América del Norte y América Central

En el Perú a pesar de tener muy escasas tierras agrícolas y pecuarias, se produce una continua degradación por la combinación de factores naturales y las malas técnicas empleadas en la agricultura y la ganadería, es así que una de las regiones que presenta las más altas tasas de pérdidas de suelos por erosión hídrica es la sierra, en tal sentido según el estudio realizado en el año 1996 por el INRENA en donde se determinó que en el 41.40% del territorio nacional se genera una erosión hídrica nula o ligera de las cuales solo el 1.20% corresponde a la sierra, así también el 27.40% del territorio nacional generan erosión moderada de los cuales el 11.00% corresponde a la sierra, el 24.40% erosión alta de los cuales el 11.50% corresponde a la sierra y 6.4% del territorio nacional con erosión hídrica muy alta de los cuales 4.20% pertenecientes a la sierra. Siendo así la erosión hídrica un proceso de pérdida de suelo que afecta bastante en la sierra peruana, debido a las condiciones de semiaridez, altas pendientes del terreno, la falta de empleo de prácticas de conservación del suelo, al cambio de usos de suelos, la escasa cubierta vegetal debido a la deforestación, al sobre pastoreo y a la presencia de esporádicas lluvias estacionales, pero de alta intensidad.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:

El presente proyecto de Investigación servirá para tener en cuenta el diseño del Sistema de control de la pérdida de suelo por erosión hídrica en el río Lircay, donde se encuentra la carretera Lircay-Anchonga, en la que se tiene que controlar la erosión del suelo; al existir lluvias intensas de noviembre a marzo, entre los afluentes al Río Lircay se encuentra en el Río Sicra y el Río Opamayo, que tiene buen caudal en época de lluvia.

En épocas de las lluvias intensas que se dan entre noviembre a marzo en la provincia de Angaraes, que se dan cada cierto tiempo, provocan catástrofes, en zonas desamparadas. Se tiene como antecedente lo ocurrido en el año 2016, en las riberas del Río Sicra que arrasó con muchas moradas y un centro de hospedaje, no se tuvieron pérdidas humanas, pero si se tuvieron pérdidas económicas enormes; siendo esto el resultado de la falta de una defensa ribereña.

Las medidas de prevención y control de la erosión en las riberas de los ríos facilitan sin lugar a dudas la ejecución de estructuras y obras que permiten la protección de las infraestructuras viales (carreteras, puentes, entre otras), las infraestructuras hidráulicas (tomas, boca de tomas, entre otras), centros poblados y del área de producción agrícola (Alanya, 2017).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

El problema general se plantea de la siguiente manera:

¿Cuál es el diseño del sistema de control de pérdida de suelo por erosión hídrica que se debe de emplear para evitar el deterioro de las riberas del río Lircay, en las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km, en el tramo Lircay – Ocopa, Angaraes – Huancavelica?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

1.2.2.1. ¿Cuál será el caudal máximo del río Lircay, en las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km, en el tramo Lircay – Ocopa, Angaraes - Huancavelica?

1.2.2.2. ¿Cuáles serán las características físicas y mecánicas del suelo de la ribera del río Lircay, en las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km, en el tramo Lircay – Ocopa, Angaraes - Huancavelica?

1.2.2.3. ¿Qué sistema de control de pérdida de suelo se debe de realizar para evitar el deterioro de las riberas del río Lircay, en las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km, en el tramo Lircay – Ocopa, Angaraes - Huancavelica?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

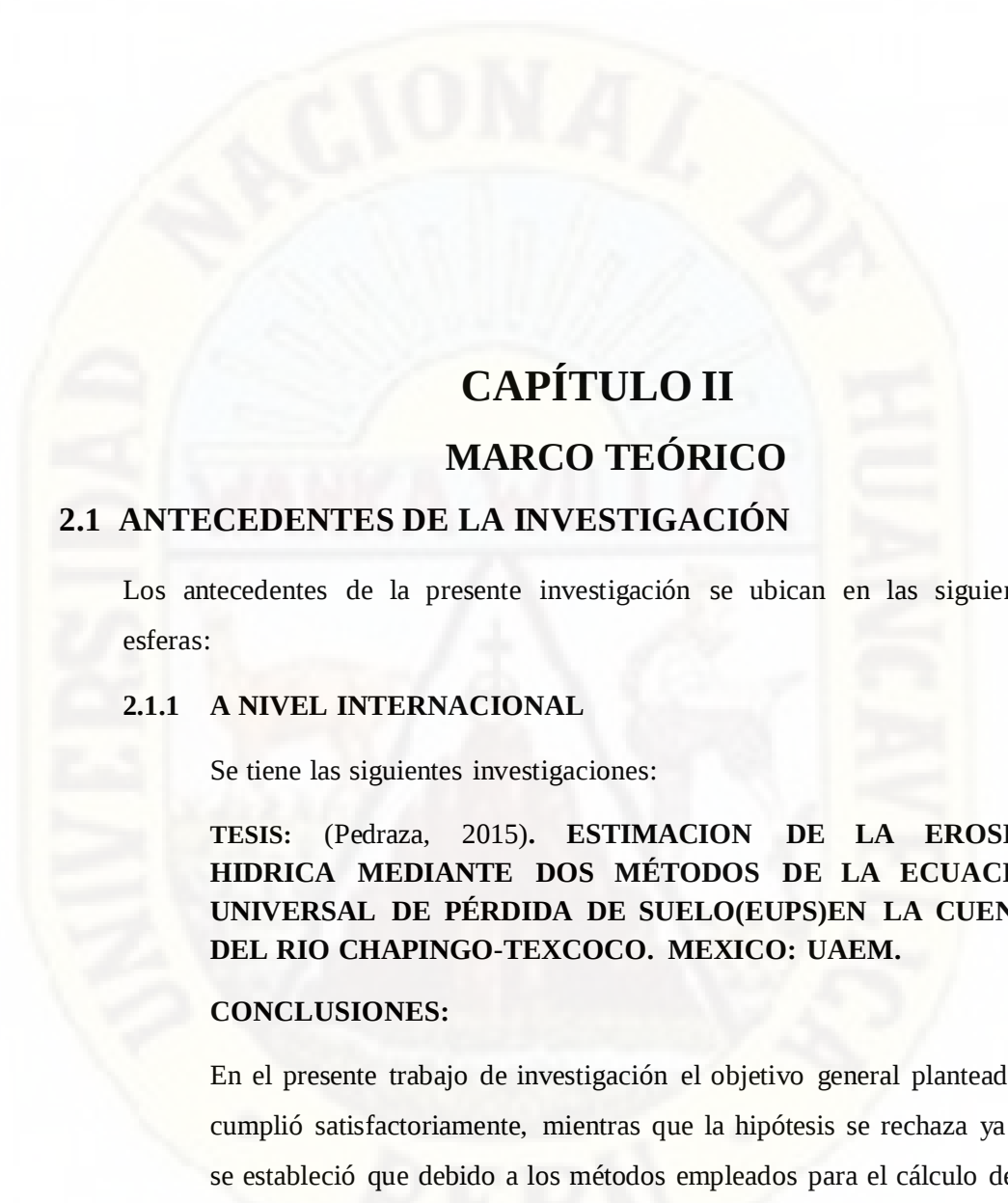
Determinar el diseño del sistema de control de pérdida de suelo por erosión que se debe de realizar para evitar el deterioro de las riberas del río Lircay, en las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km, en el tramo Lircay – Ocopa, Angaraes - Huancavelica.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Determinar el caudal máximo del río Lircay, en las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km, en el tramo Lircay – Ocopa, Angaraes – Huancavelica.
- b) Determinar las características físicas y mecánicas del suelo de la ribera del río Lircay, en las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km, en el tramo Lircay – Ocopa, Angaraes - Huancavelica.
- c) Proponer el sistema de control de pérdida de suelo para evitar el desgaste de las riberas del río Lircay, en las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km, en el tramo Lircay – Ocopa, Angaraes - Huancavelica.

1.4. JUSTIFICACIÓN:

El proceso de controlar la erosión de los suelos de las riberas del río Lircay en las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km, en el tramo Lircay – Ocopa, Angaraes – Huancavelica, debe seguirse en cada caso condicionado al tipo de suelo que se encontrara, cuando se realicen los estudios de suelo y a realizar lo cual se debe de intentar de resolver los inconvenientes de inundación a zonas agrícolas y desgaste de la carretera Lircay-Ocopa y se expone para las inundaciones por parte de las lluvias y desaborda del Río Lircay.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Los antecedentes de la presente investigación se ubican en las siguientes esferas:

2.1.1 A NIVEL INTERNACIONAL

Se tiene las siguientes investigaciones:

TESIS: (Pedraza, 2015). **ESTIMACION DE LA EROSION HIDRICA MEDIANTE DOS MÉTODOS DE LA ECUACIÓN UNIVERSAL DE PÉRDIDA DE SUELO(EUPS)EN LA CUENCA DEL RIO CHAPINGO-TEXCOCO. MEXICO: UAEM.**

CONCLUSIONES:

En el presente trabajo de investigación el objetivo general planteado se cumplió satisfactoriamente, mientras que la hipótesis se rechaza ya que se estableció que debido a los métodos empleados para el cálculo de los factores de la ecuación universal de perdida de suelo por FAO o SAGARPA, los resultados de perdida de suelo difieren significativamente entre ellos, y ellos son similares. Por lo tanto la hipótesis de trabajo se rechaza (Pedraza, 2015).

En este trabajo se presentaron dos metodologías para la estimación hídrica en sus formas laminar y canalillos en la cuenca del río Chapingo. Estas dos metodologías nos permiten calcular la pérdida de suelo con modificaciones a la ecuación universal de pérdida de suelo (EUPS). La metodología de la FAO estima los factores de la EUPS mientras que la metodología empleada por la SAGARPA se focaliza en las zonas que requieren atención con base al factor LS. Cabe señalar que el método tradicional de la USLE (por sus siglas en inglés) indica de manera aproximada el estado actual y potencial de la erosión considerando todos los factores, es decir, posee un enfoque más sistémico (Pedraza, 2015).

TESIS: (Gualdron, 2011), “EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA LA PREVENCIÓN DE FUTURAS INUNDACIONES EN EL SECTOR DE SAN RAFAEL EN EL RÍO LEBRIJA”, BUCARAMANGA

CONCLUSIONES:

El problema de prevención de desastres, erosivos que van en aumento progresivo en la cuenca debido a la deforestación de extensas áreas de zona tropical y bosques, a los cambios climáticos, los períodos de lluvias son mucho más fuertes y los veranos más intensos, y a la construcción de algunas estructuras hidráulicas, como presas, que han aumentado la cantidad de sedimentos presentes en los ríos rompiendo el equilibrio en el transporte de los mismos en su afán de satisfacer algunas necesidades básicas de la población urbana. el objetivo de este trabajo es de mostrar la alternativa más viable para la prevención de futuras inundaciones en el sector utilizando estructuras de protección en los márgenes del río, basándose en la situación actual de la zona, el cual servirá de apoyo a la gobernación de Santander en el plan de prevención de desastres del departamento (Gualdron, 2011). Para esto se realizaron estudios geológicos, morfológicos, hidráulicos y estadísticos para obtener la información necesaria para el diseño de las estructuras a

construir. Encontrando necesaria la construcción de espigones para la protección de la orilla, los cuales según estudios de esfuerzos hidráulicos, y de un análisis de problemas erosivos, se recomienda que sean de tipo de enrocado artificial, recubiertos con geotextil en su base, con un base de espesor de 30 centímetros, y de altura variable según la sección del río en donde sean construidos (Gualdron, 2011). Estos se localizan y se diseñan en planta mediante un proceso gráfico, por tanto, se necesita de una topografía bastante precisa y de tener clara la nueva que se quiere proyectar (Gualdron, 2011). De este trabajo concluimos que es recomendable la construcción de una muralla de 3 metros de alto de material muy bien compactado, recubierta con geotextil para evitar la filtración del agua a través de ella y debe ubicarse a más de 100 metros de la orilla para satisfacer todas las situaciones que se puedan presentar con el tiempo (Gualdron, 2011). El aporte de este estudio nos ayudara a mejorar las alternativas de protección de las orillas del río y una serie de recomendaciones de otras series de estructuras en lugares que se consideran igualmente críticos con el fin de lograr prevenir un desastre en un futuro (Gualdron, 2011).

2.1.2 A NIVEL NACIONAL

Se tiene las siguientes investigaciones:

TESIS: (Solano, 2016), “ESTIMACIÓN DE LA PÉRDIDA DE SUELOS POR EROSIÓN HÍDRICA EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SHULLCAS 2000 – 2013, HUANCAYO”

CONCLUSIONES: (Solano, 2016)

1. El 93.64% de la superficie de la subcuenca del río Shullcas es afectado por niveles altos erosivos de lluvia y solo el 6.36% por niveles moderados, así mismo de acuerdo al grado de erosionabilidad el 87.51% de los suelos son de grado bajo, debido a que presentan texturas franco arcillo arenoso y franco arenoso y el 12.49% son suelos de grado moderado con texturas franco arcilloso y franco.

2. Los tipos de usos de suelos y coberturas vegetales son determinantes a la hora de estimar las tasas de erosión hídrica, en tal sentido a nivel de la subcuenca para ambos años de estudio las superficies con cultivos extensivos en secano (Ces) y sin vegetación (Sv) son quienes generaron las mayores tasas de erosión hídrica promedio, llegando a superar las 50 y 160 ton/ha/año respectivamente, caso contrario encontramos suelos donde se generó menos de 5.5 ton/ha/año promedio, en zonas con plantaciones forestales (Pf), pajonales (Pj), bofedales (Bf) y césped de puna (Cp) (Solano, 2016).

3. Un total de 60.12% de la superficie de la subcuenca presenta erosión hídrica potencial entre alta (50-200 ton/ha/año) y muy alta (> 200 ton/ha/año), caso contrario sucede para la erosión hídrica real del año 2000 y 2013 donde para estos mismos niveles de erosión hídrica, solo llegaron a ocupar el 4.36% y el 5.43% de la superficie total de la subcuenca respectivamente, así mismo potencialmente la erosión hídrica promedio a nivel de la subcuenca es de 124.43 ton/ha/año siendo esta mucho mayor en comparación a la erosión hídrica real promedio para el año 2000 y 2013, donde se estimó valores de 29.29 y 30.91 ton/ha/año respectivamente (Solano, 2016).

4. Las superficies con plantaciones forestales (Pf) fueron los que generaron mayores cambios en zonas donde se vio disminuida la erosión hídrica no permisible, debido a que genero una tasa promedio de 3.15 ton/ha/año siendo el 0.98% de los 2.09% del total, así mismo las superficies con cultivos en secano (Ces) y sin cubierta vegetal (Sv) son los que generaron mayores cambios en el aumento de zonas con erosión hídrica no permisible, debido a que estas superficies generaron 53.60 y 164.48 ton/ha/año siendo el 1.69% y 0.89% de los 2.87% del total (Solano, 2016).

TESIS: (Alanya, SISTEMA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE EROSIÓN DE LA RIBERA DEL RÍO SAN FERNANDO TRAMO CHAYHUAMAYO-SHUCUSMA, HUANCAYO, JUNIN, 2017)

1. Se determinó que el sistema de interposición de una estructura de muro de gaviones previene y controla la erosión de taludes en la ribera del río San Fernando.

- ✓ Ya que el muro de gaviones cumple con las condiciones técnicas: Análisis de estabilidad para un factor de seguridad mayor a 2.
- ✓ Y económicamente; ya que este requiere poca mano de obra calificada, uso de maquinaria pesada mínima, los materiales pétreos a utilizar se encuentran presentes en la zona de estudio haciendo menos costosa en comparación al uso de enrocado colocado.

2. Se llegó a determinar el caudal máximo 10.13m³/s por el método de medición in-situ en épocas de máximas avenidas, para luego determinar el caudal de diseño por el método de Fuller 68.04m³/s, influyendo este caudal significativamente en el desborde del río San Fernando en el tramo Chayhuamayo – Shucusma.

3. Se llegó a determinar las características mecánicas de los suelos, encontrando material de grava mal graduada GP-GC, cuya cohesión es de 0.40Tn/m² y su ángulo de fricción es de 27.9°.

4. Se llegó a estimar la velocidad y esfuerzo cortante del río cuando esta queda desbordada por el margen derecho, obteniendo una velocidad máxima de 2.59m/s y un esfuerzo cortante máximo de 80.27N/m², influyendo significativamente en el deterioro de la ribera del río San Fernando tramo Chayhuamayo – Shucusma.

2.2 BASES TEÓRICAS:

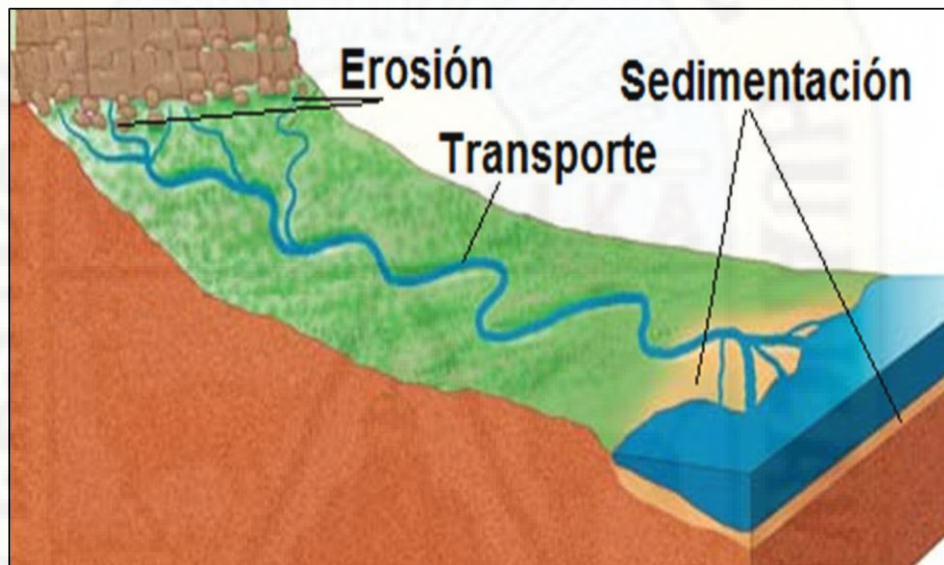
EROSIÓN

La erosión del suelo, es una sucesión de segregación y transporte de los materiales del suelo por los agentes erosivos, consta de las etapas, disgregación

y separación de las partículas del suelo, y conducción de los materiales disgregados (Cueva, 2018).

La erosión comprende el desprendimiento, transporte y posterior depósito de materiales de suelo o roca por acción de la fuerza de un fluido en movimiento, La erosión puede ser generada tanto por el agua como por el viento (Cueva, 2018).

Figura 01: Proceso de erosión.



Fuente: (Suarez Diaz, 2001)

Erosión es el proceso que comprende el desprendimiento, el traslado o arrastre y la sedimentación o colmatación de las partículas de suelo (Cueva, 2018). La erosión es causada ya sea por acción del agua, del viento o por la actividad del hombre (Cueva, 2018).

La erosión puede ser natural (normal o geológica) y acelerada (Solano, 2016).

La erosión es un proceso por el cual las corrientes de agua o el viento arrastran parte del suelo de unos puntos a otros (Solano, 2016). Es un proceso muy útil porque permite se desplacen materiales de unos suelos a otros que recuperan fertilidad con estos aportes. La erosión es un problema cuando se acelera, con lo cual materiales perdidos no se recuperan en las zonas erosionadas y en las zonas que reciben los aportes no son aprovechables o se pierden, o cuando por

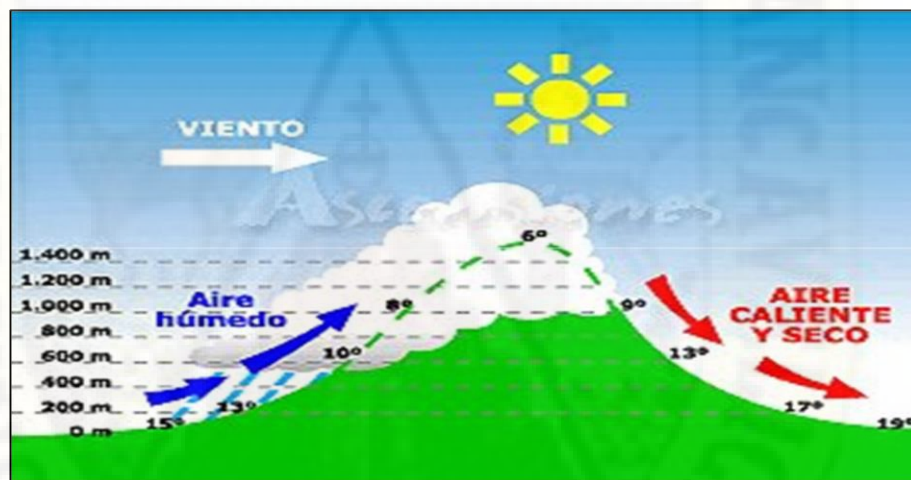
causas ajenas al propio medio aparece en puntos que no deberían de erosionarse en su totalidad, (Solano, 2016).

Erosión hídrica.

La erosión hídrica es un proceso físico que consiste en el desprendimiento, transporte y depositación de las partículas del suelo por efectos de la acción del agua (Solano, 2016).

Es la erosión causada por el agua, prevalece en zonas de ladera, donde la precipitación es de alta intensidad y donde están ausentes las buenas practicas agronómicas y el manejo adecuado del agua en el riego y de la cubierta vegetal (Solano, 2016). En la figura 2, se muestra los diferentes componentes en que se divide el agua de lluvia que cae en una ladera (Solano, 2016).

Figura 2: Cuadro de una ladera con lluvia y sus demás componentes



Fuente: (Vasquez Villanueva et al., 2016).

La erosión hídrica se produce cuando las gotas de las precipitaciones caen terrones y agregados en la superficie de un suelo desnudo, causando el movimiento de las partículas más finas como sedimento en suspensión en el flujo del agua, el cual en su movimiento cuesta abajo, va abriendo surcos a lo largo de la vía (Solano, 2016).

Cada lluvia subsecuente erosiona cantidades adicionales de suelo; con la degradación del suelo se manifiesta la degradación de la tierra (Cueva, 2018).

Es el proceso erosivo causado por la acción del agua, generalmente por efecto de la lluvia que llega a la superficie del suelo, parte de ella se infiltra y el resto

escurre sobre la superficie transportando el material suelto en suspensión (Cueva, 2018).

Factores de la erosión hídrica.

Los factores que determinan el tipo y la importancia de la erosión del suelo causada por el agua son: el clima (factor activo), el suelo (factor pasivo), la vegetación (factor regulador), fisiografía o topografía del terreno (factor pasivo), y el manejo realizado por el hombre (factor regulador) (Cueva, 2018). La vegetación y en cierta medida el suelo pueden ser factores controlados por el hombre, mientras que los factores climáticos y topográficos, excepción hecha por la longitud en pendiente, son independientes de la influencia del hombre (Cueva, 2018).

Menciona que los factores que determinan la tasa de erosión son la lluvia, la escorrentía, el viento, el suelo, la pendiente, la cobertura vegetal y la presencia o ausencia de medidas de conservación (Cueva, 2018).

Precipitación.

Existe una estrecha relación entre la lluvia y la cantidad de suelo erosionado; la intensidad, cantidad, duración, distribución y frecuencia de la lluvia inciden en la pérdida de suelo (Cueva, 2018).

Las características más relevantes de las precipitaciones son: intensidad, duración y frecuencia. Cuanto mayor sea la intensidad y la duración de una tormenta, mayor será el impacto de las gotas de lluvia y el volumen de escorrentía y consecuentemente mayores serán las pérdidas de suelo (Solano, 2016). La distribución de las precipitaciones durante el año no es uniforme y su erosividad es muy variable (Solano, 2016).

Características del suelo.

el material original, grado de meteorización, propiedades físicas, contenidos de materia orgánica y propiedades químicas, influyen en el proceso erosivo del suelo, siendo la distribución de las partículas de acuerdo a su tamaño, grado de

agregación, aspereza superficial, profundidad del perfil y humedad inicial, los factores que influyen en mayor grado en este fenómeno (Solano, 2016).

La erosión se presenta con mayor intensidad en suelos arenosos y limosos, disminuyendo en los arcillosos, terrenos con 30 – 35 % de arcilla son generalmente más coherentes y forman agregados estables que resisten el impacto de las gotas de lluvia y la dispersión de partículas (Solano, 2016). Además estos suelos poseen superficies ásperas (ej. Los terrones) que almacenan mucha agua resistiendo así a la erosión laminar, en tanto que las arenas y limos que son de textura gruesa están expuestos a la erosión (Solano, 2016).

Menciona que las propiedades del suelo que tienen efecto en la erosión causada por el agua son, la capacidad de absorción y retención de agua, condición de superficie e infiltración de dispersión, tamaño de las partículas y grado de agregación (Solano, 2016).

Topografía.

El relieve del suelo conjuntamente con el ángulo, la longitud y forma de la pendiente inciden en el proceso erosivo, a medida que el ángulo de la pendiente aumenta, una mayor cantidad de suelo es transportado ladera abajo; existiendo un aumento considerable de la erosión en pendientes del 5 al 10 % en comparación con la erosión en pendientes más suaves (Cueva, 2018).

De acuerdo a la pendiente según sea: uniforme, cóncava, convexa o compleja, incidirá en el grado de erosión de los terrenos, produciéndose mayores pérdidas de suelo conforme el grado de inclinación y longitud de la pendiente se incrementa (Cueva, 2018).

Las pérdidas de suelo por unidad de área se incrementan al aumentar la longitud de la pendiente, conforme la longitud aumenta, escurrirá mayor cantidad de agua, que llevará energía cinética y por consiguiente transportará mayor cantidad de sedimentos (Cueva, 2018) .

Cobertura vegetal.

La vegetación impide el impacto directo de las gotas de agua lluvia sobre la superficie del terreno, disipando la energía que llevan las mismas; parte del agua la energía que cae es interceptada por la vegetación incrementando así la tasa de infiltración; otra parte se evapora y el resto escurre y fluye por la pendiente, la densidad y tipo de vegetación influyen en la escorrentía y cantidad de suelo erosionado, siendo estas mayores en suelos desnudos y menores en suelos con presencia de cultivos, bosques y/o pastizales (Solano, 2016) .

La vegetación actúa como una capa protectora o amortiguadora entre la atmosfera y el suelo, los componentes aéreos como hojas y tallos absorben parte de la energía de las gotas de lluvia, el agua en movimiento y del viento, de modo que su efecto es menor que si actuaran directamente sobre el suelo, mientras que los componentes subterráneos, como los sistemas radiculares, contribuyen a la resistencia mecánica del suelo (Solano, 2016).

Manejo.

El mal uso de equipos e implementos de labranza, especialmente de la maquinaria agrícola incrementan el fenómeno erosivo (Solano, 2016). Las prácticas inadecuadas como excesivo laboreo, preparación y surcado del terreno en sentido de la pendiente y un mal manejo del agua de riego exponen al suelo a mayores riesgos de erosión (Solano, 2016).

TIPOS DE EROSIÓN (Alanya, 2017).

Se conocen varios tipos de erosión así:

- Erosión por el viento. - El movimiento del viento ejerce fuerzas de fricción y levantamiento sobre las partículas de suelo, desprendiéndolas transportándolas y depositándolas (Alanya, 2017).

- Erosión por gotas de lluvia.- Cuando las gotas de agua impactan el suelo desnudo pueden soltar y mover las partículas a distancias realmente sorprendentes (Alanya, 2017).

- Erosión laminar. - Las corrientes superficiales de agua pueden producir el desprendimiento de las capas más superficiales de suelo en un sistema de erosión por capas que se profundizan (Alanya, 2017).
- Erosión en surcos. - La concentración del flujo en pequeños canales o rugosidades hace que se profundicen estos pequeños canales formando una serie de surcos generalmente semiparalelos (Alanya, 2017).
- Erosión por afloramiento de agua.- El agua subterránea al aflorar a la superficie puede desprender las partículas de suelos subsuperficial formando cárcavas o cavernas (Alanya, 2017).
- Erosión interna.- El flujo de agua a través del suelo puede transportar partículas formando cavernas internas dentro de la tierra (Alanya, 2017).
- Erosión en cárcavas.- Los surcos pueden profundizarse formando canales profundos o la concentración en un sitio determinado de una corriente de agua importante puede generar canales largos y profundos llamados cárcavas. Una vez se inicie la cárcava es muy difícil de suspender el proceso erosivo (Alanya, 2017).
- Erosión en cauces de agua (erosión lateral y profundización).- La fuerza tractiva del agua en las corrientes y ríos produce ampliación lateral y profundización de los cauces y dinámica general de la corriente (Alanya, 2017).
- Erosión por oleaje.- Las fuerzas de las olas al ascender y descender por una superficie de suelo producen el desprendimiento y el transporte de partículas (Alanya, 2017).

- Erosión en masa (deslizamientos).- El término erosión o remoción en masa se relaciona a movimientos de masas importantes de suelo conocido con el nombre genérico de deslizamientos (Alanya, 2017).

APLICACIÓN DEL METODO DE PREDICCIÓN DE PÉRDIDA DE SUELO POR EROSIÓN HÍDRICA(Cueva, 2018).

Los métodos de predicción se utilizan para la evaluación de los riesgos potenciales y actuales de erosión, para la planificación de las cuencas hidrográficas; y también pueden ser empleados para determinar relaciones entre las características de las cuencas y los procesos de erosión (Cueva, 2018).

Ecuación Universal del Pérdida de Suelo. (USLE).

Aunque como hemos visto existen gran cantidad de modelos para calcular la erosión del suelo, la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE) es todavía el modelo de estimación de la erosión del suelo con mayor aceptación y de más amplia aplicación (Cueva, 2018).

Se trata de una tecnología empírica generada mediante un proceso evolutivo que ha tenido lugar en los últimos 60 años, y está aún en fase de evolución con el desarrollo de diversas revisiones (Cueva, 2018).

Fue desarrollada durante la primera mitad del siglo 20 por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), esta ecuación es el resultado del trabajo de numerosos investigadores como Zing (1940), que relacionó la erosión con la pendiente y la longitud de la ladera, Musgrave (1947), que incluyó un factor climático basado en la precipitación máximo a o Smith (1958) que consideró un nuevo factor según el tipo de cultivo (Cueva, 2018).

Años más tarde, los investigadores Walter Wischmaier y Dwight Smith recogieron estos estudios en su modelo presentado en 1978, este modelo está basado en una serie de relaciones estadísticas entre las pérdidas de suelo y determinadas variables reconocidas como los factores implicados de mayor significación en el proceso de erosión hídrica, esta ecuación permite predecir la cantidad de suelo que se pierde por erosión laminar bajo

diferentes combinaciones de uso y manejo teniendo en cuenta las características físicas del terreno, la USLE tiene en cuenta seis factores y su modelo matemático es el siguiente (Cueva, 2018):

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P$$

Dónde:

A : Pérdida anual de suelo (t/ha*año) (Cueva, 2018).

R : Agresividad de la lluvia (Cueva, 2018).

K : Erosibilidad del suelo (Cueva, 2018)

LS : Longitud de la pendiente en metros y gradiente (Cueva, 2018).

C : Factor cobertura (Cueva, 2018).

P : Prácticas de conservación del suelo (Cueva, 2018).

Tabla 01: Tasa de erosión hídrica

NIVEL DE EROSION	Tn/Ha*año
NULA A LEVE	< 10
MODERADA	10-50
FUERTE	50-200
MUY FUERTE	> 200

Fuente: FAO Y UNESCO, 1981.

Factores que intervienen en la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS).

Factor agresividad de la lluvia (R).

Representa la energía con que las gotas de lluvia impactan en el suelo a determinada intensidad rompiendo los agregados superficiales en partículas de tamaño transportable. Se trata de un factor activo en el proceso de erosión, para su cálculo se han diseñado numerosos índices que se han utilizado en modelos de predicción del riesgo de erosión, siendo el más conocido el factor R (Cueva, 2018).

El factor R en el (SIU) Sistema Internacional de unidades es expresado en MJmm-

ha/h que expresa energía de lluvia en superficie y tiempo (Cueva, 2018).

El factor R se dedujo a partir del producto de la energía cinética liberada por la lluvia (E) y la máxima intensidad de precipitación durante un intervalo de 30 minutos (I_{30}) de la tormenta mediante la siguiente expresión (Cueva, 2018).

$$R = E \cdot I_{30}$$

(Renard & Freimund, 1994). Presentaron las ecuaciones de regresión siguientes para distintas zonas climáticas:

$$R = 0.074 P^2$$

Dónde:

R : Índice de erosión pluvial ((MJ.mm)/(ha.h.)).

P : Precipitación promedió anual (mm).

F : Índice de Fournier (1960).

$$R = \frac{P_i}{P} \cdot F$$

Dónde:

P_i : Precipitación mensual y P es la precipitación anual.

Estas ecuaciones siempre dan altos coeficientes de determinación ($r^2 = 0.81$) y el error estándar alto, por lo que se recomienda un mejor ajuste.

Con un mejor ajuste para los mismos autores (Renard & Freimund, 1994) el E.I30 es el siguiente:

$$5.954 = 30.1 \cdot R \cdot F$$

Factor erosibilidad del suelo (K) (Cueva, 2018).

Este factor representa la respuesta del suelo a una determinada fuerza o mecanismo erosivo, es decir, la susceptibilidad que presenta el suelo o ser erosionado (Cueva, 2018) .

El factor de erosibilidad del suelo puede ser estimado de manera directa a través de una ecuación, o bien de manera gráfica (Cueva, 2018). Para ambos métodos es necesario, sin embargo, efectuar determinaciones previas de ciertas propiedades (Cueva, 2018).

El factor K en el (SIU) es expresado en (ton-ha-h/ha-MJ-mm), que expresa la resistencia del suelo en la superficie y tiempo, respecto a la energía de la lluvia(Cueva, 2018).

Método de la ecuación:

(Wischmeier & Smith, 1978)

$$0.1313 = 2 * [2.1 * 10^{-4} * 1 * 1] - 12(0.00 + 3.25(0 - 2) + 2.5(0 - 3))/100$$

Dónde:

MO : Contenido en materia orgánica (%)(Cueva, 2018).

S : Código de la estructura del suelo (Cueva, 2018) (Cueva, 2018).

P : Código de permeabilidad (Cueva, 2018).

M : Factor dado por el producto de la suma de los porcentajes de limo y arena muy fina con la suma de los porcentajes de arena y limo. En términos matemáticos M corresponde a (%limo/%arena muy fina) *(100-%arcilla) (Cueva, 2018).

Factor de longitud y grado de pendiente (LS).

El factor de longitud de la pendiente (L) que representa el efecto de suelo en la longitud de la pendiente en la erosión (adimensional) (Cueva, 2018). Es la razón entre la pérdida de suelo en la longitud de pendiente en campo con respecto a la longitud de una parcela de 22.1m es el mismo tipo de suelo y gradiente (Cueva, 2018). La longitud de la pendiente es la distancia desde el origen de la escorrentía superficial a lo largo de su vía de flujo a la localidad

donde se concentra el flujo o donde se deposita el suelo desprendido (Cueva, 2018).

El grado de inclinación de la pendiente (S), representa los efectos de la inclinación en la erosión (Cueva, 2018). La pérdida de suelo se incrementa más rápidamente con pendientes muy escarpadas en comparación con el incremento en longitud de la pendiente (Cueva, 2018).

Longitud de pendiente (Factor L).

La fórmula inicial propuesta por (Wischmeier & Smith, 1978), para el cálculo de este factor tiene mucho mayor peso el valor de la pendiente S que el de su longitud L (Cueva, 2018).

$$L = \frac{1}{22.13} (25.41 S + 4.56 + 0.065 S)$$

En la RUSLE se aumenta la influencia concedida a la longitud del declive L, teniendo en cuenta que es decisiva para la iniciación de la formación de regueros a partir de los cuales se incrementan notablemente las pérdidas de suelo de las laderas así, el factor L debe evaluarse a partir de la nueva expresión (Cueva, 2018).

$$L = \frac{1}{22.13}$$

$$m = \frac{S}{1 + S}$$

Dónde:

λ : Longitud de la pendiente (m) (Cueva, 2018).

m : exponente de la longitud de la pendiente (Cueva, 2018).

Donde 1 es la proyección horizontal de la longitud de ladera (no la longitud de la ladera paralela al terreno), y F es el cociente entre la erosión en regueros



y la erosión que se producen en cada parcela, y puede evaluarse en función de la pendiente del terreno, según la expresión de (Cueva, 2018).

$$\frac{0.0896}{3(\beta)^{0.5} + 0.56}$$

Dónde:

β : el ángulo de la pendiente

Grado de pendiente Factor “S”.

Para la obtención del factor S, propuesta por (McCool, 1989), la siguiente fórmula es:

$$\frac{10.8 \beta - 0.03 + 0.09}{16.8 \beta - 0.5 - 0.09} \leq 0.09$$

$$\frac{10.8 \beta - 0.03 + 0.09}{16.8 \beta - 0.5 - 0.09} \geq 0.09$$

Factor de cobertura vegetal C.

Existen pocos índices para calcular cuantitativamente la relación entre la vegetación y la pérdida de suelo, el más conocido y utilizado es el índice de protección de la cubierta vegetal frente a la erosión hídrica (Cueva, 2018). Para estudios más detallados, el factor cobertura vegetal puede evaluarse con base en ecuaciones matemáticas establecidas para el cálculo de la biomasa (Cueva, 2018).

Tabla 02.- Valores de cobertura vegetal C.

CULTIVO Y PRACTICA	MEDIA ANUAL DEL FACTOR C
Suelo desnudo	1
Bosque o matorral denso	0.001
Pradera herbácea en buenas condiciones	0.01
Pradera sobre pastoreada	0.1
Maíz, sorgo, alto rendimiento, laboreo convencional	0.20 – 0.55
Maíz, sorgo, alto rendto., sin laboreo	0.50 – 0.90
Maíz, sorgo, bajo rendto., laboreo mínimo	0.20 – 0.10
Maíz, sorgo, alto rendimiento.	0.12 – 0.20
Maíz, sorgo, bajo rendimiento.	0.30 – 0.45

Algodón	0.40 – 0.70
Pradera herbácea	0.01 - 0.025
Soya	0.20 – 0.50
Trigo	0.10 – 0.40
Arroz	0.10 – 0.20
Cacahuete	0.30 – 0.80
Frutales con cobertura vegetal	0.01 – 0.80
Caña de azúcar	0.56
Arbolado denso	0.001 – 0.003
Arbolado forestal clareado	0.003 – 0.009
Arboleado muy clareado (25 – 60 %)	0.041
Matorral con buena cobertura	0.003 – 0.013
Matorral ralo y eriales	0.20 – 0.013
Cultivos anuales herbáceos	0.25
Pastura	0.15
Plantas herbáceas matorjos (100%)	0.003
Plantas herbáceas matorjos (60%)	0.035
Cubierta escasa (60%)	0.15 – 0.09
Cubierta inapreciable	0.45

Fuente: (Wischmeier & Smith, 1978)

Factor de prácticas de conservación de suelos P.

El factor de prácticas de control de la erosión, es la proporción de la pérdida de suelo que se obtiene mediante alguna técnica de manejo del relieve, en comparación con la pérdida de suelo cuando se cultiva en laderas con 9% de pendiente (Cueva, 2018).

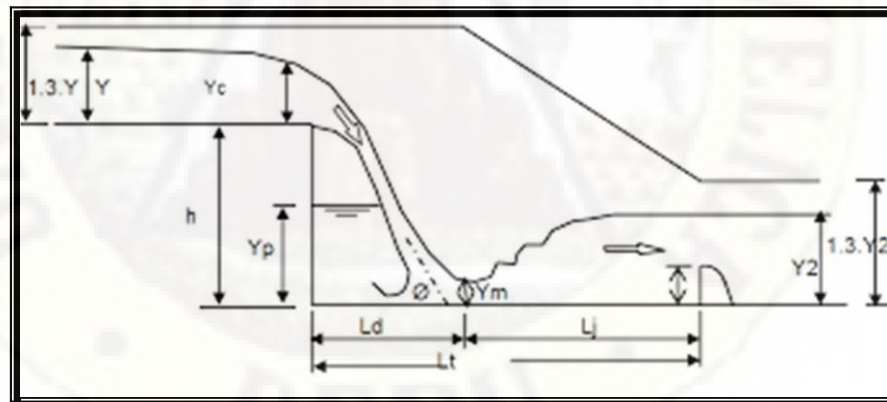
OBRAS DE DISIPACIÓN DE ENERGÍAS (MUROS) PARA EL CONTROL DE EROSIÓN.

Obra de disipación de energía.

Las obras de estructura de disipadora de energía es una parte importante de la obra de excedencia que tiene por objeto disipar la energía cinética que el agua

adquiere en su caída desde el vaso hasta un sitio adecuado en el fondo del cauce, donde no genere problemas de erosión o socavación, estas estructuras se diseñarán para que el agua, que sale del canal o cauces naturales de descarga, se aleje lo máximo posible, dentro de lo económico, de la cortina o de alguna estructura complementaria, la velocidad de las aguas que vierten sobre la cubeta puede producir aguas debajo de la estructura socavaciones que ponen en peligro la estabilidad de la obra, el estudio de las características hidráulicas del vertido determina el dispositivo que es necesario construir en la base inferior de la obra, para que su integridad puede completamente asegurada, en algunos casos será únicamente necesario proteger el lecho del torrente con materiales de gran resistencia a la erosión, siendo preciso en otras ocasiones la formación de un colchón de agua realizado con una simple cubeta, que puede ser completada con un contradique, o la construcción de rampas de lanzamiento que alejan las aguas de los puntos críticos (Solano, 2016).

Figura 03.- Disipadores de energía.



Fuente: (Lopez Cardenas de Llano, 1988).

Tipos de estructuras Disipadores de energía.

Muro de gaviones.

Las presas de gaviones consisten en una caja de forma prismática rectangular de malla de alambre de triple torsión, rellena de piedras; este tipo de presa

sirve como protección contra la erosión, sus dimensiones pueden ser variadas dependiendo del tamaño de la cárcava, pero se recomienda para aquellas alturas mayores de 2.00 m (Solano, 2016).

Las presas de gaviones son estructuras permanentes, flexibles y permeables construidas a base de prismas rectangulares de alambre galvanizado denominados gaviones, los cuales se rellenan de piedra con el objeto de formar el cuerpo de la obra que constituye la presa de control; las mallas de alambre que forman el gavión presentan la forma de un hexágono entrelazado con triple torsión y de peso por metro cúbico de gavión constante (Solano, 2016).

Las presas de gaviones se emplean para controlar la erosión en cárcavas de diferentes tamaños, y como presas filtrantes para regularizar corrientes; se usan siempre cuando se consideren los aspectos de estabilidad para las construcciones de gran magnitud (Solano, 2016).

Características generales de muro de gaviones.

Las presas de gaviones se recomiendan para muros de contención con un mínimo de 2 metros de ancho y una profundidad de 1.5 metros, debido a su alto costo, además de que requieren de un cálculo ingenieril específico para garantizar la estabilidad en las construcciones de gran magnitud (Solano, 2016).

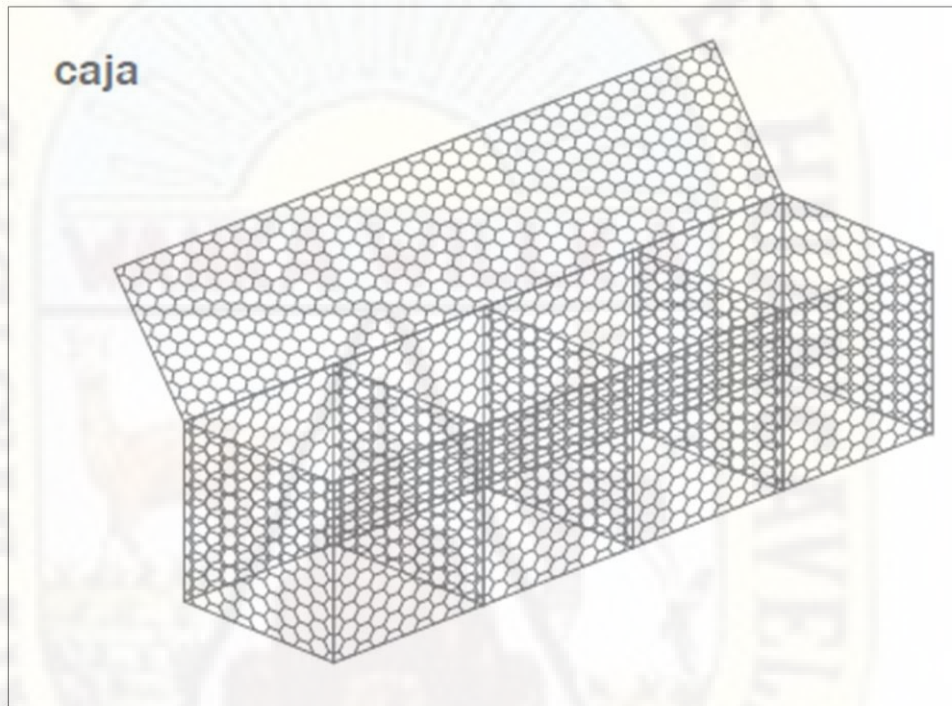
Figura 04.- Gaviones para controlar la erosión.



Fuente: (López Martínez & Oropeza Mota, 2009)

La estructura de la presa está formada por una serie de gaviones dispuestos convenientemente y unidos unos a otros por medio de ligaduras de alambre, los gaviones son una caja en forma de paralelepípedo, construida con malla de alambre de triple torsión galvanizado (Solano, 2016).

Figura 05: Determinación de un gavión y alambre de triple torsión galvanizado (b).



Fuente: (Lopez Martinez & Oropeza Mota, 2009).

De esta manera, un gavión queda definido por medio de sus dimensiones (largo, ancho y alto), el tamaño de sus mallas y el grueso del alambre que lo constituye (Cueva, 2018). Las dimensiones de los gaviones son variables, pero en general, se utilizan con mayor frecuencia las que aparecen en el Tabla 3 (Cueva, 2018).

Tabla 03.- Medidas comerciales de gaviones.

CÓDIGO	DIMENSIONES			VOLUMEN (M3)
	LARGO	ANCHO	ALTURA	
A	2.00	1.00	1.00	2.00
B	3.00	1.00	1.00	3.00
C	4.00	1.00	1.00	4.00
D	2.00	1.00	0.50	1.00
E	3.00	1.00	0.50	1.50
F	4.00	1.00	0.50	2.00
G	2.00	1.00	0.30	0.60
H	3.00	1.00	0.30	0.90
I	4.00	1.00	0.30	1.20
J	1.50	1.00	1.00	1.50

Fuente: (Lopez Martinez & Oropeza Mota, 2009)

El grosor del alambre que forma la malla está en función del tamaño de la misma, de tal manera que cuanto mayor es el grueso del alambre, mayor será el tamaño de la malla (Cueva, 2018). Las medidas más usuales de estos alambres y las mallas que forman el gavión se muestran a continuación (Cueva, 2018).

Tabla 04: Características de la malla de alambre

CARACTERISTICAS DE LA MALLA DE ALAMBRE	
DIAMENTRO DEL ALAMBRE(mm)	TAMAÑO DE LA MALLA(cm)
2.00	5x7
2.40	8x10
3.00	12x14

Fuente: (Lopez Martinez & Oropeza Mota, 2009).

Elementos para el diseño de muro de gaviones.

Diseño de las presas depende del objetivo para el cual se realicen. En este caso, simplemente es un tratamiento para estabilizar y evitar el crecimiento de la erosión, aunado a una retención e infiltración de agua (Cueva, 2018).

Las presas de gaviones por lo general se utilizan en cárcavas con dimensiones mayores a los 2 metros de ancho y 2.5 metros de profundidad o más. Estas presas no se recomiendan en cárcavas con dimensiones menores, por su alto costo, además de requerir un cálculo de ingeniería específico (Cueva, 2018).

Cabe señalar que, si se realiza un buen diseño y construcción, tienen una alta eficiencia y durabilidad (mayor a cinco años), por lo que se consideran de tipo permanente, además de ser flexibles y permeables (Cueva, 2018). En caso de que exista una falla geológica, pueden sufrir deformaciones sin perder eficiencia; permiten el flujo normal del agua, reteniendo azolves, y debido a que los cajones de gaviones forman una sola estructura tienen mayor resistencia al volteo y al deslizamiento (Cueva, 2018).

Figura 06.- Módulos de un dique de gaviones.



Fuente: (Cuevas Flores, y otros, 2007)

En el diseño de las presas es necesario dimensionarlas hidráulica y estructuralmente en cuanto a su altura, espaciamiento, empotramiento, vertedor y colchón hidráulico.

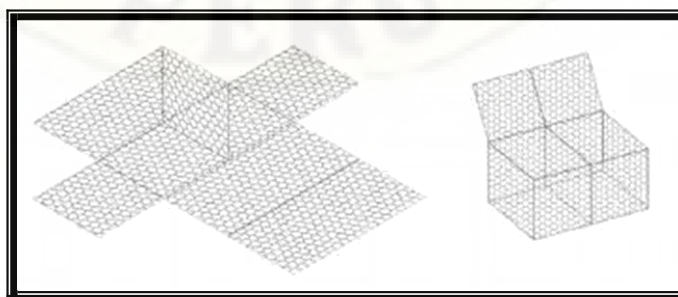
Proceso de construcción para el diseño de muro de gaviones.

Existen diferentes tamaños de gaviones (en largo, ancho y alto), así como diferentes tamaños de malla y grosores de alambre (Cueva, 2018). Los tamaños más comerciales de gavión son los que se presentan en el Tabla 03 (Cueva, 2018). En cuanto al grosor del alambre que forma la malla, éste deberá ser proporcional al tamaño de la malla. Las medidas más usuales. (Cueva, 2018).

Para construir las presas se tendrán que seguir los siguientes pasos según (Cuevas Flores et al., 2007):

Primer paso. Se desempacan y despliegan cada uno de los gaviones, desdoblando sus partes, cuidando que queden uniformes (Figura 07) (Cueva, 2018).

Figura 07: Despliegue de gaviones.



Fuente: (Cuevas Flores et al., 2007)

Segundo paso. Se comienza a armar el gavión uniendo los extremos con alambre galvanizado y cuidando que queden en escuadra para darle una forma rectangular (Cueva, 2018).

Tercer paso. Inicialmente, en el sitio donde se coloque el gavión, perpendicular a la dirección de la cárcava, se deberá abrir un cimientó de donde se habrá de colocar el gavión (Cueva, 2018). Las dimensiones de la cimentación dependerán del tamaño de la presa (Figura 08) (Cueva, 2018).

Figura 08.- Colocación de gaviones.



Fuente: (Cuevas Flores et al., 2007)

Cuarto paso. Una vez armado el gavión, se traslada para ser colocado en la zanja abierta para el cimientó. Ahí se unen los distintos gaviones entre sí antes de ser llenados y se conforma una sola unidad. El amarre se debe realizar con alambre (Cueva, 2018).

Quinto paso. Una vez colocados y unidos los gaviones de la primera hilera, se procede a llenarlos con piedra. Ésta se debe ir colocando por capas para que tenga el mejor arreglo posible (Cueva, 2018).

Sexto paso. Conforme se va rellinando cada gavión con la piedra, se deben colocar tensores del mismo alambre galvanizado, a un tercio o dos tercios de su

altura, sujetándose de las partes laterales de los cajones del gavión, para dar mayor resistencia a la deformación (Cueva, 2018).

Séptimo paso. Al colocar la piedra, es muy importante que vaya quedando compactada y con el menor número de huecos posibles para dar el mayor peso específico a la obra sin sobrepasar el límite del gavión (Cueva, 2018). Si es necesario, los huecos que queden se deben rellenar con piedra de menor diámetro. Para rellenar los armazones se puede coleccionar piedra de algún área cercana a donde se realiza la obra (Cueva, 2018).

Octavo paso. Una vez puesto y rellenado el primer gavión, se colocan los siguientes, uniéndolos entre sí con alambre galvanizado (Cueva, 2018). Así se hacen todas las hiladas que sean necesarios, dependiendo de las dimensiones de la presa (Cueva, 2018).

Noveno paso. Finalizado el relleno, se procede a cerrar el gavión con la tapa que debe contener, con alambre galvanizado (Cueva, 2018). Para ello, es posible auxiliarse con una barra para hacer palanca y para que la tapa llegue a la cara del gavión. Se recomienda hacer puntos de amarre cada 30 centímetros aproximadamente y en seguida se cose a lo largo del mismo (Cueva, 2018).

Décimo paso. El delantal puede construirse de gaviones de menor altura; la dimensión depende de la cantidad de escurrimientos superficiales esperados (Cueva, 2018).

Undécimo paso. El vertedor se forma durante la colocación de la última hilera de la base principal que cubre la cárcava. Para ello se deja una tercera parte del largo de la presa sin gavión (Cueva, 2018).

Figura 09: muro de gaviones.



Fuente: (Cuevas Flores et al., 2007)

Funcionabilidad de un dique de gaviones.

- ✓ Funcionan como presas filtrantes que permiten el flujo normal del agua y la retención de azolves (Cueva, 2018).
- ✓ Disminuyen la velocidad del escurrimiento y su poder erosivo (Cueva, 2018).
- ✓ Reduce la erosión hídrica (Cueva, 2018).
- ✓ Retener azolves (Cueva, 2018).
- ✓ Estabiliza el fondo de la cárcava ya que evita su crecimiento en profanidad y anchura (Cueva, 2018).
- ✓ Evitar el azolvamiento de los vasos de almacenamiento, canales y otras obras hidráulicas ubicadas aguas debajo de la presa (Cueva, 2018).
- ✓ Favorecer la retención e infiltración de agua y la recarga de acuíferos(Cueva, 2018).

Ventajas y desventajas de un dique de gaviones.

Se nombra las siguientes ventajas y desventajas:

Ventajas y desventajas:

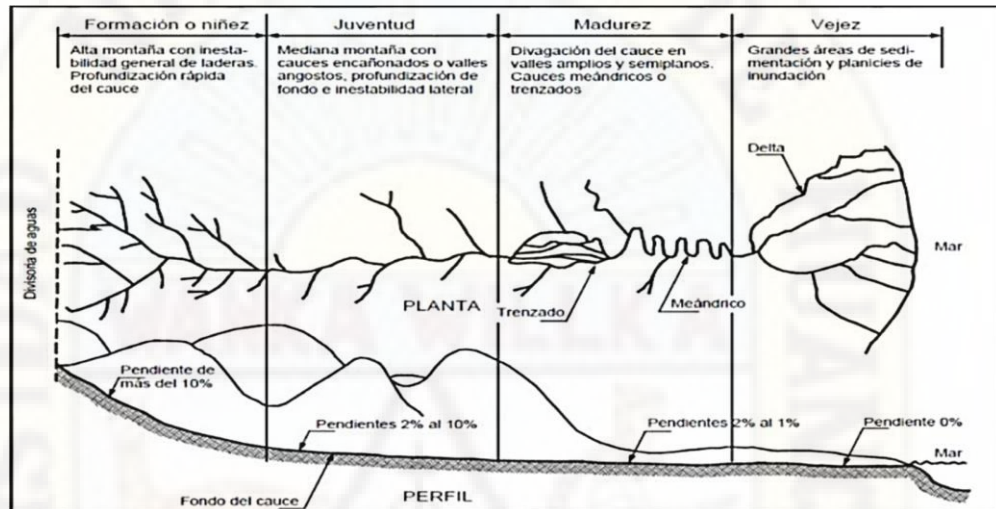
- ✓ Presentan una amplia adaptabilidad a diversas condiciones, ya que son fáciles de construir aun en zonas inundadas (Cueva, 2018).
- ✓ Funcionan como presas filtrantes que permiten el flujo normal del agua y la retención de azolves (Cueva, 2018).
- ✓ Son presas flexibles y pueden sufrir deformaciones sin perder eficiencia (Cueva, 2018).
- ✓ Debido a que los cajones de gaviones forman una sola estructura tienen mayor resistencia al volteo y al deslizamiento(Cueva, 2018).
- ✓ Tienen costos relativamente altos, en comparación con las presas de mampostería (Cueva, 2018).
- ✓ Tienen una alta eficiencia y durabilidad (mayor a 5 años)(Cueva, 2018).

ETAPAS DE LA CORRIENTE DE AGUA

- A lo largo de una corriente de agua se presentan etapas fácilmente diferenciables y que se requiere identificar para poder evaluar su

comportamiento erosivo; adaptando las clasificaciones clásicas de morfología fluvial y para efectos de la interpretación de los fenómenos de erosión, se deben tomar en cuenta las siguientes etapas: Niñez - Juventud - Madurez y vejez (Alanya, 2017).

Figura N° 10. Representación esquemática de las etapas de un río



Fuente: Jaime Suárez Días

Etapas de formación o niñez

En zonas de alta montaña cada corriente posee una hoya o cuenca de drenaje en forma de embudo con laderas de pendiente muy alta (más del 6%); esta cuenca en la cual se está formando la corriente principal de agua, está integrada por varias quebradas o pequeñas cuencas de flujo continuo o intermitente (Pedroza, 2015). Generalmente las corrientes generadoras de la corriente principal solo se forman durante las lluvias. En ésta etapa de la corriente se produce procesos de erosión laminar, en surcos y en cárcavas. La mayor cantidad de sedimentos producto de la erosión proviene de ésta área; las lluvias producen corrientes en los “cauces” y estos se profundizan a ratas importantes, la erosión a su vez produce inestabilidad general en las laderas (Pedroza, 2015).

- Las talas de bosques y quemas aceleran los procesos de erosión presentándose casos de cárcavas de talud vertical, los pequeños cauces son semi-rectos con cambios bruscos de pendiente y dirección, presentándose

comúnmente, el caso del cauce en V con taludes laterales mu (Alanya, 2017).

CAUDALES MÁXIMOS

Para diseñar:

- Las dimensiones de un cauce (Pedroza, 2015).
- Sistema de drenaje (Pedroza, 2015).
- Muros de encauzamiento para proteger ciudades, plantaciones y vías de comunicación (Pedroza, 2015).
- Alcantarillas (Pedroza, 2015).
- Luz de puentes (Pedroza, 2015).
- Se debe calcular o estimar el caudal de diseño, que para esos casos, son los caudales máximos (Alanya, 2017). La magnitud de caudal de diseño, es función del periodo de retorno que se asigne, el que a su vez depende de la importancia de la obra y de la vida útil de esta (Alanya, 2017).

PERIODO DE RETORNO DE UNA AVENIDA

- Para el caso de un caudal de diseño, periodo de retorno se define, como el intervalo de tiempo dentro del cual un evento de magnitud Q, puede ser igualado o excedido por lo menos una vez en promedio (Alanya, 2017).

Si un evento igual o mayor a Q, ocurre una vez en T años, su probabilidad de ocurrencia P, es igual a 1 en T casos, es decir: (Alanya, 2017).

$$P=1/T$$

Dónde:

P : Probabilidad de ocurrencia de un caudal Q (Alanya, 2017).

T : Periodo de retorno (Alanya, 2017).

La probabilidad de que el evento, ocurra al menos una vez en “n” años sucesivos, es conocida como riesgo o falla R, y se representa por:

$$R=1-(1-P)^n$$

- Con el parámetros riesgo es posible determinar cuáles son las implicaciones, de selección un periodo de retorno dado de un obra, que tiene una vida útil de “n” años (Alanya, 2017).

Tabla N° 05. Coeficientes de escorrentía (Tipo de superficie)

TIPO DE SUPERFICIE	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	
	MÍNIMO	MÁXIMO
Zona comercial	0.70	0.95
Vecindarios, zonas de edificios, edificaciones densas	0.50	0.70
Zonas residenciales unifamiliares	0.30	0.50
Zonas residenciales multifamiliares espaciadas	0.40	0.60
Zonas residenciales multifamiliares densas	0.60	0.75
Zonas residenciales semiurbanas	0.25	0.40
Zonas industriales espaciadas	0.50	0.80
Zonas industriales densas	0.60	0.90
Parques	0.10	0.25
Zonas deportivas	0.20	0.35
Estaciones e infraestructuras viarias del ferrocarril	0.20	0.40
Zonas suburbanas	0.10	0.30
Calles asfaltadas	0.70	0.95
Calles hormigonadas	0.70	0.95
Calles adoquinadas	0.70	0.85
Aparcamientos	0.75	0.85
Techados	0.75	0.95
Praderas (suelo arenoso con pendiente inferior al 2%)	0.05	0.10
Praderas (suelo arenoso con pendiente intermedias)	0.10	0.15
Praderas (suelo arenoso con pendiente superior 7%)	0.15	0.20
Praderas (suelo arcilloso con pendiente inferior al 2%)	0.13	0.17
Praderas (suelo arcilloso con pendiente intermedias)	0.10	0.22
Praderas (suelo arcilloso con pendiente superior 7%)	0.25	0.35

Fuente: APARICIO (1999)

Tabla N° 06. Coeficientes de escorrentía (cobertura del suelo)

COBERTURA DE SUELO	TIPO DE SUELO	PENDIENTE (%)				
		>50	20-50	5-20	1-5	0-1
SIN VEGETACION	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
CULTIVOS	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
PASTOS VEGETACION LIGERA	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.55	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
HIERBAS	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
BOSQUE, VEGETACION DENSA	Impermeable	0.55	0.60	0.45	0.40	0.35
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

FUENTE: Benitez (1980).

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA EROSIÓN DE LAS RIBERAS

La magnitud y el tipo de erosión que se produce en un tramo de un cauce natural ésta definida por las características del cauce y las condiciones ambientales del lugar, las mismas que son únicas para cada tramo de río y para cada situación; entre las características del cauce que más afectan a los procesos erosivos, se puede mencionar las siguientes (Alanya, 2017).

Condiciones del flujo en el río

El flujo en un río es el factor dominante en el proceso de erosión de las riberas del mismo, ya que aparte de ser un factor erosivo en sí mismo contribuye también en el mecanismo de transporte del material lejos del margen erosionado, la magnitud del caudal y la duración son también factores importantes; la magnitud del caudal del flujo es directamente proporcional a la magnitud de la erosión en los márgenes del cauce, experiencias de campo realizadas por la Federal Highway Administration (USA) demuestran que entre un 90% y un 99% de los procesos erosivos en las riberas se producen en los

eventos de avenidas (Alanya, 2017). La influencia de la duración de una avenida sobre la estabilidad de las riberas del cauce puede ser incluso mayor que la magnitud de dicha avenida (Alanya, 2017). El inicio de la erosión en las márgenes es similar al inicio de la misma en el lecho, es decir requiere más energía para vencer la resistencia creada por la vegetación y otras resistencias cohesivas, así como la propia resistencia estructural de las partículas del suelo (Alanya, 2017). Una vez que la ribera queda expuesta, el proceso erosivo avanza mucho más rápido y cuanto más tiempo dura la exposición del mismo al flujo de avenida mayor será el efecto de la erosión sobre el mismo; muchas veces la fuerza erosiva de los ríos es tan grande que puede destruir estructuras como puentes (Alanya, 2017).

Características de los materiales de la ribera

La resistencia a la erosión de los márgenes de un cauce está íntimamente relacionada con las características de los materiales que constituyen los mismos, los materiales se pueden clasificar en: cohesivos, no cohesivos y estratificados (Alanya, 2017).

Vegetación existente en la ribera

La estabilidad de las riberas está fuertemente influenciada por la vegetación natural existente en las mismas, debido principalmente a fuerza de fijación al suelo de la raíces (Alanya, 2017). Esta fuerza contribuye a la cohesión entre partículas del suelo e influye en la resistencia del suelo, debido a la transferencia de tensiones entre el suelo y raíces, aumentando de esta forma la resistencia a la erosión de las riberas (Alanya, 2017).

Estabilidad del lecho

La inestabilidad del lecho del cauce se manifiesta a lo largo de procesos de elevación y socavación del mismo (Alanya, 2017). La socavación del lecho afecta indirectamente a la erosión de las márgenes, debido a la pérdida de soporte que esto significa para las mismas; además, si el material del lecho es más resistente a la erosión que el material del margen la energía erosiva del río

afecta más directamente a las riberas incrementándose los procesos erosivos en las mismas (Alanya, 2017).

Características del suelo

Los suelos de las riberas son los que van a requerir protección frente a la acción erosiva del río, en especial aquellos que no están constituidos por rocas duras a no ser que estas se encuentren alterada deterioradas por algún motivo, existen dos tipos básicos de suelos inorgánicos que se presentan con mayor frecuencia en las riberas, estos son: suelos cohesivos, formados por agregados de partículas finas y con formas planas originados a partir de la descomposición de rocas químicamente inestables, suelos granulares formado por partículas de forma regular y originado a partir del colapso físico de rocas relativamente estables (Alanya, 2017). El diferente origen de estos tipos de suelos se refleja en sus propiedades como por ejemplo en un suelo granular la energía que predomina es la de su masa mientras que en los suelos cohesivos es la energía superficial de las partículas la responsable de sus características de cohesión, plasticidad y cambios volumétricos (Alanya, 2017). Entre los muchos sistemas de clasificación de suelos existentes en la literatura geotécnica, uno de los más usados por su facilidad es el que utiliza el tamaño de partículas (Alanya, 2017). Un ejemplo se puede ver en la cuadro N° 01 donde se presenta diferentes categorías de suelos, características de drenaje, y tamaños de partículas entre los que se establecen dichas categorías (Alanya, 2017).

Cuadro N° 07. Clasificación de los suelos según el tamaño de las partículas

SUELO	TAMAÑO(mm)	CARACTERISTICAS DE DRENAJE
Arcilla	< 0.002	impermeable(arcillas intactas) muy pobre(arcillas alteradas)
Limo	0.002 – 0.06	Pobre
Arena	0.06 – 2.0	Considerable
Grava	2.0 – 60	Bueno
Adoquines	60 – 600	Bueno
Canto rodado	> 600	Bueno

Fuente: Control de erosión, Jaime Suárez

Tipos de erosión en las riberas de los ríos.

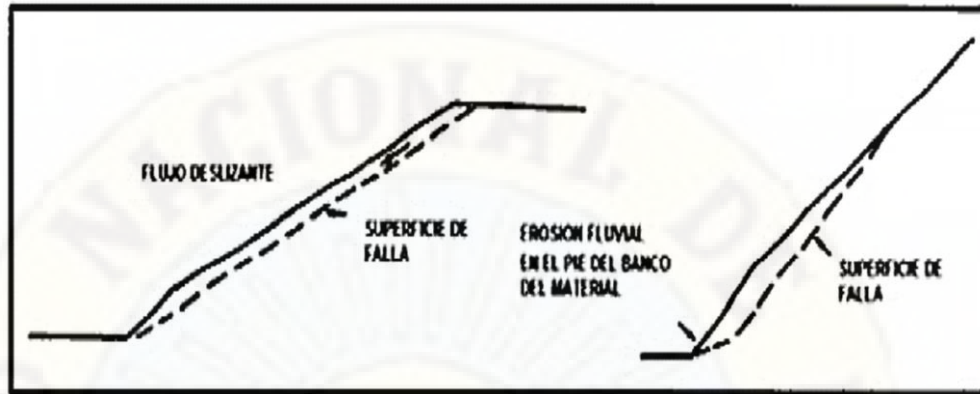
La resistencia a la erosión de las riberas de un río está directamente relacionada con las características del material del que están constituidos (Alanya, 2017). Estos materiales se pueden clasificar en tres: cohesivos, no cohesivo y estratificados (Alanya, 2017).

Riberas de material no cohesivo. Las márgenes de los ríos compuestos por materiales no cohesivos son normalmente depósitos heterogéneos de arenas, limos y gravas (Alanya, 2017). Es muy raro encontrar una ribera de un cauce natural sin cohesión, ya que normalmente existe un cierto grado de cohesividad debido bien a la presencia de limos o pequeñas fracciones arcillosas presentes en la mezcla, o bien por la existencia de vegetación, cuyas raíces aportan cohesión (Alanya, 2017). Sin embargo cuando la estructura primaria del material que constituye la ribera está formada por partículas sueltas, este se considera no cohesivo (Alanya, 2017).

La erosión en las riberas constituidas por este tipo de material puede ocurrir de dos formas:

Movimiento del material granular que forma la base del talud del margen, el cual depende del tamaño de la partícula, del ángulo del talud y de factores de carácter hidráulico como la velocidad del flujo y la turbulencia (Alanya, 2017). El movimiento del material en esta forma causa erosión en la parte baja del talud provocando un deslizamiento del material de la parte alta del mismo para mantener un talud compatible con el ángulo de rozamiento interno del material que lo constituye, deslizamiento superficial debido a la presión intersticial (Alanya, 2017).

Figura N° 11. Tipos de erosión en riberas de material no cohesivo.



Fuente: Estabilización y protección de cauces, José Gonzales (2010)

Ribera de material cohesivo. Las márgenes de los cauces compuestos por materiales cohesivos se caracterizan por tener una baja permeabilidad y una resistencia a la erosión superficial debido a las fuerzas de cohesión que presentan (Alanya, 2017).

Las principales causas de erosión en este tipo de márgenes son la saturación y el drenaje, en suelos cohesivos con un drenaje deficiente la dificultad de disipar las presiones intersticiales provoca un aumento del peso específico del material y una reducción de la tensión interna; el fallo de un margen constituido por este tipo de terreno se produce normalmente por deslizamiento de masas de suelo a lo largo de la superficie de rodadura (Alanya, 2017).

Riberas de material compuesto o estratificados.

Este tipo de márgenes es el más común en la naturaleza, a que son el producto de la deposición de sedimentos por el río en tiempos pasados (Alanya, 2017). Están constituidos por capas de material con diferentes características en cuanto a tamaño, permeabilidad y cohesión (Alanya, 2017). Esto hace que las capas de material no cohesivo, más sensible a la erosión superficial, puede ser parcialmente protegidas por las capas adyacentes constituidas por material cohesivo, haciéndolas más estables, y al mismo tiempo las no cohesivas pueden servir de ayuda al drenaje de las cohesivas en situaciones de saturación (Alanya, 2017).

ELEMENTOS DE CONTROL DE MOVIMIENTO

a) Muros de contención. -

Los muros de contención se clasifican por su perfil y los usados con mayor frecuencia son los siguientes (Rodriguez, 2011).

1) Muros de gravedad, son los que tienen en general un perfil trapezoidal y dependen principalmente de su peso propio para asegurar la estabilidad; se hacen generalmente de concreto ciclópeo o aún de piedras y no llevan ningún refuerzo: debe proporcionarse de tal manera que no haya esfuerzos de tracción en ninguna de las secciones; son muros muy económicos para alturas bajas (hasta 3 ó 3.50 metros aproximadamente) (Rodriguez, 2011).

2) Muros de semi-gravedad, son un poco más esbeltos que los anteriores porque se toleran esfuerzos de tracción pequeños que se absorben con pequeñísimas cuantías de refuerzo y que en general pueden resultar aún más económicas que los muros de gravedad para alturas hasta de 4.00 mts (Rodriguez, 2011).

3) Muros de voladizo, son muros en Concreto reforzado cuyo perfil común es el de una T o L y están compuestos por mayoría de los caso, utilizan por lo menos parte del peso del relleno para asegurarse la estabilidad; este es el tipo de muro que con mayor frecuencia se presenta en la práctica del calculista y su utilización resulta económica hasta alturas de 6.00 mts. Aproximadamente (Rodriguez, 2011).

4) Muros con contrafuerte son los que están constituidos por placas verticales que se apoyan sobre grandes voladizos espaciados regularmente que se denominen contrafuertes; este tipo de muro es conveniente cuando las alturas por vencer son en general, mayores de 6.00 mts. (Rodriguez, 2011).

b) Estructuras de retardo

Son estructuras permeables para la protección de riberas las cuales se diseñan en función de la velocidad de la corriente para inducir procesos de sedimentación o acumulación de material en la ribera a proteger,

normalmente se disponen en sentido paralelo al pie del talud mediante la disminución de la velocidad de la corriente (Alanya, 2017). La sedimentación del material se produce después invierte la tendencia erosiva y reemplaza el material arrastrado, provocando también un desplazamiento de la fuerza erosiva de la corriente lejos de la margen a proteger y las estructuras de retardo que más se utilizan son (Alanya, 2017).

- ✓ Tetraedros metálicos (Alanya, 2017).
- ✓ Cercas de madera (Alanya, 2017).
- ✓ Cercas de alambre (Alanya, 2017).
- ✓ Pilotes de madera (Alanya, 2017).

TIPOS DE DEFENSAS RIBEREÑAS

Defensas rústicas. - Son defensas construidas con material de la zona y generalmente en casos de emergencias.

- a) **Muro de concreto:** Pueden ser de concreto armado o concreto ciclópeo. Los muros de concreto armado se construyen con reforzamiento de fierro de 1/2", 3/8" y amarre de 1/4" y se emplea generalmente en puentes, zonas urbanas, etc. (Rodriguez, 2011).
- b) **Muro de material de lecho de río.-** Construido con material extraído del lecho del río, sus dimensiones varían de 10.00 a 14.00 m. en su base mayor, de 3.00 a 4.00m. en su base menor (corona) y de 3.50 a 4.50 m, de altura, son obras costosas (Rodriguez, 2011).
- c) **Muro de material de río enchapado con roca.-** Es un muro con material del lecho del río, reforzado con roca pesada de cantera en su talud mojado (interior), este tipo de defensa también puede llevar en su conformación material de afirmado, el cual le da mayor consistencia y están protegidos para la socavación al pie del talud interior y a una profundidad aproximada hasta 2.00m. de una base de roca pesada

comúnmente llamada uña y de igual forma son obras costosa (Rodriguez, 2011).

d) Enrocado pesado.- Son obras construidas con roca pesada de cantera de buena calidad, las rocas están entre diámetros de 0.70 a 1.20m. y con un peso de hasta de 2.50ton/m³ y generalmente su forma es trapezoidal (Rodriguez, 2011).

CLASIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE DEFENSAS RIBEREÑAS

Las defensas ribereñas son estructuras que se colocan en las márgenes de los ríos para evitar desbordamientos, estas obras se pueden clasificar según el sitio donde se van a construir ya sean en zonas rurales o en zonas urbanas y entre los tipos de obras que se han seleccionado, se tienen los de tipo flexible y los de tipo rígido (Alanya, 2017).

Obras de tipo flexible. - Cuando los suelos ofrecen importantes deformaciones:

Muro de gaviones. - Son paralelepípedos rectangulares contruidos a base de un tejido de alambre de acero, el cual lleva tratamientos especiales de protección como la galvanización y la plastificación; se colocan a pie de obra desarmados y luego es relleno de roca de canto rodado o roca chancada con determinado tamaño y peso específico, este material permite emplear sistemas constructivos sencillos, flexibles, versátiles, económicos y que puedan integrarse al paisaje circundante (Alanya, 2017). Los muros en gaviones representan una solución extremadamente válida desde el punto de vista técnico para construir muros de contención en cualquier ambiente, clima y estación (Alanya, 2017). Tales estructuras son eficientes, no necesitando mano de obra especializada o medios mecánicos particulares, a menudo las rocas para el relleno se encuentran en las cercanías, estas tienen la ventaja de tolerar grandes deformaciones sin perder resistencia. Y se tiene los siguientes tipos de gaviones (Alanya, 2017).

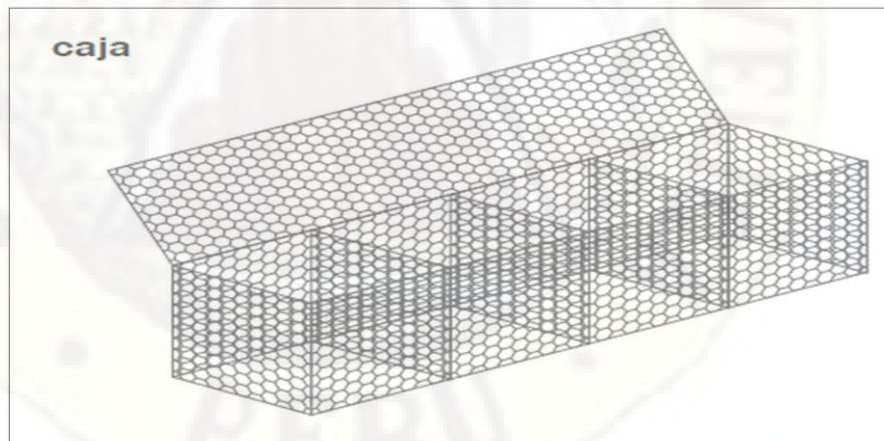
Figura N° 12.- Muro de Gaviones



Fuente: Wikipedia

- a) **Tipo caja.-** Son paralelepípedos regulares de medidas diferentes pero con alturas de 1.0 m a 0.50m; conformados por una malla metálica tejida a doble torsión para ser rellenos en obra con rocas duras y W de peso adecuado (Alanya, 2017) .

Figura 13.- Gavión tipo caja

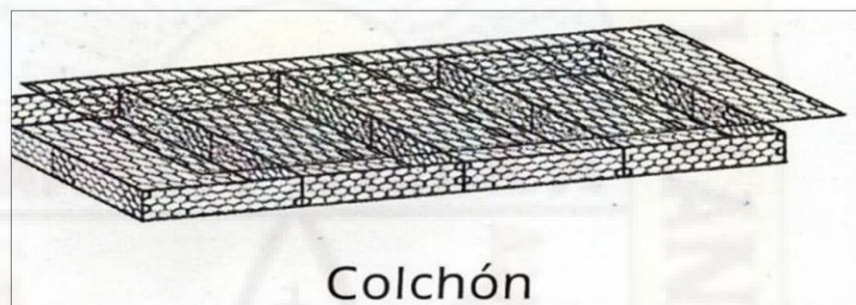


Fuente: Maccaferri

- b) **Gavión tipo colchón.** - Son aquellos cuya altura fluctúa entre 0,17m - 0,30m y de áreas variables. Son construidos en forma aplanada para ser utilizados como revestimiento anti erosivo, anti socavante para uso hidráulico y como base-zócalo (Mejorador de capacidad portante) en la

conformación de muros y taludes, debido a que los colchones están generalmente ubicados en contacto con el agua, con sólidos que arrastran los ríos y sedimentos en general, estos deben tener características tales que les permitan resistir las exigencias físicas y mecánicas como son el impacto, la tracción y la abrasión (Alanya, 2017) .

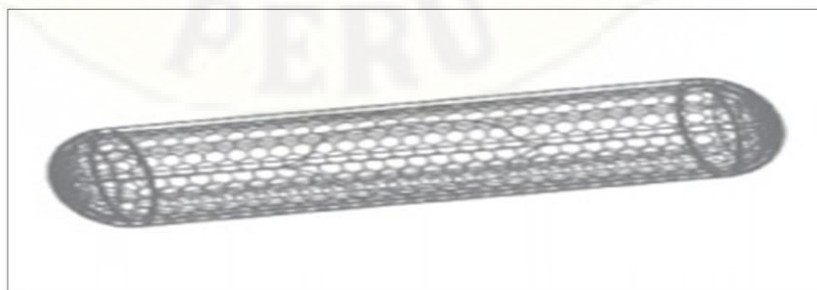
Figura 14.- Gavión tipo colchón



Fuente: Maccaferri

- c) **Gavión tipo saco.-** Son generalmente de forma cilíndrica siendo sus dimensiones variables ya que se conforman para obras de emergencia o de aplicación en lugares de difícil acceso, se arman generalmente fuera de la obra y se deposita en su lugar mediante el uso de maquinaria de izaje; a través de los bordes libres se inserta en las mallas un alambre más grueso para reforzar las extremidades y permitir el ensamblaje del elemento (Alanya, 2017).

Figura 15.- Gavión tipo saco



Fuente: Maccaferri

d) Diques.- Es un terraplén natural o artificial, por lo general de tierra, paralelo al curso de un río, entre los tipos de diques se pueden mencionar: diques artificiales, dique naturales (Alanya, 2017).

Un dique es una construcción para evitar el paso del agua, puede ser natural o construido por el hombre; de tierra, mampostería de piedra, u hormigón; y tanto paralelo como perpendicular al curso de un río o al borde del mar (Alanya, 2017).

Figura N° 16.- Dique



Fuente: Wikipedia

2.3. BASES CONCEPTUALES. -

El término **Base conceptual** se utiliza básicamente en el ámbito de la investigación con carácter científico. Por **base conceptual**, se entiende la representación general de toda la información que se maneja en el proceso de investigación.

LA EROSIÓN.

La erosión comprende el desprendimiento, transporte y posterior depósito de materiales de suelo o roca por acción de la fuerza de un fluido en movimiento. La erosión puede ser generada tanto por el agua como por el viento, como una regla general las regiones con suelos muy erosionables, pendiente alta, clima seco y fuertes vientos pero con lluvias intensas ocasionales, sufren las mayores pérdidas por erosión (Alanya, 2017). Las actividades humanas frecuentemente intensifican o aceleran las ratas erosión, especialmente por la deforestación o la remoción de la capa vegetal, así

como por la concentración de la escorrentía en forma artificial, de los totales de erosión que se producen en el mundo cerca de 1/4 a 1/3 de los sedimentos se transportan hasta el mar y los demás, se depositan en los planos de inundación, los canales de los ríos, los lagos y los embalses (Alanya, 2017).

La erosión es lo más importante en la contaminación del agua en cuanto a volúmenes de contaminantes se refiere; la erosión según Ayres. (2014), depende de cuatro variables principales (Alanya, 2017):

TIPOS DE DEFENSAS RIBEREÑAS

Defensas planificadas.- Son aquellas que se construyen en base a planificación o diseño, su duración e prolongada actúa con mayor eficiencia (Alanya, 2017).

a) Muro de concreto: Pueden ser de concreto armado o concreto ciclópeo. Los muros de concreto armado se construyen con reforzamiento de fierro de 1/2", 3/8" y amarre de 1/4" y se emplea generalmente en puentes, zonas urbanas, etc (Rodriguez, 2011).

Los muros de concreto ciclópeo se construyen con dosificaciones de 1:3:6 y 30% de roca grande con dimensiones de 0.50 a 1.00 m, en su base mayor, y de 0.30 a 0.70 m. en su base menor, con una altura 1.80 a 3.00 m. Su costo es alto y su diseño debe ser cuidadoso. (Rodriguez, 2011).

b) Muro de material de lecho de río.- Construido con material extraído del lecho del río, sus dimensiones varían de 10.00 a 14.00 m. en su base mayor, de 3.00 a 4.00m. en su base menor (corona) y de 3.50 a 4.50m. de altura. Son obras costosas (Rodriguez, 2011).

c) Muro de material de río enchapado con roca.- Es un muro con material del lecho del río, reforzado con roca pesada de cantera en su talud mojado (interior) (Rodriguez, 2011). Este tipo de defensa también puede llevar en su conformación material de afirmado, el cual le da mayor consistencia y están protegidos para la socavación al pie del talud interior y a una profundidad aproximada hasta 2.00m. de una base de roca pesada

comúnmente llamada uña, de igual forma son obras costosa (Rodriguez, 2011).

- d) Enrocado pesado.-** Son obras construidas con roca pesada de cantera de buena calidad, las rocas están entre diámetros de 0.70 a 1.20m. y con un peso de hasta de 2.50ton/m³, generalmente su forma es trapezoidal (Rodriguez, 2011).

2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS:

Hidrología: Ciencia geográfica que se dedica al estudio de la distribución, espacial y temporal, y las propiedades del agua presente en la atmósfera y en la corteza terrestre, esto incluye las precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo, la evapotranspiración y el equilibrio de las masas glaciares (Alanya, 2017).

El diseño de obras hidráulicas: Se define para efectuar estos estudios se utilizan frecuentemente modelos matemáticos que representan el comportamiento de toda la cuenca en estudio, el correcto conocimiento del comportamiento hidrológico de un río, arroyo, o de un lago es fundamental para poder establecer las áreas vulnerables a los eventos hidrometeoro lógicos extremos; así como para prever un correcto diseño de obras de infraestructura vial (Alanya, 2017).

Hidráulica: Rama de la física y la ingeniería que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas de los fluidos; todo esto depende de las fuerzas que se interponen con la masa (fuerza) y empuje de la misma (Alanya, 2017). El primer factor a considerar se refiere al tamaño de la cuenca como factor hidrológico, donde el caudal aportado estará en función a las condiciones climáticas, fisiográficas, topográficas, tipo de cobertura vegetal, tipo de manejo de suelo y capacidad de almacenamiento (Alanya, 2017). Los factores geológicos e hidrogeológicos que influyen en el diseño se refieren a la presencia de aguas subterráneas, naturaleza y condiciones de las rocas permeables y de los suelos: su homogeneidad, estratificación, conductividad hidráulica, compresibilidad, etc. (Alanya, 2017).

Protección de orillas: La protección de orillas son obras de ingeniería dirigidas a proteger los taludes de las orillas y los diques construidos sobre las márgenes de la sección de la corriente (Alanya, 2017).

Revestimientos de orillas: Son un tipo de protección de orillas que cubre en forma continua con materiales resistentes a la erosión, los taludes de las orillas y/o de los diques incluyendo la parte que queda expuesta por efectos de la socavación (Alanya, 2017).

Muro de protección: Es un tipo de protección de orilla en base a muros verticales de contención de tierras, que se utiliza para evitar el deslizamiento de taludes o cuando el espacio es limitado. (Alanya, 2017).

Obra permeable: Es una estructura de encauzamiento discontinua a base de pilotes, conjunto de pilotes u otros elementos separados entre sí, que producen sedimentación por reducción de la velocidad (Alanya, 2017).

Obra sólida (o impermeable): Es una estructura de encauzamiento continua a base de enrocado, bolsas llenas de concreto u otros materiales que le dan una apariencia maciza aunque permite el paso del agua; por lo tanto no es impermeable, debido a su solidez desvía el flujo en la dirección deseada (Alanya, 2017).

Bolsacretos: Son sacos de fibra de polipropileno o geotextil rellenos con mortero, concreto o suelo - cemento; el tamaño de los mismos depende de los requerimientos de cada proyecto en particular (Alanya, 2017). Con estos elementos por superposición se construyen espigones, muros, presas y recubrimientos superficiales (Alanya, 2017).

Hexápodos: Son cubos de concreto que pueden tener diferentes formas pero siempre manteniendo sus seis caras o lados (Alanya, 2017). Superpuestos entre sí forman los denominados espigones o espolone (Alanya, 2017).

Barras: Las barras son depósitos de sedimentos junto a la orilla o dentro del cauce del río (Alanya, 2017). El ancho de la barra tiende a aumentar a medida

que aumenta la rata de erosión en la orilla opuesta, tratando de formarse una curva, la cual al aumentar de tamaño puede convertirse en un meandro (Alanya, 2017).

Sistema de prevención y control: Consisten en estructuras diseñadas sobre la base de los principios de la ingeniería (Alanya, 2017).

Erosión: La erosión es el fenómeno que comprende el desprendimiento y traslado o arrastre de las partículas de suelo por la acción del agua, del viento o de la actividad biológica en general (Alanya, 2017).

Ribera de río: Es el borde de un cuerpo de agua que puede ser grande, como la orilla del mar, o pequeña, como en el caso de los ríos (Alanya, 2017). El término hace referencia a la zona de tierra más cercana al océano, mar, lago, río o quebrada (Alanya, 2017).

Interposición de elementos entre la orilla erosionada y la corriente de agua: es uno de método de protección de las riberas de los ríos y estas pueden ser revestimiento de margen de ríos o de pantalla (Alanya, 2017).

Disminución de la capacidad erosiva de la corriente de agua: es otro método de protección de la erosión de las riberas de los ríos y como estas son los elementos de control de movimiento del flujo de agua (Alanya, 2017).

2.5. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

HIPÓTESIS GENERAL:

Controlar las pérdidas de suelos por erosión hídrica en las riberas del río Lircay en las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km, en el tramo Lircay – Ocopa, mediante estructuras de disipación de energía, permitirán evitar la pérdida de suelos.

HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:

- Las características físicas y mecánicas del suelo de la ribera inciden considerablemente en el desgaste de la ribera del río Lircay, en las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km, en el tramo Lircay – Ocopa, Angaraes - Huancavelica.
- La interposición de un Muro de gaviones controla significativamente el desgaste de las riberas del río Lircay, en las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km, en el tramo Lircay – Ocopa, Angaraes - Huancavelica.

2.6. VARIABLES

✓ VARIABLE INDEPENDIENTE

Diseño de sistema de control de pérdida de suelo por erosión hídrica

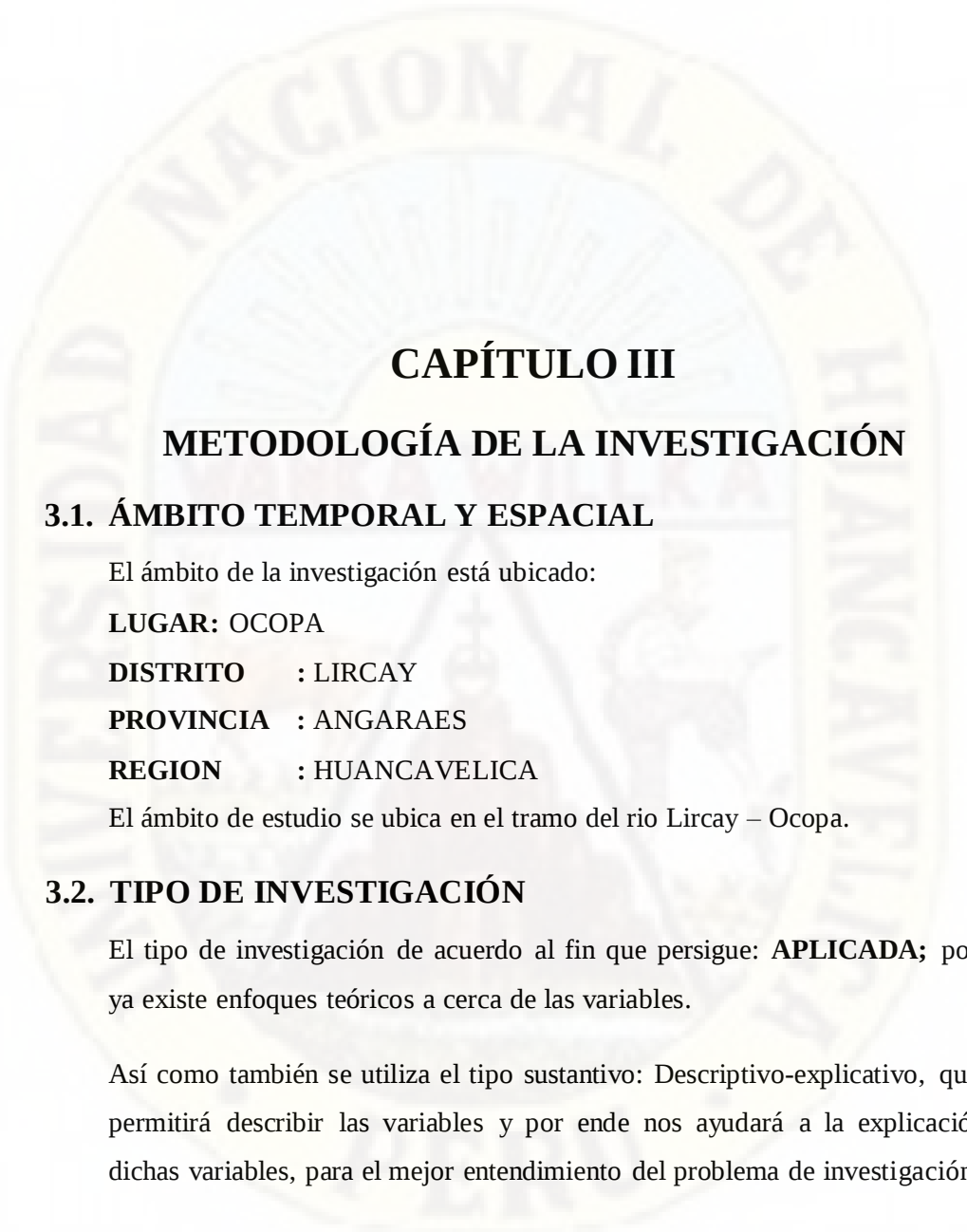
✓ VARIABLE DEPENDIENTE

Deterioro de las riberas del río Lircay, en las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km, en el tramo Lircay – Ocopa.

2.7. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLES	INDICADORES	DIMENSIONES
VARIABLE INDEPENDIENTE Diseño del sistema de control de pérdida de suelo por erosión hídrica.	Capacidad portante del suelo	kg/cm ²
	Cantidad de suelo erosionado (normal o geológica)	tn/ha*año
VARIABLE DEPENDIENTE Deterioro de las riberas del río Lircay, en las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km, en el tramo Lircay – Ocopa.	Cálculo del caudal	m ³ /seg.
	Estructuras de disipación de energía.(muro de gaviones)	und.

Fuente: propia



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ÁMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL

El ámbito de la investigación está ubicado:

LUGAR: OCOPA

DISTRITO : LIRCAY

PROVINCIA : ANGARAES

REGION : HUANCVELICA

El ámbito de estudio se ubica en el tramo del río Lircay – Ocopa.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación de acuerdo al fin que persigue: **APLICADA**; porque ya existe enfoques teóricos a cerca de las variables.

Así como también se utiliza el tipo sustantivo: Descriptivo-explicativo, que nos permitirá describir las variables y por ende nos ayudará a la explicación de dichas variables, para el mejor entendimiento del problema de investigación.

3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio de investigación arribó hasta un **nivel DESCRIPTIVO-EXPLICATIVO**, se realiza cuando se desea describir, en todos sus factores principales, una realidad. Tiene como principal objetivo la descripción de los fenómenos a investigar tal como es y cómo se manifiesta en el momento (presente) de realizarse el estudio y utiliza la observación como método descriptivo buscando especificar las propiedades importantes para medir y evaluar aspectos, dimensiones o componentes.

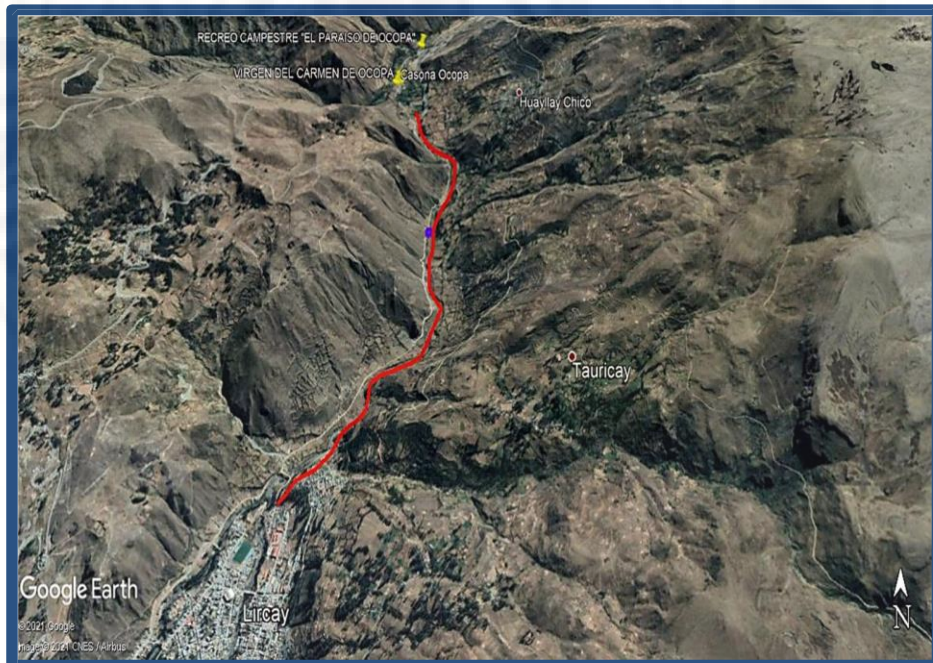
Explicativo, realiza la búsqueda del porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. En este sentido los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas como de los efectos mediante la prueba de hipótesis.

3.4. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

POBLACIÓN

Está formada por la Ribera del Río Lircay, tramo Lircay-Ocopa.

Imagen satelital N° 01. Vista panorámica de la ribera del río Lircay



Fuente: Google Earth

MUESTRA

La muestra que se tomara es entre las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km en un tramo de 40 ml. Aleatoriamente, donde existe problemas de erosión hídrica.

MUESTREO

No Probabilístico, en este caso se trata de un muestro deliberado o intencional.

3.5. INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas para la recolección de datos que se han de utilizar en la ejecución del presente trabajo de investigación serán:

TÉCNICA	INSTRUMENTO
· Observación.	· Instrumentos de observación.
· Medición	· Instrumentos de medición.
· Descripción	· Instrumentos de descripción.

Fuente: Propia

3.6. TÉCNICAS Y PROCESAMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS

Procesamiento

El análisis estadístico se llevará a cabo a través del Software contenido en el Paquete Estadístico; cuyo procedimiento constará de siete pasos:

1ª Revisión bibliográfica a nivel local, regional, nacional e internacional.

2ª Coordinaciones con los propietarios de los terrenos aledaños a la zona de estudio.

3º Elaboración de los instrumentos y su validación.

4ª Los instrumentos de recolección de datos tanto para la variable Sistemas de administración del potencial humano y planeamiento estratégico, se

acondicionará de acuerdo a la realidad. Por consiguiente, se someterá a prueba piloto para la validez de contenido y confiabilidad; este último reflejará una aceptable confiabilidad de nivel alta para su aplicación.

5° Se aplicará los instrumentos con las estrategias diversas como: observación se verificará y registrara in situ el caudal del rio.

6ª La toma de muestras de suelos se realizará en fechas diferentes tanto en condiciones climáticas favorables y desfavorables para poder hacer una comparación entre ellos.

7° Se hará un comparativo entre los análisis de los suelos con la otra.

8° Por último se analizará e interpretaran los datos.

Análisis

Para el análisis e interpretación de datos se desarrollará a través de la aplicación de la estadística descriptiva (cuadros y gráficos estadísticos).

Limitaciones

Por razones económicas el proyecto se ejecutará, por parte de los investigadores; quedando el proyecto de investigación como una propuesta.

El registro de las precipitaciones llegará a ser un limitante ya que no se cuentan con estaciones de registro en la zona donde se realizará la investigación.

Figura 17.- La tesista en el laboratorio de mecánica de suelos.

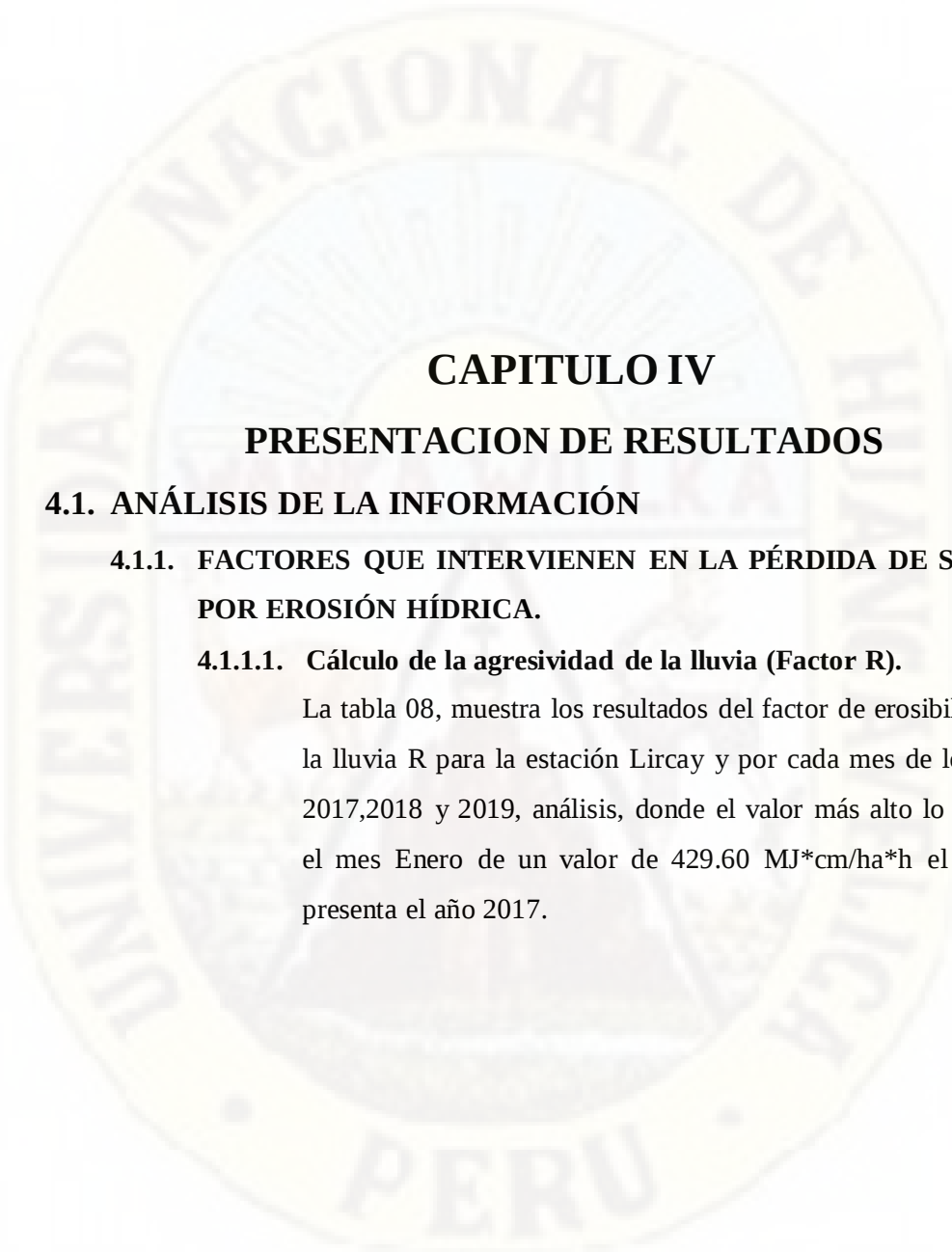


Fuente: propia

Figura 18.- La tesista en el laboratorio de mecánica de suelos.



Fuente: propia.



CAPITULO IV

PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

4.1.1. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA PÉRDIDA DE SUELO POR EROSIÓN HÍDRICA.

4.1.1.1. Cálculo de la agresividad de la lluvia (Factor R).

La tabla 08, muestra los resultados del factor de erosibilidad de la lluvia R para la estación Lircay y por cada mes de los años 2017,2018 y 2019, análisis, donde el valor más alto lo muestra el mes Enero de un valor de 429.60 MJ*cm/ha*h el cual se presenta el año 2017.

Tabla 08. Factor R mensual para la Estación Lircay.

N°	ESTACIÓN	AÑO	MESES	PRECIPITACION MENSUAL	IFM PARA MESES SECOS	IFM PARA MESES HUMEDOS	FACTOR R PARA MESES SECOS	FACTOR R PARA MESES HUMEDOS	FACTOR R MENSUAL
1	Lircay	2017	Enero	7.177	-	1.525	-	4.296	4.296
2			Febrero	6.696	-	1.478	-	4.194	4.194
3			Marzo	4.919	-	0.858	-	2.752	2.752
4			Abril	3.073	-	0.334	-	1.326	1.326
5			Mayo	2.191	0.183	-	2.536		2.536
6			Junio	0.762	0.024	-	1.583		1.583
7			Julio	0.503	0.01	-	1.419		1.419
8			Agosto	0.571	0.013	-	1.46		1.46
9			Setiembre	1.912	0.141	-	2.335		2.335
10			Octubre	2.153	-	0.191	-	0.861	0.861
11			Noviembre	1.382	-	0.077	-	0.426	0.426
12			Diciembre	2.441	-	0.242	-	1.034	1.034
13	Lircay	2018	Enero	3.738	-	0.584	-	2.044	2.044
14			Febrero	4.546	-	0.841	-	2.711	2.711
15			Marzo	4.974	-	0.942	-	2.96	2.96
16			Abril	1.01	-	0.037	-	0.242	0.242
17			Mayo	0.587	0.012	-	1.446		1.446
18			Junio	0.686	0.017	-	1.187		1.187
19			Julio	0.774	0.021	-	1.246		1.246
20			Agosto	1.645	0.097	-	2.101		2.101
21			Setiembre	0.386	0.006	-	1.163		1.163
22			Octubre	2.677	-	0.273	-	1.134	1.134
23			Noviembre	1.116	-	0.05	-	0.305	0.305
24			Diciembre	1.803	-	0.123	-	0.612	0.612
25	Lircay	2019	Enero	4.383	-	0.626	-	2.157	2.157
26			Febrero	6.217	-	1.469	-	4.174	4.174
27			Marzo	6.383	-	2.027	-	5.356	5.356
28			Abril	1.476	-	0.159	-	0.747	0.747
29			Mayo	0.864	0.061	-	1.879		1.879
30			Junio	0.276	0.007	-	1.371		1.371
31			Julio	0.609	0.033	-	1.666		1.666
32			Agosto	0.000	0	-	1.142		1.142
33			Setiembre	0.44	0.018	-	1.52		1.52
34			Octubre	1.361	-	0.184	-	0.836	0.836
35			Noviembre	2.606	-	0.781	-	2.56	2.56
36			Diciembre	6.087	-	1.207	-	3.586	3.586

Fuente: Elaboración propia, en base a datos del SENAMHI y el empleo de la ecuación IFM y el factor R.

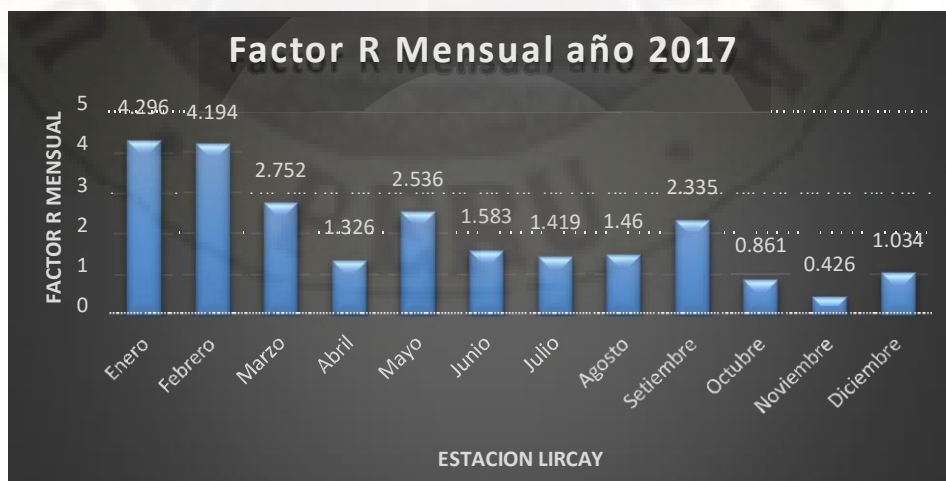
Tabla 09.- Factor R mensual para el año 2017

FACTOR R MENSUAL AÑO 2017	
MESES	FACTOR R MENSUAL
Enero	4.296
Febrero	4.194
Marzo	2.752
Abril	1.326
Mayo	2.536
Junio	1.583
Julio	1.419
Agosto	1.46
Setiembre	2.335
Octubre	0.861
Noviembre	0.426
Diciembre	1.034

Fuente: Elaboración propia, en base a la tabla 08.

La tabla 09 y la figura 19, se aprecian los valores del factor R mensual para el año 2017, donde encontramos que el valor máximo lo muestra el mes de enero con 429.6 MJ*cm/ha*h que es calificado como un valor alto.

Figura 19.- Factor R mensual año 2017



Fuente: Elaboración Propia, a partir de la tabla 09

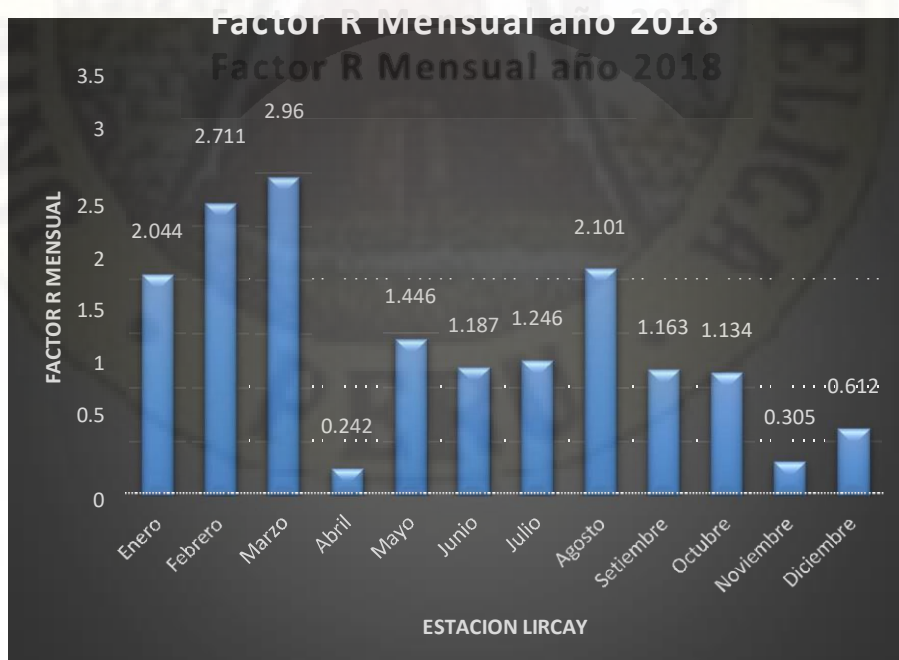
Tabla 10.- factor R mensual para el año 2018

FACTOR R MENSUAL AÑO 2018	
MESES	FACTOR R MENSUAL
Enero	2.044
Febrero	2.711
Marzo	2.96
Abril	0.242
Mayo	1.446
Junio	1.187
Julio	1.246
Agosto	2.101
Setiembre	1.163
Octubre	1.134
Noviembre	0.305
Diciembre	0.612

Fuente: Elaboración propia, en base a la tabla 08.

La tabla 10 y la figura 20, se aprecian los valores del factor R mensual para el año 2018, donde encontramos que el valor máximo lo muestra el mes de marzo con 295.0 MJ*cm/ha*h que es calificado como un valor alto.

Figura 20.- Factor R mensual año 2018



Fuente: Elaboración Propia, basada en la tabla 10.

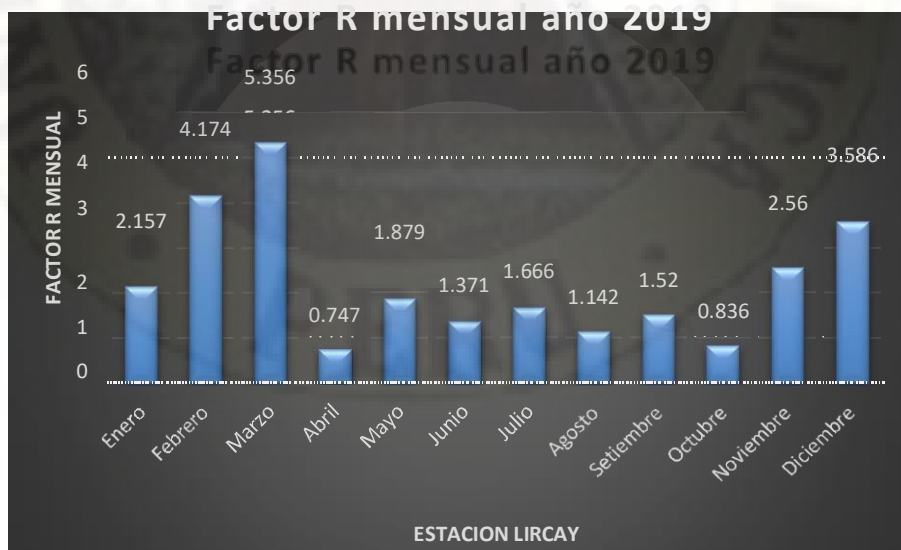
Tabla 11.- Factor R mensual para el año 2019

FACTOR R MENSUAL AÑO 2019	
MESES	FACTOR R MENSUAL
Enero	2.157
Febrero	4.174
Marzo	5.356
Abril	0.747
Mayo	1.879
Junio	1.371
Julio	1.666
Agosto	1.142
Setiembre	1.52
Octubre	0.836
Noviembre	2.56
Diciembre	3.586

Fuente: Elaboración propia, en base a la tabla 8

La tabla 11 y la figura 21, se aprecian los valores del factor R mensual para el año 2018, donde encontramos que el valor máximo lo muestra el mes de marzo con 535.6 MJ*cm/ha*h que es calificado como un valor alto.

Figura 21.- Factor R mensual año 2019



Fuente: Elaboración propia, basada en la tabla 11.

4.1.1.2. Factor de erosionabilidad (K).

Para el cálculo de la erosionabilidad del suelo se aplicó la siguiente fórmula propuesta por (Wischmeier & Smith, 1978).

Para la cual se hicieron 2 muestras que se analizó:

$$0.1313 = 1.2 * [2.1 * 10^{-4} * (1 - MO)^{10} - 12(0.00 + 3.25(S - 2) + 2.5(P - 3)]/100$$

Dónde:

MO : Contenido en materia orgánica (%).

S : Código de la estructura del suelo.

P : Código de permeabilidad.

M : (%limo+%arena muy fina) *(100-%arcilla).

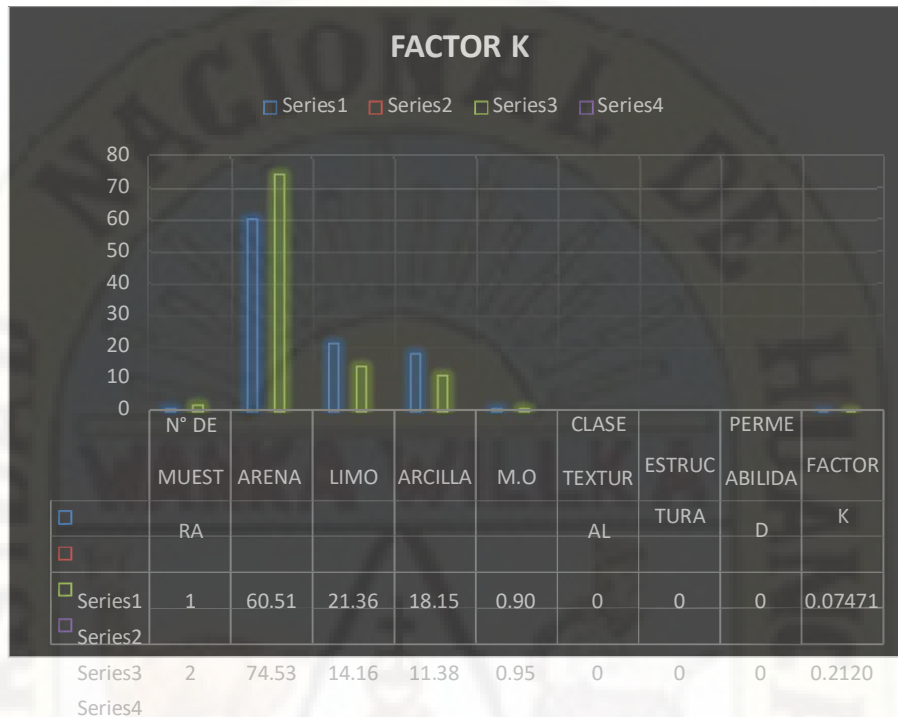
Tabla 12.- Factor de erosionabilidad de suelo (K)

N° DE MUESTRA	ARENA	LIMO	ARCILLA	M.O	CLASE TEXTURAL	ESTRUCTURA	PERMEABILIDAD	FACTOR K
1	60.51	21.36	18.15	0.90	GRAVA MAL GRADUADA	GRANULAR MEDIA	MODERADA	0.07471
2	74.53	14.16	11.38	0.95	ARCILLAS ORGANICAS	GRANULAR FINA	LENTA	0.2120

Fuente: Propia

En la tabla 12 podemos apreciar el valor de factor de erosión para los dos tipos de suelo que se tomó como muestra de la zona a intervenir siendo 0.07471 Tn/ha*MJ/ha*mm/hr el factor de la muestra N01 y 0.2120 Tn/ha*MJ/ha*mm/hr el factor de la muestra N02. El valor final del factor K se obtiene del promedio de las dos muestras siendo el valor de factor K= 0.1433 Tn/ha*MJ/ha*mm/hr.

Figura 22.- Relación entre % materia orgánica, componentes de la textura y el factor K.



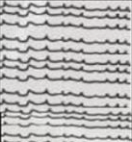
Fuente: Propia.

La figura 22 presenta el porcentaje de contenido de arena, limo, arcilla y materia orgánica en las dos muestras de suelo. Para la muestra de suelo 01 tenemos arena al 60.51%, limo al 21.36%, arcilla al 18.15% y materia orgánica al 0.90%, resultándonos un factor $K=0.07471 \text{ Tn/ha*MJ/ha*mm/hr}$ y para la muestra de suelo 02 tenemos arena al 74.53%, limo al 14.16%, arcilla al 11.38% y materia orgánica al 0.95%, resultándonos un factor $K=0.21201 \text{ Tn/ha*MJ/ha*mm/hr}$.

PERFIL ESTATIGRÁFICO DE LA MUESTRA DE SUELO 01

PERFIL ESTATIGRAFICO					
PROF. (m)	TIPO DE EXCAV.	MUESTRA	SIMB.	DESCRIPCION DEL ESTRATO	CLASIFICACION SUCS
0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50	A CIELO ABIERTO	M-0		SUELO ORGANICO	Pt
		M-1		ARCILLA LIGERA CON GRAVA	GC
		M-2		Grava mal graduado arenoso concopo fino y Grava limosas mezcla grava, arena y limo	GP__GM

PERFIL ESTATIGRÁFICO DE LA MUESTRA DE SUELO 02

PERFIL ESTATIGRAFICO					
PROF. (m)	TIPO DE EXCAV.	MUESTRA	SIMB.	DESCRIPCION DEL ESTRATO	CLASIFICACION SUCS
0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50	A CIELO ABIERTO	M-0		SUELO ORGANICO	Pt
		M-1		Arenas limosas mezclas mal graduadas de arenas y limo, arenas arcillosas mezclas mal graduadas de arena y arcilla color amarillo claro con una humedad natural = 14.56%	SM-SC
		M-2		Arcillas organicas limosas de baja plasticidad	OL

4.1.1.3. Cálculo de cobertura vegetal (Factor C).

La cubierta vegetal es el elemento natural de protección del suelo frente a la fuerza erosiva de las precipitaciones, controlando no sólo la energía con la que llegan las gotas de lluvia a la superficie del terreno, sino la velocidad de la escorrentía superficial. El tipo de cobertura que se ha observado en la microcuenca del río Lircay es:

Tabla 13: Distribución de la cobertura vegetal Microcuenca Río Lircay.

ITEM	TIPO DE COBERTURA	FACTOR C
1	CULTIVOS ANUALES Y HERBACEAS	0.25
2	PASTURAS	0.15
3	ARBOLEADO DENSO	0.001-0.003
4	SUELO DESNUDO	1.00
5	PRADERA HERBACEA	0.001-0.025

Fuente: Elaboración propia.

El factor C de la USLE se recogió esta influencia debida al tipo de vegetación existente, (Wischmeier & Smith, 1978), proporcionan unas tablas de cálculo del factor C. en la microcuenca del Río Lircay. Se observó los diferentes tipos de cobertura que se detallan a continuación.

Tabla 14.- Tipos de cobertura existente en la zona

TIPO DE COBERTURA	DESCRIPCION
CULTIVOS ANUALES Y HERBACEAS	PAPAS, ARBEJAS, HABAS, QUINUA, OCA, ETC.
PASTURAS	TOTORAS, PAJA, ETEC.
ARBOLEADO DENSO	CIPRES, EUCALIPTO, KEÑUA.
SUELO DESNUDO	-
PRADERA HERBACEA	DIENTE DE LEON, ORTIGA, KANLLA, ETEC.

Fuente: Elaboración propia.

El valor final del factor de cobertura vegetal C en la zona de investigación es:

$$C = 0.25$$

4.1.1.4. Cálculo de longitud de pendiente (Factor L).

El valor final de Factor L que nos dio en la herramienta ArcGIS es de: $L = 1.2574$.

4.1.1.5. Cálculo de grado de pendiente (Factor S).

El valor final de factor S que nos dio en La herramienta ArcGIS es de:

$$S = 0.0015098$$

4.1.1.6. Cálculo de prácticas de conservación de suelo (Factor P).

El valor que se asignó para prácticas de conservación de suelos es 1 valor obtenido de la tabla 13 Valores para prácticas conservacionistas, el Factor P, por lo que en la zona del proyecto de investigación no se realizan prácticas de conservación de suelos.

Tabla 15.- Código USLE de permeabilidad del suelo

CODIGO USLE	CATEGORIA DE PERMEABILIDAD
1	Rápida (más de 12.7 cm/h)
2	Moderada a rápida (6.3 a 12.7 cm/h)
3	Moderada (entre 2 y 6.3 cm/h)
4	Lenta a moderada (entre 0.5 y 2 cm/h)
5	Lenta (entre 0.13 y 0.5 cm/h)
6	Muy lenta (menor a 0.13 cm/h)

Fuente: (Wischmeier & Smith,)

Para el cual como no hay prácticas de suelo de conservación en toda la microcuenca el valor que se dará para toda la microcuenca es, según los valores de conservacionista de suelo. $P = 1$

Resultado final de la pérdida de suelo aplicación de la formula final (USLE).

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

✓ A : Pérdida anual de suelo (t/ha*año).

✓ R : 535.60 (MJ/ha*mm/hr)/año

✓ K : 0.1433 (Tn/ha*MJ/ha*mm)hr)

✓ L : 1.2574

✓ S : 1.8941

✓ C : 0.25

✓ P : 1.00

$$1 * 0.25 * 1.8941 * 1.2574 * 0.1433 * 535.60 = 45.6986$$

$$A = 45.6986 \text{ (Tn/ha*año)}$$

El valor final de la pérdida de suelo es 45.6986 (Tn/ha*año) es decir que es moderada según la tabla N° 16.

Tabla 16: Tasa de erosión hídrica

NIVEL DE EROSION	Tn/Ha*año
NULA A LEVE	< 10
MODERADA	10-50
FUERTE	50-200
MUY FUERTE	> 200

Fuente: FAO Y UNESCO, 1981.

4.1.2. DETERMINAR EL CAUDAL MÁXIMO DEL RÍO LIRCAY EN EL TRAMO 3+250KM HASTA 3+290KM.

Cuadro N° 02. Caudal máximo para diferentes períodos de retorno

MÉTODO DE FULLER										
CAUDAL DE DISEÑO (m ³ /s)	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9	157.9
REA HUMEDA DE CUENCA (km ²)	1609.6	1609.6	1609.6	1609.6	1609.6	1609.6	1609.6	1609.6	1609.6	1609.6
PERIODO DE RETORNO (años)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
CAUDAL MÁXIMO (m ³ /s)	466.07	579.04	645.13	692.02	728.39	758.11	783.23	805.00	824.20	841.37

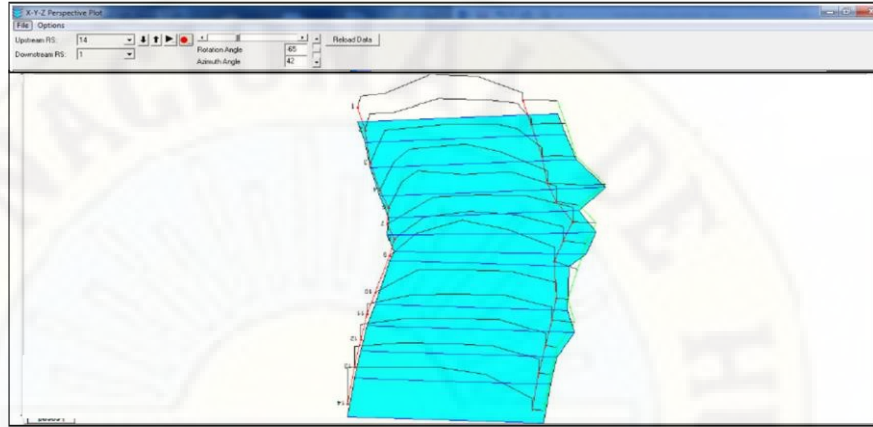
Fuente: Elaboración propia.

El cuadro se aprecia que teniendo como base el caudal de diseño del río Lircay de 157.90m³/seg, también se realizó la identificación del área de acumulación de precipitaciones en el programa ArcGis siendo este valor 1609.6km² y de acuerdo a los caudales encontrados con diferentes periodos de retorno se determinó el caudal máximo igual a 841.37m³/seg.

a. Simulación de flujo a través del tramo de estudio. - Simulación para el caso sin defensa ribereña, Teniendo en cuenta el caudal de máximas avenidas para el período de retorno de diseño, se muestra los resultados de la simulación en forma completa a través del programa HEC-RAS 4.1.

Se muestra las secciones transversales a cada 5 metros, luego de transitado el caudal de máximas avenidas para el período de diseño de 50 años, realizado en el programa HEC-RAS 4.0, en el que se puede observar claramente que el margen izquierdo del río Lircay, queda inundada cuando transita el caudal de diseño, considerando necesario la instalación de una defensa ribereña en una longitud de 40m.

Imagen satelital N° 01. Simulación de flujo de agua con un caudal máximo 841.37m3/seg



Fuente: Programa HEC-RAS 4.0

- b. Riesgo de falla – periodo de vida útil.** - El cálculo del período de vida útil se determinó mediante el método probabilístico recomendado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Este método relaciona el riesgo de la falla de obra R, el período de retorno T y los años de vida útil “n” en la siguiente formula.

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

Considerando una vida útil de 25 y 50 años se estimaron los factores de riesgo para períodos de retorno de 50, 100 y 500 años, este resultado se presenta en la tabla N° 17.

Imagen N°02: Probabilidad de falla para una obra cuya vida útil es de 25 o 50 años para períodos de retorno de 50, 100 y 500 años

Vida útil (años)	Período de retorno (años)		
	50	100	500
25	39.65%	22.22%	4.88%
50	63.58%	39.50%	9.52%

Fuente: (Torres, 2009)

4.1.3. MUROS DE DISIPACIÓN DE ENERGÍAS (MURO DE GAVIONES) PARA EL CONTROL DE EROSIÓN EN LAS RIBERAS DEL RIO LIRCAY.

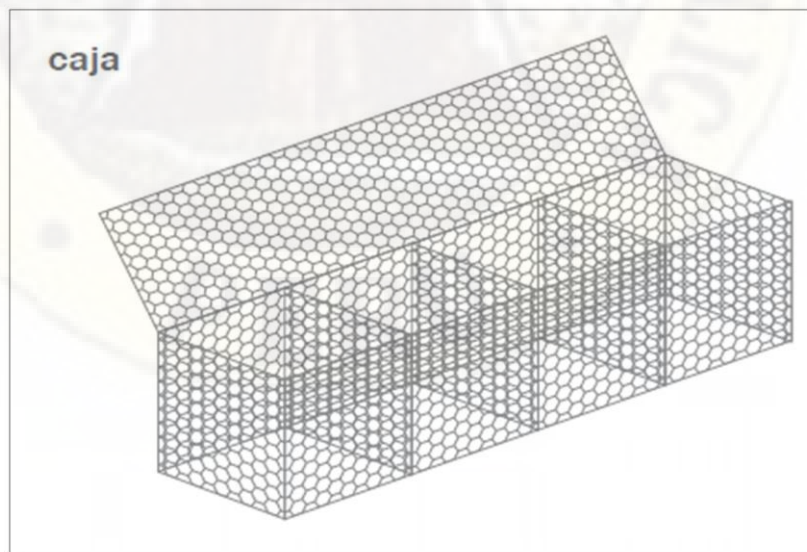
Obra de disipación de energía.

Las estructuras de disipación de energía es una parte importante de la obra de excedencia que tiene por objeto disipar la energía cinética que el agua adquiere en su caída desde el vaso hasta un sitio adecuado en el fondo del cauce, donde no genere problemas de erosión o socavación y estas estructuras se plantearán para que el agua, que sale del cauce natural de descarga, se aleje lo máximo posible, dentro de lo económico, de la cortina o de alguna estructura complementaria.

Muro de gaviones.

Los muros de gaviones consisten en una caja de forma prismática rectangular de malla de alambre de triple torsión, rellena de piedras. Este tipo de presa sirve como protección contra la erosión. Sus dimensiones pueden ser variadas dependiendo del tamaño de la cárcava, pero se recomienda para aquellas alturas mayores de 2.00m.

Figura 23.- Detalle de un gavión (a) y alambre de triple torsión galvanizado (b).



Fuente: (Lopez Martinez & Oropeza Mota, 2009).

Así, un gavión queda definido por medio de sus dimensiones (largo, ancho y alto), el tamaño de sus mallas y el grueso del alambre que lo constituye. Las dimensiones de los gaviones son variables, pero en general, se utilizan con mayor frecuencia las que aparecen en el Tabla 17.

Tabla 17.- Medidas comerciales de gaviones.

CODIGO	DIMENSIONES			VOLUMEN (M3)
	LARGO	ANCHO	ALTURA	
A	2.00	1.00	1.00	2.00
B	3.00	1.00	1.00	3.00
C	4.00	1.00	1.00	4.00
D	2.00	1.00	0.50	1.00
E	3.00	1.00	0.50	1.50
F	4.00	1.00	0.50	2.00
G	2.00	1.00	0.30	0.60
H	3.00	1.00	0.30	0.90
I	4.00	1.00	0.30	1.20
J	1.50	1.00	1.00	1.50

Fuente: (Lopez Martinez & Oropeza Mota , 2009)

El grosor o sección del alambre del gavión que forma la malla está en función del tamaño de la misma, de tal manera que cuanto mayor es el grueso del alambre, mayor será el tamaño de la malla. Las medidas más usuales de estos alambres y las mallas que forman el gavión se muestran a continuación:

Tabla 18.- Características de la malla de alambre

CARACTERISTICAS DE LA MALLA DE ALAMBRE	
DIAMETRO DEL ALAMBRE(mm)	TAMAÑO DE LA MALLA(cm)
2.00	5x7
2.40	8x10
3.00	12x14

Fuente: (Lopez Martinez & Oropeza Mota, 2009).

Elementos para el diseño de muro de gaviones.

Diseño de los muros depende de la meta para el cual se ejecuten para este caso, simplemente es un tratamiento para estabilizar y evitar el crecimiento de la erosión en las riberas del río Lircay.

Los muros de gaviones por lo general se utilizan en las riberas de los ríos con dimensiones mayores a los 2 metros de ancho y 2.5 metros de profundidad o más.

En el diseño de las presas es necesario dimensionarlas hidráulica y estructuralmente en cuanto a su altura, espaciamiento, empotramiento, vertedor y colchón hidráulico.

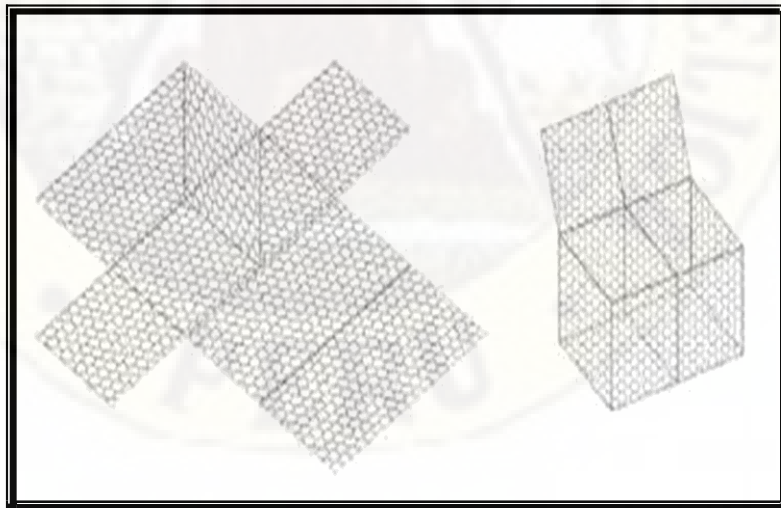
Procedimiento de construcción de los muros de gaviones.

Existen variados tamaños de gaviones (en largo, ancho y alto), así como diferentes tamaños de malla y grosores de alambre.

Para la elaboración de los muros de gaviones tendrán que seguir los siguientes pasos:

Primer paso. Se desenvuelven y despliegan cada uno de los gaviones, desdoblando sus partes, cuidando que queden uniformes (Figura 24).

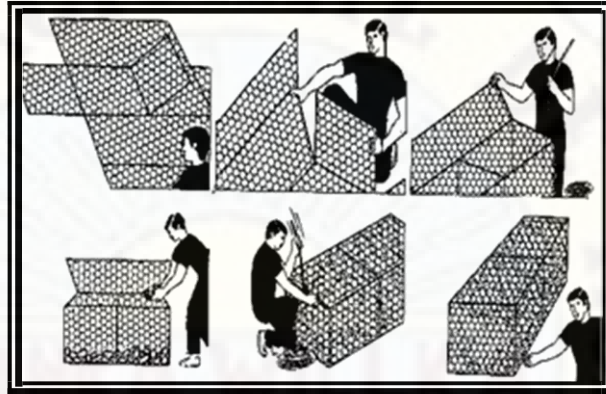
Figura 24: Despliegue de gaviones.



Fuente: (Cuevas Flores et al., 2007)

Segundo paso. Se inicia con armar el gavión uniando los extremos con alambre galvanizado y cuidando que queden en escuadra para darle una forma rectangular.

Figura 25.- Armado de gaviones.



Fuente: (Cuevas Flores et al., 2007)

Tercer paso. Al inicio en el lugar donde se coloque el gavión, perpendicular a la dirección del talud, se deberá abrir un cimientado de donde se habrá de colocar el gavión. Las dimensiones de la cimentación dependerán del tamaño del muro (Figura 26).

Figura 26.- Colocación de gaviones



Fuente: (Cuevas Flores)

Cuarto paso. Teniendo armado el gavión, se lleva para ser colocado en la zanja abierta para el cimiento. Ahí se unen los distintos gaviones entre si antes de ser llenados y se conforma una sola unidad.

Quinto paso. Una vez puestos en el lugar y unidos los gaviones de la primera hilera, se procede a llenarlos con piedra y se colocara por capas para que tengan uniformidad.

Figura 27.- Colocación de grava en gaviones



Fuente: (Cuevas Flores)

Sexto paso. Conforme se va relleno cada gavión con la piedra, se deben colocar tensores del mismo alambre galvanizado, a un tercio o dos tercios de su altura, sujetándose de las partes laterales de los cajones del gavión, para dar mayor resistencia a la deformación.

Séptimo paso. Al colocar la piedra, es muy importante que vaya quedando compactada y con el menor número de huecos posibles para dar el mayor peso específico a la obra sin sobrepasar el límite del gavión. Si es necesario, los huecos que queden se deben rellenar con piedra de menor diámetro. Para rellenar los armazones se puede coleccionar piedra de algún área cercana a donde se realiza la obra.

Octavo paso. Una vez puesto y relleno el primer gavión, se colocan los siguientes, uniéndolos entre sí con alambre galvanizado. Así se

hacen todas las hiladas que sean necesarios, dependiendo de las dimensiones de la presa.

Noveno paso. Cuando se termina el relleno, se procede a cerrar el gavión con la tapa que debe contener, con alambre galvanizado. Para ello, es posible auxiliarse con una barra para hacer palanca y para que la tapa llegue a la cara del gavión. Se recomienda hacer puntos de amarre cada 30 centímetros aproximadamente y en seguida se cose a lo largo del mismo.

Décimo paso. El muro puede construirse de gaviones de menor altura; la dimensión depende de la cantidad de escurrimientos superficiales esperados.

Figura 28.- Armado y Colocación de gaviones



Fuente: (Cuevas Flores)

Undécimo paso. El muro de gaviones que se forma durante la colocación de la última hilera de la base principal.

Figura 29.- Muro de gaviones.



Fuente: (Cuevas Flores)

Funcionabilidad de un muro de gaviones.

- ✓ Actúan como presas filtrantes que permiten el flujo normal del agua y la retención de los sedimentos.
- ✓ Retardan la velocidad del escurrimiento y su poder erosivo.
- ✓ Reduce la erosión hídrica en las riberas.
- ✓ Retenerlos sedimentos
- ✓ Se consolida el fondo de los muros de gaviones ya que evita su crecimiento.
- ✓ Benefician la retención e infiltración de agua y la recarga de acuíferos.

Ventajas y desventajas:

- ✓ Se muestra una amplia adaptación y las condiciones son fáciles de construir en zonas con abundante agua.
- ✓ Se desempeñan como presas filtrantes que permiten el flujo normal del agua y la retención de los sedimentos.
- ✓ Son estructuras flexibles y pueden sufrir deformaciones sin perder eficiencia.
- ✓ Se consideran las cajas de gaviones para que se formaran una sola estructura para tener mayor resistencia al volteo y al deslizamiento.

- ✓ Se consideran un valor relativamente superior, en comparación con otras estructuras de derivación.
- ✓ Se considera una eficiencia alta y duración de 5 años mas.

GEOTEXTILES

Los Geotextiles son geoestructuras que van a acompañadas de los siguientes elementos para su correcto funcionamiento:

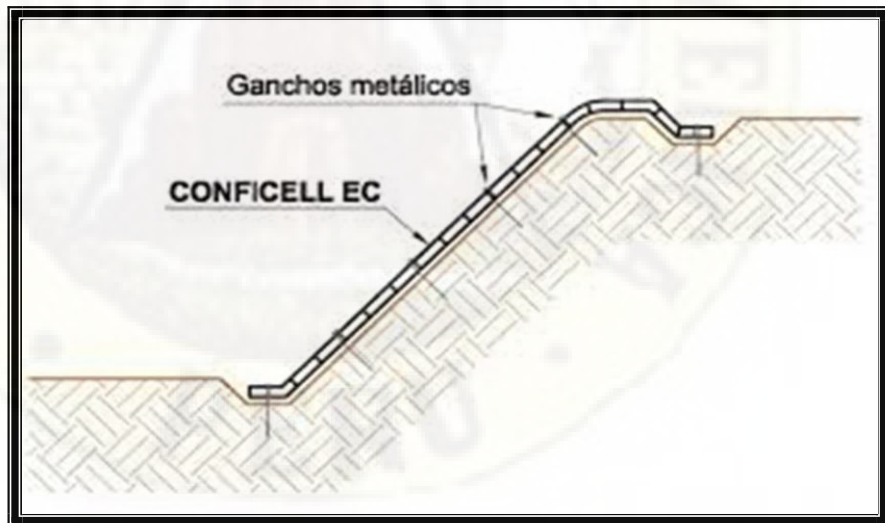
Manto antisocavación:

Se trata de un manto que se extiende hasta la longitud recomendada (Le =Longitud efectiva) para proteger de la socavación el sistema y en toda la longitud de la geoestructura.

Puerto de llenado

Son mangas de 12 pulgadas de diámetro cosidas de fábrica a la parte superior de la Geoestructura. Estas mangas son conectadas a la tubería que de descarga del slurry (agua – arena). Los puertos son fabricados del mismo material que la geoestructura.

Figura 30.- Sección transversal de unión del talud y el geotextil.



Fuente: Las tesis

Eslinas de amarre

Son argollas fabricadas de nylon van colocadas a lo largo de la geoestructura. Se deberá anclar la geoestructura con un cordel de

polipropileno de ½” a estacas de madera o metálicas con el fin de darle estabilidad en el proceso de llenado.

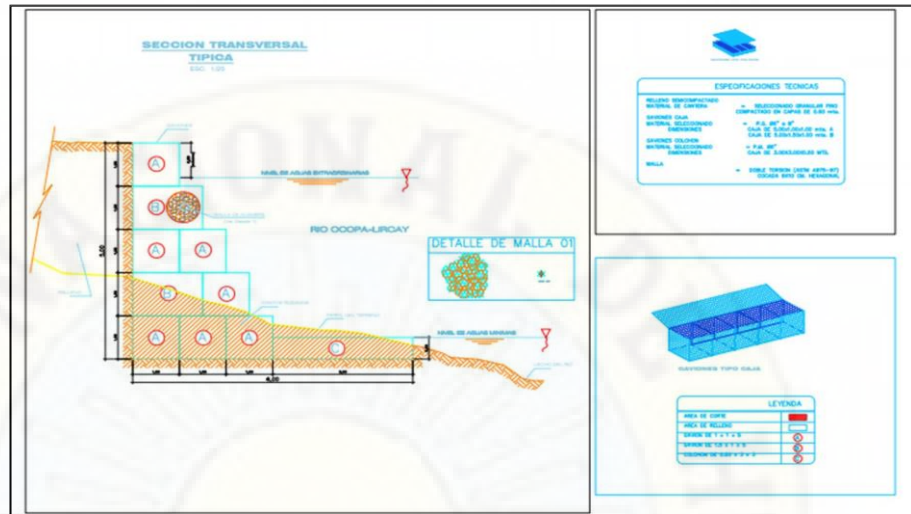
Debido a que las geoestructuras, sólo necesitan agua y arena como materia prima para su relleno, materiales existentes en la zona, se eligió esta opción para solucionar el problema del Puente Tahuamanu.

Para el diseño del tipo Geotextil Tejido de Alto Módulo a usar en el muro de gaviones para estar entre el talud de la ribera y el muro de gaviones se tienen que tener en cuenta los siguientes factores:

- Presentar una permeabilidad suficiente para aliviar el exceso de presión de agua.
- Retener el material de llenado.
- Resistir las presiones de llenado.
- Resistir las fuerzas de abrasión durante las operaciones de llenado.
- Sobrevivir a los procesos de instalación.
- Resistencia al punzonamiento y al rasgado.

Los resultados obtenidos una vez realizados los cálculos y el Análisis Granulométrico del material a usar para el slurry, nos dio como resultado la utilización de un Geotextil Tejido de Alto Módulo con una resistencia de 175 kN/m, el cual tiene un TAA de 0.425 mm, siendo este mayor al TAA de la arena a utilizar en el slurry, se optó por la utilización de un geotextil no tejido como “forro” el cual tenía un TAA de 0.20 mm con lo cual se cumplía con las dos condiciones necesarias para la aplicación de esta tecnología.

Figura 31.- Sección transversal típica de los muros de gaviones con geotextiles.



Fuente: Las tesisas.

4.1.4. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE LOS SUELOS 01-02

Con este análisis se calculará la capacidad portante del suelo para el diseño del muro de contención.

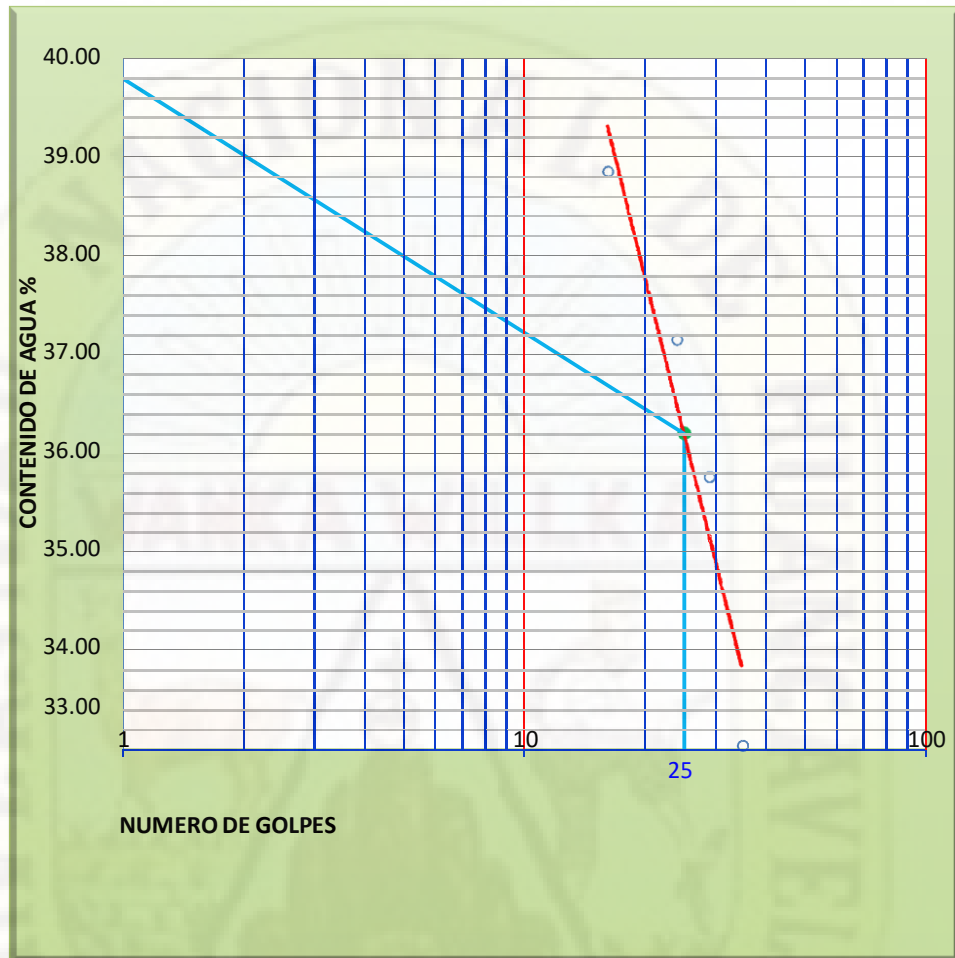
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA DE SUELO 01

N° DE PRUEBA		1	2	3
N° TARRO	UND.	L-7	L-8	L-9
Peso Del Tarro	Gr.	30.00	31.00	30.00
Tarro + Muestra Humedo	Gr.	112.00	115.00	116.00
Tarro + Muestra Seco	Gr.	102.00	105.00	106.00
Peso del Agua Contenida	Gr.	10.00	10.00	10.00
Peso De la Muestra Seca	Gr.	72.00	74.00	76.00
% De Humedad	Gr.	13.889	13.514	13.158
HUMEDAD PROM. (%)		13.520		

LÍMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA DE SUELO 01

LIMITES DE CONSISTENCIA							
	LIMITE PLASTICO			LIMITE LIQUIDO			
PRUEBA N°	1	2	3				
FRASCO N°	J-3	J-4		L-6	L-7	L-8	L-9
N° DE GOLPES				35	29	24	16
W FRASCO + S. HUMEDO (gr)	33.5 0	37.1 0		59.0 0	58.1 0	53.6 0	54.30
W FRASCO + S. SECO (gr)	32.6 0	35.6 0		51.8 0	50.7 0	47.1 0	47.50
PESO DEL AGUA (gr)	0.90	1.50		7.20	7.40	6.50	6.80
PESO DEL FRASCO (gr)	30.0 0	31.3 0		30.0 0	30.0 0	29.6 0	30.00
PESO DEL SUELO SECO (gr)	2.60	4.30		21.8 0	20.7 0	17.5 0	17.50
CONTENIDO DE HUMEDAD (gr)	34.6 2	34.8 8		33.0 3	35.7 5	37.1 4	38.86

DIAGRAMA DE FLUIDEZ

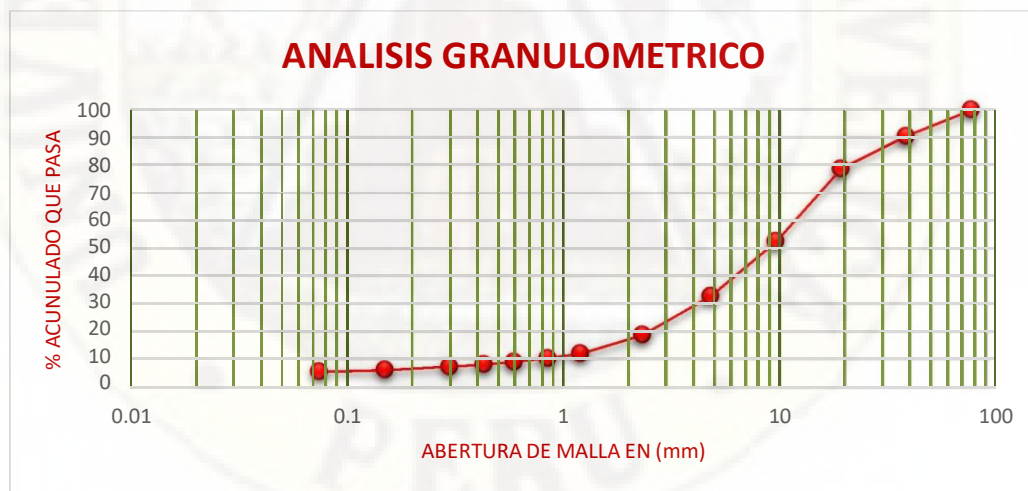


LÍMITES DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA

LIM. LÍQUIDO (%)	LL	=	36.19
LIM. PLÁSTICO (%)	LP	=	34.8
IND. PLÁSTICO (%)	IP	=	1.44
CONTENIDO DE HUMEDAD	W _n :	=	13.52
GRADO DE CONSISTENCIA	K _w :	=	15.74
GRADO DE CONSISTENCIA			

ANÁLISIS GRANULOMETRICO DE LA MUESTRA DE SUELO 01

ASTM	malla mm	Peso retenido (gr.)	Peso corregido (gr)	% parcial retenido	ACUMULADO	
					% Retenido	% que Pasa
3"	76.2	0	0	0	0	100
1 1/2"	38.1	460	460	9.388	9.388	90.612
3/4"	19.05	576	576	11.755	21.143	78.857
3/8"	9.525	1282	1282	26.163	47.306	52.694
#4	4.76	960	960	19.592	66.898	33.102
#8	2.3	684	684	13.959	80.857	19.143
#16	1.19	330	330	6.735	87.592	12.408
#20	0.84	80	80	1.633	89.225	10.775
#30	0.59	64	64	1.306	90.531	9.469
#40	0.426	48	48	0.98	91.511	8.489
#50	0.297	36	36	0.735	92.246	7.754
#100	0.149	60	60	1.224	93.47	6.53
#200	0.074	32	32	0.653	94.123	5.877
platillo x lavado		218	288	5.878	100	0
platillo x tamizado		70				



CLASIFICACIÓN SUCS DE LA MUESTRA DE SUELO 01

CLASIFICACION DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S.()	Muestra N°:	1
	Calicata N°	C-1
	Potencia:	1.5 m

% Que pasa malla N°200	5.877	D10:	0.692
% Que pasa malla N°4	33.102	D30:	4.213
Limite liquido LL:	36.19	D60:	12.185
Limite plastico LP:	34.75	Cu:	17.608
Indice de plasticidad IP:	1.44	Cc:	2.105

Tipo de suelo según su granulometría:	SUELO GRUESO
Tipo de simbología:	Simbología Simple
Tipo de suelo:	GP __ GM
Suelo:	Grava mal graduado arenoso con copo fino y Grava limosas mezcla grava, arena y limo
Carateristica del suelo	GP __ GM

CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE LA MUESTRA DE SUELO 01

CLASIFICACION DE SUELOS		GP __ GM			
COHESION:		C=	0.01 Kg/cm2	Nq=	7.94
ANGULO DE FRICCION:		ϕ =	22.2 °	Nc=	17.05
PESO UNITARIO DEL SUELO SOBRE EL NIVEL DE FUNDACION		γ_m =	1.6 gr/cm3	Ny=	7.28
PESO UNITARIO DEL SUELO BAJO EL NIVEL DE FUNDACION		γ_m =	1.65 gr/cm3	Sy =	0.60
ANCHO DE LA CIMENTACION		B =	1 m	sq =	1.41
LARGO DE LA CIMENTACION		L =	1 m	Sc=	1.47
PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACION		Df =	1 m		
FACTOR DE SEGURIDAD		ES =	3		
$q_{ult} = C N_c S_c + \frac{1}{2} \gamma B S_y N_y + \gamma D_f S_q N_q$					
CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA		q(ult)=	2.232 Kg/cm2		
CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA		q(adm)=	0.74 kg/cm2		
$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2(45^\circ + \frac{\phi}{2})$ $N_y = 2(N_q + 1) \tan \phi$ $N_c = (N_q - 1) / \tan \phi$					

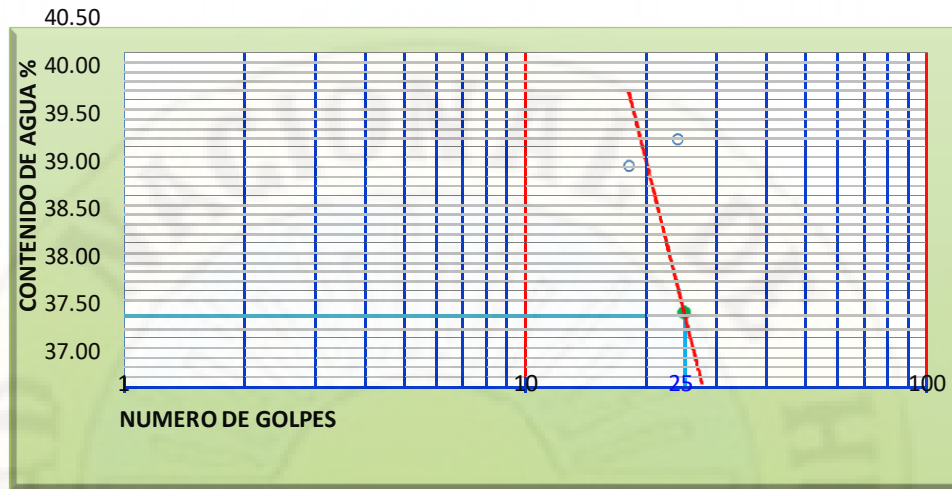
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA DE SUELO 02

CONTENIDO DE HUMEDAD(N.T.P:-339.127)		Muestra N°: 2		
		Calicata N° C-2		
		Potencia: 1.5m		
N° DE PRUEBA		1	2	3
N° TARRO	UND.	L-7	L-8	L-9
Peso Del Tarro	Gr.	81.00	72.00	60.00
Tarro + Muestra Humedo	Gr.	312.00	322.00	284.00
Tarro + Muestra Seco	Gr.	280.00	287.00	244.00
Peso del Agua Contenida	Gr.	32.00	35.00	40.00
Peso De la Muestra Seca	Gr.	199.00	215.00	184.00
% De Humedad	Gr.	16.08	16.279	21.739
HUMEDAD PROM. (%)		18.033		

LÍMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA DE SUELO 02

LIMITES DE CONSISTENCIA							
	LIMITE PLASTICO			LIMITE LIQUIDO			
	1	2	3				
PRUEBA N°	1	2	3				
FRASCO N°	J-3	J-4		L-6	L-7	L-8	L-9
N° DE GOLPES				38	29	24	18
W FRASCO + S. HUMEDO (gr)	31.90	32.90		67.20	69.20	63.90	65.30
W FRASCO + S. SECO (gr)	31.50	32.25		59.30	60.50	56.10	57.20
PESO DEL AGUA (gr)	0.40	0.65		7.90	8.70	7.80	8.10
PESO DEL FRASCO (gr)	30.00	30.00		36.40	36.50	36.40	36.60
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1.50	2.25		22.90	24.00	19.70	20.60
CONTENIDO DE HUMEDAD (gr)	26.67	28.89		34.50	36.25	39.59	39.32

DIAGRAMA DE FLUIDEZ

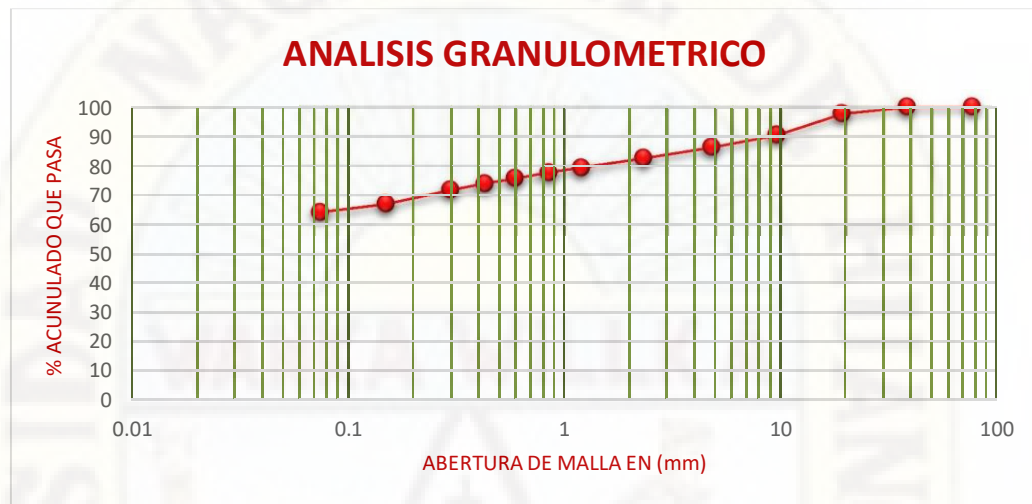


LÍMITES DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA			
LIM. LÍQUIDO (%)	LL	=	37.77
LIM. PLÁSTICO (%)	LP	=	27.8
IND. PLÁSTICO (%)	IP	=	9.99
CONTENIDO DE HUMEDAD	Wn:	=	18.03
GRADO DE CONSISTENCIA	Kw:	=	1.98
GRADO DE CONSISTENCIA			

ANÁLISIS GRANULOMETRICO DE LA MUESTRA DE SUELO 02

ASTM	malla mm	Peso retenido (gr.)	Peso corregido (gr)	% parcial retenido	ACUMULADO	
					% Retenido	% que Pasa
3"	76.2	0	0	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	0	0	100
3/4"	19.05	50	50	2.273	2.273	97.727
3/8"	9.525	158	158	7.182	9.455	90.545
#4	4.76	92	92	4.182	13.637	86.363
#8	2.3	80	80	3.636	17.273	82.727
#16	1.19	72	72	3.273	20.546	79.454
#20	0.84	36	36	1.636	22.182	77.818
#30	0.59	42	42	1.909	24.091	75.909
#40	0.426	40	40	1.818	25.909	74.091

#50	0.297	46	46	2.091	28	72
#100	0.149	106	106	4.818	32.818	67.182
#200	0.074	60	60	2.727	35.545	64.455
platillo x lavado		1332	1418	64.455	100	0
platillo x tamizado		86				



CLASIFICACIÓN SUCS DE LA MUESTRA DE SUELO 02

CLASIFICACION DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S.()		Muestra N°:	2
		Calicata N°	C-2
		Potencia:	1.5m
% Que pasa malla N°200	64.455	D10:	0.011
% Que pasa malla N°4	86.363	D30:	0.034
Limite liquido LL:	37.77	D60:	0.069
Limite plastico LP:	27.778	Cu:	6.273
Indice de plasticidad IP:	9.99	Cc:	1.523
Tipo de suelo según su granulometria:		SUELO FINO	
Tipo de simbologia:		Simbologia Simple	
Tipo de suelo:		OL	
Suelo:		Arcillas organicas limosas de baja plasticidad	
Carateristica del suelo		OL	

CAPACIDAD PORTANTE DE SUELO DE LA MUESTRA DE SUELO 02

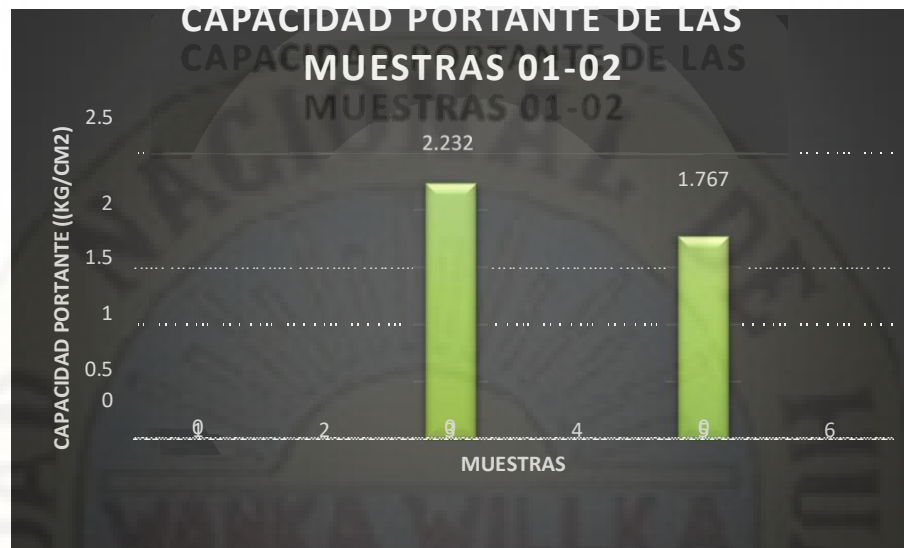
CLASIFICACION DE SUELOS				OL					
COHESION:				C=	0.297	Kg/cm2	Nq=	4.92	
ANGULO DE FRICCION:				ϕ =	17.32	°	Nc=	12.57	
PESO UNITARIO DEL SUELO SOBRE EL NIVEL DE FUNDAC				γ_m =	1.6	gr/cm3	Ny=	3.69	
PESO UNITARIO DEL SUELO BAJO EL NIVEL DE FUNDACIO				γ_m =	1.65	gr/cm3	Sy =	0.60	
ANCHO DE LA CIMENTACION				B =	1	m	sq =	1.31	
LARGO DE LA CIMENTACION				L =	1	m	Sc=	1.39	
PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACION				Df=	1	m			
FACTOR DE SEGURIDAD				ES =	3				
$q_{ult} = CN_c S_c + \frac{1}{2} \gamma B S_y N_y + \gamma D_f S_q N_q$									
CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA				q(ult)=	1.767	Kg/cm2			
CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA				q(adm)=	0.59	kg/cm2			
$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$ $N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$ $N_c = (N_q - 1) / \tan \phi$									

Tabla 19.- Capacidad portante del suelo de las muestras 01-02

MUESTRAS	CAPACIDAD PORTANTE (Kg/cm2)
M-01	2.232
M-02	1.767

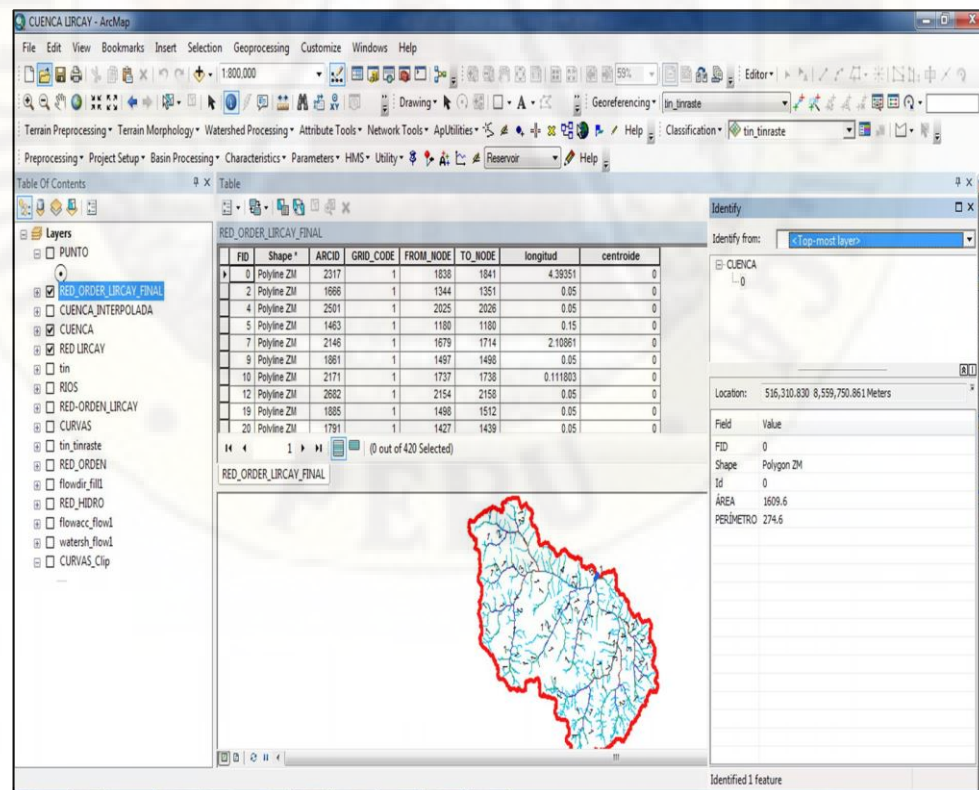
Fuente: Elaboración Propia.

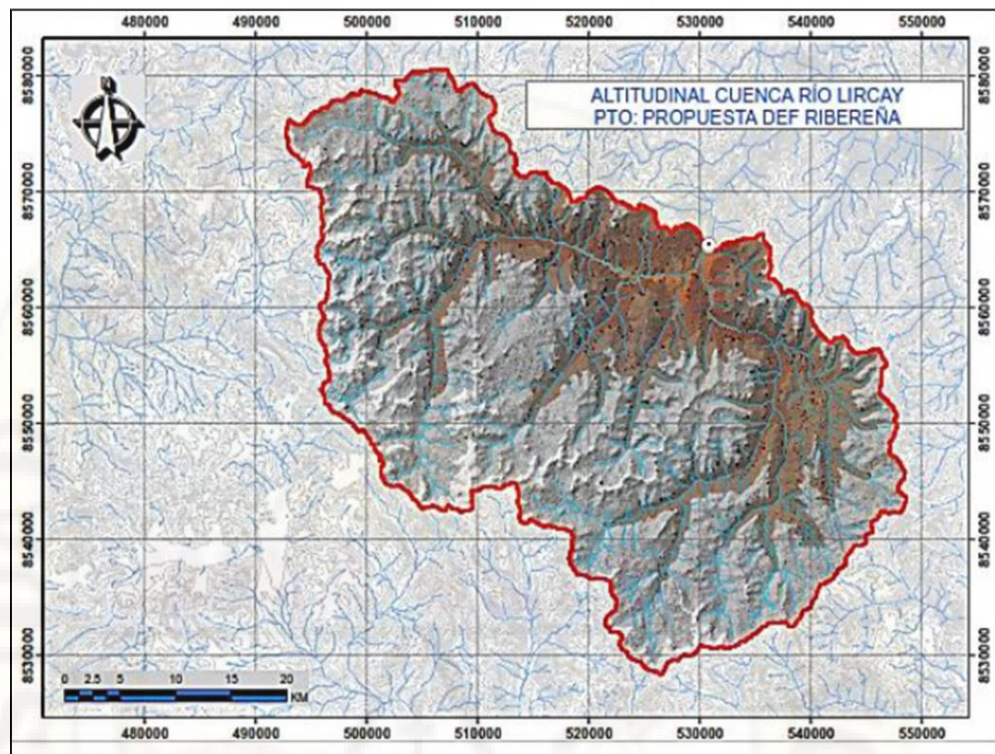
Figura 32.- Capacidad portante del suelo de las muestras 01-02



Fuente: Elaboración Propia.

MURO DE CONTENCIÓN EN LAS RIBERAS DEL RÍO LIRCAY EVIDENCIA – ARCGIS





4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS.

HIPOTESIS ALTERNA (H1)

Controlar las pérdidas de suelos por erosión hídrica en las riberas del río Lircay en las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km, en el tramo Lircay – Ocopa, mediante estructuras de disipación de energía, permitirán evitar la pérdida de suelos.

HIPOTESIS NULA (H₀)

Controlar las pérdidas de suelos por erosión hídrica en las riberas del río Lircay en las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km, en el tramo Lircay – Ocopa, mediante estructuras de disipación de energía, no permitirán evitar la pérdida de suelos.

Dado los resultados la tasa de erosión hídrica promedio más alta que se dio en el año 2019 fue de 45.6986 ton/ha/año siendo este moderado por tanto se consideró una estructura de disipación e energía con muro de gaviones, con estos resultados podemos afirmar la hipótesis alterna ya que hay un incremento de erosión hídrica del año 2019 a comparación del 2017 y 2018, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se aprueba la Hipótesis alterna.

4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Estimación de la erosión hídrica aplicando la ecuación universal de pérdida de suelos USLE.

El Índice de Fournier Modificado IFM conjuntamente con la metodología de Farfán (2002) son considerados como buenos estimadores de la erosividad causada por la lluvia, en tal sentido a nivel de la sub-cuenca del río Lircay se obtuvo un valor de erosividad $R\ 535.60\ MJ*cm/ha*h$.

Con respecto al factor de erosionabilidad K, los valores de los Grava mal graduado arenoso con copo fino y Grava limosas mezcla grava, arena y limo(GP_GM) son de un índice de erosionabilidad menor, debido a que dichos suelos permiten el paso del agua a través del perfil y por lo tanto el

escurrimiento es también menor, mientras que los suelos Arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad son moderadamente erosionables por presentar cierta resistencia al desprendimiento y generan una escorrentía moderada, en el caso de los suelos de textura franco limosa el factor K es mayor, ya que son fácilmente desprendibles y susceptibles a procesos erosivos porque producen encostramiento y alto escurrimiento. En tanto a nivel de la sub-cuenca del río Lircay, el cual se caracteriza por ser Grava limosas mezcla grava, arena y limo y de permeabilidad moderada.

EL factor C depende del tipo de uso y cobertura vegetal, ya que las zonas de bosque o plantaciones forestales presentan el menor valor debido a que esta cobertura supone un mejor amortiguamiento de las gotas de lluvia e intercepción, una mejor distribución de raíces que además tienen mayor profundidad y por tanto mejor sostén para el suelo; mientras que los valores más altos se da en los suelos que no presentan cubierta vegetal, donde el valor C es máximo (1), esto se debe a que el suelo está desprovisto de protección y el daño que provocan las gotas de lluvia será el que determinen los demás factores, donde en su estudio estimo valores para el factor de cobertura vegetal y uso de suelos C, teniendo en cuenta la densidad de vegetación que proteja el suelo, donde obtuvo valores de 0.0047 para bosques densos y valores de 1 para superficies con poca o sin vegetación.

Considerando el nivel de protección que ejerce las coberturas vegetales en contra de la fuerza erosiva de la lluvia, a nivel de la sub-cuenca se obtuvo valores promedio de erosión hídrica para el periodo de estudio tomando en cuenta los tipos de cobertura vegetal y usos de suelos, para tal sentido se estimó valores promedios en zonas con superficies sin vegetación (Sv).

Los dissipadores de piedras acomodadas tienen características similares a los dissipadores de gaviones, ya que esta estructura también controla el volumen y la velocidad de escurrimientos superficial, y a la retención de azolves en el cauce del río Lircay, son estructuras hechas de piedras, debido a la resistencia de los materiales, pero solo se recomienda en cuencas de tamaño mediano (el área de aportación de cada presa no debe ser mayor a 10 ha) y los taludes con

pendiente moderada (máximo 10%). Por ende, ésta estructura de disipación de energía de piedras acomodadas es una buena alternativa para el control de la erosión.

Los disipadores de mampostería tienen características muy buenas para mitigar la velocidad de escurrimiento y retener los azolves ya que es una estructura permanente hecha de piedra es una estructura muy segura para el control de la erosión en cualquier lugar del mundo y pueden reducir la velocidad de escurrimiento en pendientes altas y así mejorar el eco paisajístico de la zona afectada. Por ende, ésta estructura de disipación de energía de mampostería es muy buena y aptos para cualquier lugar que hay erosión.

Los muros de gaviones, es una estructura que si puede controlar la socavación siempre en cuando tenga un colchón amortiguador aguas abajo esto detendrá la socavación. Por ende esta estructura son buenas para controlar la socavación al pie de la estructura.

Los muros de gaviones son estructuras que tienen una alta durabilidad y eficiencia ya que esta esta de piedras de canto rodado y de alambre galvanizado por lo que tiene una alta durabilidad, su durabilidad es mayor a 5 años. Por ende, esta estructura de disipador de energía es una buena alternativa para el control de la erosión, además de reforzarse con una geomalla que la ayudara a filtrar el agua de lluvia.

CONCLUSIONES

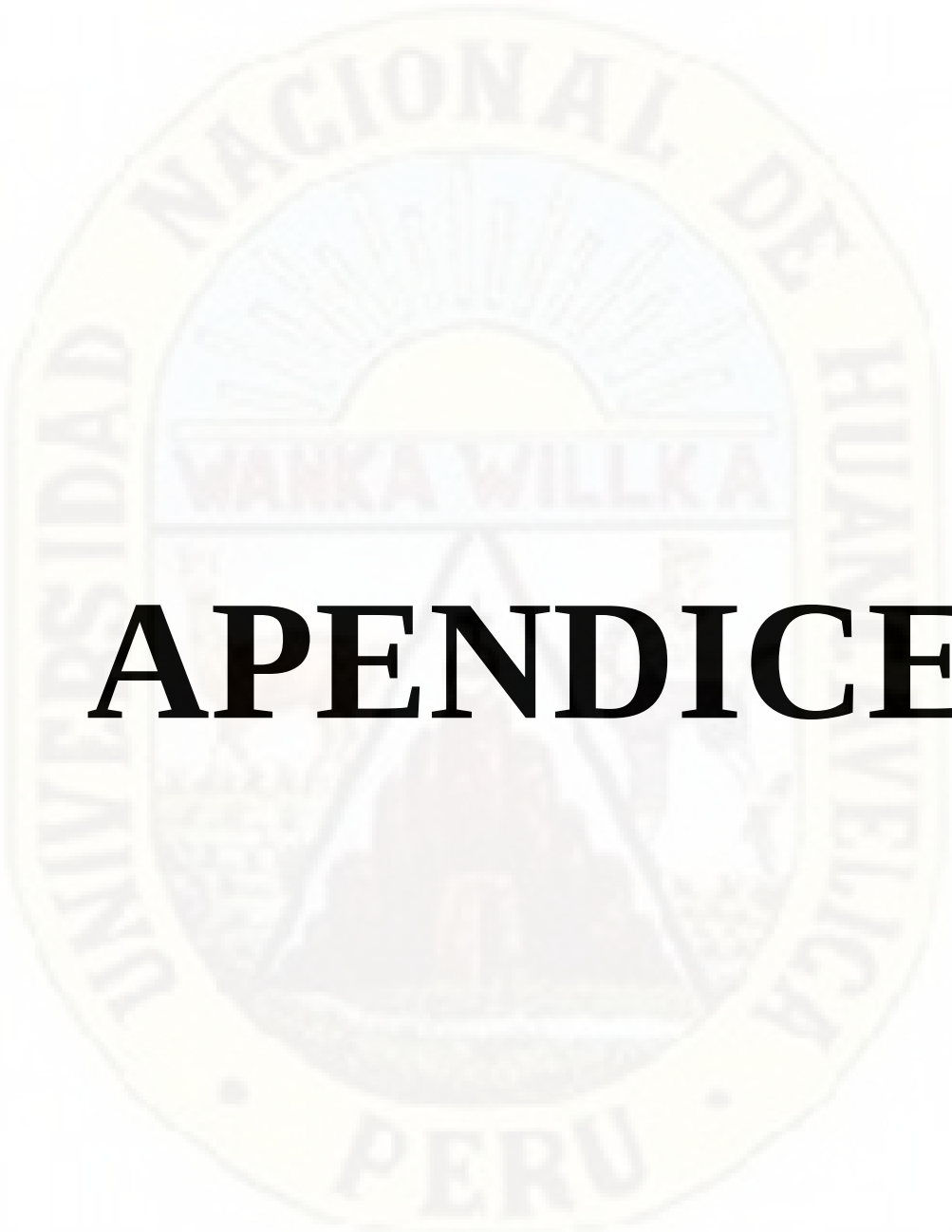
1. El valor final de pérdida de suelo $A = 45.6986 \text{ Tn/ha}\cdot\text{año}$, comprendiendo un nivel MODERADO DE EROSIÓN, esto basado en la tabla de erosión hídrica aportada por la FAO Y UNESCO. Por lo tanto, se hace necesario la colocación de un sistema de control de pérdida en las riberas de río Lircay.
2. Teniendo como base el caudal de diseño del río Lircay igual a $157.90 \text{ m}^3/\text{seg}$, según método empírico y realizando la identificación del área de acumulación de precipitaciones en el programa ArcGis siendo este valor 1609.6 km^2 y de acuerdo a los caudales encontrados con diferentes periodos de retorno se determinó el caudal máximo igual a $841.37 \text{ m}^3/\text{seg}$ mediante la fórmula de Fuller.
3. Se llegó a determinar las características mecánicas de suelos, encontrando material de arcilla orgánica limosa de baja plasticidad OL, cuya cohesión es de 0.297 kg/cm^2 y su ángulo de fricción es de 17.32° .
4. Se determinó que el sistema de interposición de una estructura de muro de gaviones previene y controla la erosión de taludes en la ribera del río Lircay, margen izquierdo. Ya que el muro de gaviones cumple con las condiciones técnicas como el análisis de estabilidad para un factor de seguridad mayor a 2.
5. Se llegó a determinar las características mecánicas de suelos, encontrando material de Grava mal graduado arenoso con copo fino y Grava limosas mezcla grava, arena y limo (GP_GM), cuya cohesión es de 0.40 Tn/m^2 y su ángulo de fricción es de 27.9° .
6. Los muros de gaviones son estructuras que tienen una alta durabilidad y eficiencia ya que esta de piedras de canto rodado y de alambre galvanizado por lo que tiene una alta durabilidad, su durabilidad es mayor a 5 años. Por ende, esta estructura de dissipador de energía es una buena alternativa para el control de la erosión, además de que en la propuesta se hace referencia al uso de una geomalla que ayude a filtrar el agua de lluvia evitando que el gavión se colmate con limos.

RECOMENDACIONES

1. Instalar geotextiles en el interfaz del suelo y el gavión al cumplir este con tres funciones principales: Separación, filtración y reducción de flujo.
2. Promover que se instalen más estaciones meteorológicas a nivel regional y a nivel local para el monitoreo de las precipitaciones y así poder obtener mayor información de los eventos de lluvia, así mismo realizar estudios de suelos para determinar sus grados de erosionabilidad.
3. Utilizar un período de retorno de 50 años al momento de realizar el análisis del tránsito de flujo de agua a través del canal del tramo de estudio, ya que existe mayor probabilidad de fallar de 63.58%.
4. Implementar el modelo de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos en un SIG (Sistemas de Información Geográfica), ya que nos permite generar y manipular gran cantidad de datos para el análisis y proceso de erosión hídrica en grandes unidades de territorio.
5. Calcular las pérdidas de suelos por erosión hídrica, generada en diversos usos de suelos y coberturas vegetales mediante parcelas experimentales, a fin de mejorar la estimación del modelo de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE) por tratarse de un método empírico de evaluación indirecta. Del mismo modo se recomienda que deba hacerse plantaciones para un futuro, así también que estas plantaciones mitiguen la erosión hídrica en la quebrada y que también se construya muros de gaviones en toda la zona de estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Pedroza, A. (2015). *Estimacion de la erosion hidrica mediante dos metodos de la ecuacion universal de perdida de suelo(EUPS)en la cuenca del rio chapingo- Texcoco*. Mexico: UAEM.
2. Rodriguez, M. (2011). *Comportamiento a fuerza cortante de muros de concreto de ductibilidad limitada con 8 cm de espesor*. Lima: PUCP.
3. Wendor Chereque M (2000): Hidrología para estudiantes de ingeniería civil.
4. Cueva Moscol Elvis Y Panta Monteza José (2006): Tesis: “Estudio Definitivo de Encauzamiento y Diseño de Defensas Ribereñas en el río Motupe - Sector Pueblo Joven el Salvador.
5. Hernadez Sampiere Roberto, Cardiel López Nicolás Carlos (2006). Metodología De La Investigación.
6. Jaime Suárez Díaz (2001): Control de Erosión en Zonas Tropicales.
7. Ministerio De Agricultura Y Autoridad Nacional Del Agua (2010). Tratamiento de Cauce del Río para el control de Inundaciones en la Cuenca Chicama.
8. Jorge E (1998) “Diseño De Muro De Contención”. UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIAS.
9. Reyes Salazar, Jorge (2008). Curso: “Diseño de Obras Hidráulicas Menores”. Colegio de Ingenieros del Perú.
10. Solano, R. (2016). *ESTIMACION DE LA PERDIDA DE SUELOS POR EROSION HIDRICA EN LA SUBCUENCA DEL RIO SHULLCAS 2000-2013, HUANCAYO*. HUANCAYO: UNCP.
11. Alanya, E. (2017). *SISTEMA DE PREVENCION Y CONTROL DE EROSION DE LA RIBERA DEL RIO SAN FERNANDO TRAMO CHAYHUAMAYO-SHUCUSMA, HUANCAYO, JUNIN*. HUANCAYO: UPLA.
12. Cueva, P. (2018). *Propuesta de estructura de disipacion de energia para el control de la perdida de suelo por erosion hidrica en carcava en la microcuenca Sonocco-Juli-Puno*. Puno: UNA.

The background features a large, faint watermark of the University of Wanka logo. It is a circular emblem with a yellow border containing the text 'UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAYELICA' at the top and 'PERU' at the bottom. The center of the logo depicts a landscape with a sun rising over a mountain range, with the text 'WANKA WILLKA' written across the middle.

APENDICE

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE PERDIDA DE SUELO POR EROSIÓN HÍDRICA EN LAS RIBERAS DEL RÍO LIRCAY, EN LAS PROGRESIVAS 3+250 KM HASTA 3+290 KM, TRAMO LIRCAY – OCOPA, ANGARAES – HUANCAMELICA.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
Problema general ¿Cuál es el diseño del sistema de control de pérdida de suelo por erosión hídrica que se debe de emplear para evitar el deterioro de las riberas del río Lircay, en las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km, en el tramo Lircay – Ocopa, Angaraes - Huancavelica? Problemas específicos: ¿Cuál será el caudal máximo del río Lircay, en las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km, en el tramo Lircay – Ocopa, Angaraes - Huancavelica? ¿Cuáles serán las características físicas y mecánicas del suelo de la ribera del río Lircay, en las	Objetivo general Determinar el diseño del sistema de control de pérdida de suelo por erosión que se debe de emplear para evitar el deterioro de las riberas del río Lircay, en las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km, en el tramo Lircay – Ocopa, Angaraes - Huancavelica. Objetivos específicos: Determinar el caudal máximo del río Lircay, en las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km, en el tramo Lircay – Ocopa, Angaraes – Huancavelica. Determinar las características físicas y mecánicas del suelo de la ribera del río Lircay, en las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km, en el tramo Lircay	Hipótesis general El diseño de un elemento estructural de muro de gaviones entre la orilla y la corriente de agua, controla significativamente el deterioro de las riberas del río Lircay, en las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km, en el tramo Lircay – Ocopa, Angaraes - Huancavelica. Hipótesis específicas: El caudal máximo incide significativamente en el desborde de la ribera del río Lircay, en las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km, en el tramo Lircay – Ocopa, Angaraes - Huancavelica. Las características físicas y mecánicas del suelo de la ribera inciden considerablemente en el deterioro de la ribera del río	a. Variable Independiente: Diseño de sistema de control de pérdida de suelo por erosión hídrica Indicadores: - Capacidad portante del suelo. - Cantidad de suelo erosionado (normal o geológica) Dimensiones: -KG/CM2 - tn/ha*año b. Variable Dependiente: Deterioro de las riberas del río Lircay, en las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km, en el tramo Lircay – Ocopa. Indicadores: - Cálculo del caudal.	AMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL El ámbito de la investigación está ubicado: LUGAR : OCOPA DISTRITO: LIRCAY PROVINCIA : ANGARAES REGION : HUANCAMELICA El ámbito de estudio se ubica en el tramo del río Lircay – Ocopa. Tipo : Aplicada. Nivel : Descriptivo -Explicativo. Población, Muestra y Muestreo: Población Riberas del Río Lircay, Tramo Lircay – Ocopa Muestra La muestra que se tomara es entre las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km en un tramo de 40 ml. Aleatoriamente, donde existe problemas de erosión hídrica. Muestreo No probabilístico Instrumentos y Técnicas:

progresivas 3+250 km hasta 3+290 km, en el tramo Lircay – Ocopa, Angaraes - Huancavelica? ¿Qué sistema de control de perdida de suelo se debe de emplear para evitar el deterioro de las riberas del río Lircay, en las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km, en el tramo Lircay – Ocopa, Angaraes - Huancavelica?	– Ocopa, Angaraes - Huancavelica. Proponer el sistema de control de perdida de suelo para evitar el deterioro de las riberas del río Lircay, en las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km, en el tramo Lircay – Ocopa, Angaraes - Huancavelica.	Lircay, en las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km, en el tramo Lircay – Ocopa, Angaraes - Huancavelica. La interposición de un Muro de gaviones controla significativamente el deterioro de las riberas del rio Lircay, en las progresivas 3+250 km hasta 3+290 km, en el tramo Lircay – Ocopa, Angaraes - Huancavelica.	- Estructuras de disipación de energía. (muro de gaviones). Dimensiones -M3/SEG. -UND	Técnicas: Observación. Medición. Descripción. Instrumentos: Instrumentos de observación. Instrumentos de medición. Instrumentos de descripción. Técnicas de Procesamiento de datos Estadística descriptiva: Estadística inferencial. Análisis de datos.
---	---	---	---	--

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	MESES 2019						MESES 2020			MESES 2021	
	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO - DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO - AGOSTO
Presentación del Proyecto	X										
Aprobación del Proyecto		X									
Recopilación de datos			X	X	X	X					
Análisis y procesamiento de datos							X	X	X		
Elaboración de informes final de la tesis										X	
Sustentación y Presentación de la tesis para su publicación											X

Fuente: propia

PRESUPUESTO

DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
Pasajes y gastos de transporte	10	65.00	650.00
Otros servicios de terceros			
Internet	100	6.00	600.00
Impresiones	1500	0.10	150.00
Laboratorio de mecánica de suelos	5	500.00	2500.00
Materiales de escritorio			
Cuadernos de apuntes	2	20.00	40.00
Hoja bond A4 de 80 g.	1500	0.10	150.00
Lapiceros	10	0.50	5.00
Calculadora	1	72.00	72.00
Cámara digital	1	500.00	500.00
Laptop	1	4000.00	4000.00
USB	2	60.00	120.00

Fuente: propia

TOTAL S/. 8,787.00

PRECIPITACION MENSUAL AÑO 2017

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Legenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCVELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360 msnm.
CO -
Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/01/2017	21.7	9.6	70.2	2.7
2/01/2017	19.8	8.4	80.5	14.1
3/01/2017	17.7	6.9	78.5	4.8
4/01/2017	15.3	8	91	10.4
5/01/2017	17.3	7.6	84.9	2.5
6/01/2017	18.1	8.2	82.4	4.3
7/01/2017	17.4	9.6	94.3	5
8/01/2017	18.9	6.1	79.6	0
9/01/2017	20.6	6.3	73.1	5
10/01/2017	17.6	7.3	82.1	0.5
11/01/2017	19.6	8.7	77.4	1.1
12/01/2017	19.5	8.9	77.6	10.3
13/01/2017	19.5	7.2	71.6	6
14/01/2017	19	6.3	81.8	11.3
15/01/2017	19.3	5.7	82.4	22.6
16/01/2017	18	5.3	76	3.7
17/01/2017	18.9	7.1	78.6	1.2
18/01/2017	16.6	8.8	83.2	3.4
19/01/2017	19.8	8.6	76.9	13.2
20/01/2017	17.7	6.5	81.2	3.3
21/01/2017	16.2	7.1	81.7	2.6
22/01/2017	17.9	6.9	84.4	18.8
23/01/2017	19.2	5.9	79.9	0.6
24/01/2017	21.3	8.9	82.6	14.2
25/01/2017	15.9	7	87.1	33.4
26/01/2017	19	5.7	87.4	6.5
27/01/2017	18.8	7.8	84.3	21
28/01/2017	18.1	7.4	69.1	0

29/01/2017	17.8	7.7	69.5	0
30/01/2017	21.7	5.2	70.2	0
31/01/2017	21.5	8	71.8	0

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Legenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCVELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
 Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360
 CO - msnm.

Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/02/2017	23.4	6.1	69.7	4.5
2/02/2017	21.9	6.3	73	2.8
3/02/2017	19.9	5.1	79.9	0.2
4/02/2017	22.1	6.4	72.8	0
5/02/2017	18.8	9.7	88.9	4.2
6/02/2017	18.5	6.2	83.8	6
7/02/2017	18.2	6.4	81.3	0.3
8/02/2017	20.4	5.9	82.6	14.3
9/02/2017	19.5	7.9	82.5	10.1
10/02/2017	19.2	8.1	75	0.9
11/02/2017	20.3	6.9	80.4	4.7
12/02/2017	22	7	78.8	19
13/02/2017	18.7	7.3	83.7	15.2
14/02/2017	15.1	6	82.4	11
15/02/2017	18.1	5.9	80.2	0.2
16/02/2017	20.1	7.9	83.1	6.9
17/02/2017	19.7	7.4	86.3	5.9
18/02/2017	18.3	5.3	84.1	0
19/02/2017	20	8.3	81.1	27.3
20/02/2017	18.2	5.7	83.4	0.4
21/02/2017	13.6	5.9	84.6	0
22/02/2017	17.3	8.5	82.1	2
23/02/2017	18.7	7	81.8	7.2

24/02/2017	15.7	8	87.5	6
25/02/2017	19.7	7.7	81.7	14.7
26/02/2017	17.1	6.7	82.9	17.1
27/02/2017	18.9	6	82.3	2.9
28/02/2017	19.6	8.1	83.5	3.7

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCANELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
 Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360
 CO - msnm.

Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/03/2017	21.8	6.9	81.6	0.4
2/03/2017	20	8.7	81.7	8.8
3/03/2017	16.7	8.8	83.8	10.6
4/03/2017	20.2	8.2	80.7	12.5
5/03/2017	19.8	7.9	80.5	4.3
6/03/2017	19.2	8	80.5	0.2
7/03/2017	22	9	73.2	17.1
8/03/2017	13.8	6.9	88.7	1.3
9/03/2017	19.7	7.7	77.5	11.7
10/03/2017	16.5	7.9	87.1	2
11/03/2017	15.7	6.9	89.1	1.7
12/03/2017	19.3	6.7	77.8	0
13/03/2017	20.2	7.9	73.6	4.9
14/03/2017	15.4	7.7	83.4	6.8
15/03/2017	19.1	7.5	82.4	8.1
16/03/2017	20	6.2	81.1	6.9
17/03/2017	17.5	6.3	80.6	1.3
18/03/2017	20.1	7.9	73	8.2
19/03/2017	17.7	7.2	83	2.1
20/03/2017	20.3	8.1	71.3	4.5
21/03/2017	20.3	7.7	76	0

22/03/2017	20.9	7.5	73.8	7.5
23/03/2017	18.3	7.9	78.2	5.5
24/03/2017	19.5	7.3	85.1	2.8
25/03/2017	18.9	7.7	75.3	6
26/03/2017	19.4	6.9	80.3	1.1
27/03/2017	19.3	8.3	74.9	6.6
28/03/2017	18.9	8.5	85.5	1.3
29/03/2017	19.3	8.4	80.7	1.8
30/03/2017	16.7	7.5	83.7	5.8
31/03/2017	17.9	7.2	84.3	0.7

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCVELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
 Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360
 CO - msnm.

Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/04/2017	18.5	7.7	82.4	0
2/04/2017	19	9.1	85.6	1.6
3/04/2017	19.1	5.1	81.6	9.5
4/04/2017	20.9	5.3	81.4	1.7
5/04/2017	19	5.2	80.7	0
6/04/2017	17.3	7.6	89.4	2
7/04/2017	21	6.1	84.1	4
8/04/2017	21.2	4.5	80.2	0.3
9/04/2017	21.6	5.1	79.5	0.5
10/04/2017	21.8	7.8	76	0
11/04/2017	20.3	8.1	80	1.2
12/04/2017	18.6	9.1	81.1	0.4
13/04/2017	17.2	8.3	85.8	0
14/04/2017	21.7	3.9	73.4	0
15/04/2017	18.6	7.2	84.3	0.3
16/04/2017	19.9	6.5	82.1	1.6

17/04/2017	21.9	6.7	74.4	10
18/04/2017	19.7	5.8	82.1	0.2
19/04/2017	21.7	5.2	73.9	0.2
20/04/2017	21.9	4.2	76.4	0
21/04/2017	22.5	4.3	76.7	0
22/04/2017	21.4	5.3	78.4	0.4
23/04/2017	21.8	5.2	82.7	5.5
24/04/2017	21	6.1	79.6	3
25/04/2017	22.1	2.1	78	0
26/04/2017	19.5	6.1	77.1	7.8
27/04/2017	18.1	6.9	86	16.3
28/04/2017	18.5	7	85.2	13.5
29/04/2017	17.1	5.7	77.8	8.2
30/04/2017	17.4	7.5	83	4

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCANELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
 Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360
 CO - msnm.

Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/05/2017	20.7	5	72.6	0
2/05/2017	20.5	4.1	69.5	0
3/05/2017	19.4	5.9	72.8	9.4
4/05/2017	20.7	5.7	55.2	1.6
5/05/2017	19.5	5.9	84.6	12.3
6/05/2017	18.1	7.3	80.7	8.6
7/05/2017	19.3	7.1	75.9	0
8/05/2017	21.5	3.6	75.4	0.5
9/05/2017	19.3	5.5	74.9	0
10/05/2017	19.6	6.3	81.2	2.6
11/05/2017	20.6	6.9	79.3	8.2
12/05/2017	21.8	2.7	70.1	0

13/05/2017	22.1	3.1	71.2	0
14/05/2017	20.7	3	73.6	0
15/05/2017	22.2	4.7	70.9	0
16/05/2017	18.7	8.3	80.7	0
17/05/2017	21.1	5	71.1	0
18/05/2017	21	1.7	76.6	0.6
19/05/2017	19.3	3.2	78.2	0.4
20/05/2017	20.8	3.9	78.3	1.4
21/05/2017	15.9	7.3	86.8	0.1
22/05/2017	17.1	5.4	84.3	3.7
23/05/2017	14.6	5.7	87.7	4.5
24/05/2017	17.9	6.1	83	6.8
25/05/2017	17	4.1	80.8	0
26/05/2017	20.1	6.2	77.3	0
27/05/2017	17.5	7	78.7	3.3
28/05/2017	16	6.6	88.7	3.5
29/05/2017	15.9	8	83.9	0.5
30/05/2017	19.3	5.9	81.4	0
31/05/2017	19	5.1	81	0

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCVELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
 Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360
 CO - msnm.

Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/06/2017	20.4	3.8	73.4	2.8
2/06/2017	18.7	5.3	82.5	2.2
3/06/2017	19	4.6	77.5	0
4/06/2017	20.1	4	79	0.3
5/06/2017	18.9	3.7	86.1	0
6/06/2017	20	3.1	83.5	0
7/06/2017	20.7	5.3	77.6	0

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCANELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360
CO - msnm.

Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/07/2017	14.9	6.4	86.2	14.8
2/07/2017	16.9	6.1	86.4	0
3/07/2017	19	5.1	81.4	0
4/07/2017	21.5	1.7	77.3	0
5/07/2017	20.3	2.1	75.1	0.1
6/07/2017	20.1	1.7	75.4	0.7
7/07/2017	20.9	1.1	75.3	0
8/07/2017	20.3	2.6	81.1	0
9/07/2017	20.2	0.9	81.4	0
10/07/2017	19.9	1.4	80.5	0
11/07/2017	19.8	4.5	83.5	0
12/07/2017	20.9	3.1	76.4	0
13/07/2017	21.7	1.9	75.3	0
14/07/2017	21.6	1.7	74.6	0
15/07/2017	22.7	1.8	77.8	0
16/07/2017	22.6	1.7	77.2	0
17/07/2017	21.5	1.5	78.4	0
18/07/2017	21.9	2	76.1	0
19/07/2017	23.2	1.6	73.5	0
20/07/2017	22.8	1.7	73.2	0
21/07/2017	22.3	2.1	72.9	0
22/07/2017	21.1	0.2	75.3	0
23/07/2017	21.2	-0.1	69	0
24/07/2017	20.9	-0.2	64.7	0
25/07/2017	20.2	-0.3	69.5	0
26/07/2017	21.1	0.3	66.8	0

27/07/2017	16	-0.1	72.9	0
28/07/2017	21.1	0.1	71.9	0
29/07/2017	21.9	1.1	74.6	0
30/07/2017	21.3	1.5	73.2	0
31/07/2017	22.3	0.8	69.2	0

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCANELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
 Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360
 CO - msnm.

Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/08/2017	22.4	1.1	67.2	0
2/08/2017	23.2	-0.1	71.7	0
3/08/2017	20.4	3.1	70.5	0
4/08/2017	23.1	1.8	75.1	0
5/08/2017	23.4	2.2	68	0
6/08/2017	22	1.8	71.9	8
7/08/2017	23.5	0.5	69.6	0
8/08/2017	23.3	1.9	65.7	0
9/08/2017	21.5	1.7	70.7	0
10/08/2017	23.1	2.3	71.9	0
11/08/2017	23.3	0.1	75.3	0
12/08/2017	22.5	-1.3	80	0
13/08/2017	22.4	0.8	71	0
14/08/2017	21.9	3.1	80.1	2.9
15/08/2017	23.3	1.8	71.3	0.4
16/08/2017	23.1	2.1	73	0
17/08/2017	22.7	6.1	78.8	4.1
18/08/2017	19.5	5.6	80.7	0
19/08/2017	22.9	-1.2	79.2	0
20/08/2017	22.4	0.1	77.1	0
21/08/2017	21	1.2	76.3	0

22/08/2017	22.6	5.1	71.2	0
23/08/2017	23.5	1.1	70.2	0
24/08/2017	22	1.5	80.4	1.7
25/08/2017	23.1	2.2	70.2	0
26/08/2017	22.4	2.9	74.1	0
27/08/2017	21.7	3.1	77.4	0
28/08/2017	16.7	6.7	87.5	0.6
29/08/2017	22.5	6.8	76.7	0
30/08/2017	22.3	5.5	74	0
31/08/2017	21.6	5.6	68.6	0

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCANELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
 Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360
 CO - msnm.

Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/09/2017	22.1	2.5	59.5	0
2/09/2017	21.1	5.1	59.4	0
3/09/2017	19.5	3.3	65	0
4/09/2017	23.1	2.5	58.7	0
5/09/2017	22.1	4.3	61.9	0
6/09/2017	22	7.3	68.4	0
7/09/2017	21.1	4.2	73.7	5.8
8/09/2017	21	4.6	76.2	4.4
9/09/2017	22.3	1.9	64.8	0
10/09/2017	24.1	1.7	72.3	1.3
11/09/2017	16.2	3.8	80.4	0.2
12/09/2017	16.4	4.1	75.5	0
13/09/2017	21	7.1	71.1	0.8
14/09/2017	22.1	6.1	75.6	5.8
15/09/2017	17.5	7.1	83.4	7.6
16/09/2017	17.5	6.6	76.4	14.8

17/09/2017	20	6.9	81.7	9.2
18/09/2017	18.7	7.7	82.2	0
19/09/2017	21.1	4.3	71.2	0
20/09/2017	23.9	3.4	59.8	0
21/09/2017	24.8	3.1	59.3	0
22/09/2017	20.2	7.1	67.2	0
23/09/2017	19	8.7	74.6	0
24/09/2017	20.7	8.7	76.3	1.5
25/09/2017	21.9	5.5	73.8	1.9
26/09/2017	19.5	7.3	82.2	3.4
27/09/2017	22.1	8.1	71.5	0.5
28/09/2017	22.5	4.3	65	0
29/09/2017	23.6	3	61	0
30/09/2017	23.8	5.4	56.4	0

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCANELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
 Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360
 CO - msnm.

Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/10/2017	25.4	4	60.6	0
2/10/2017	23.3	0.1	61.5	0
3/10/2017	24.7	2.1	55.1	0
4/10/2017	24.3	6.1	54	0
5/10/2017	25.4	5.2	60.4	0
6/10/2017	19.5	7.3	68.9	0
7/10/2017	23.2	3.5	65.7	1.7
8/10/2017	22.7	5.9	65.1	0
9/10/2017	24.6	4.1	55.6	0
10/10/2017	21	4.3	65.8	0
11/10/2017	20.9	7.7	63.9	0
12/10/2017	19.4	4.3	68.2	6.4

13/10/2017	20.1	6.6	77.1	0
14/10/2017	21.6	6.3	71.3	18.6
15/10/2017	15.7	6.1	86.8	2.4
16/10/2017	18.1	6.6	81.8	10.6
17/10/2017	18.8	5.7	79.3	1.3
18/10/2017	22.1	5.1	74.6	0.6
19/10/2017	22.9	3.3	64.2	0
20/10/2017	23.7	7.1	65	1.5
21/10/2017	24.4	6	63.3	0.7
22/10/2017	24.3	5	69.3	4.9
23/10/2017	20.3	4.8	75.3	1.5
24/10/2017	22.7	5.7	69.1	0
25/10/2017	22.8	4.9	64.1	0
26/10/2017	23.3	3.5	58.9	8.6
27/10/2017	21.7	4.5	75.2	4.6
28/10/2017	19.9	7.3	70.3	0
29/10/2017	19.3	8.5	82.4	0.8
30/10/2017	21.5	3.7	66.8	2.4
31/10/2017	24.8	2.7	50.7	0

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCVELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
 Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360
 CO - msnm.

Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/11/2017	22.7	4.4	70.1	1.3
2/11/2017	23.3	3.1	52.2	0
3/11/2017	24.4	4.5	56.6	2.1
4/11/2017	22.7	3.8	69	0
5/11/2017	22.3	6.3	71.2	0
6/11/2017	24.4	8.2	70.2	0

7/11/2017	23.5	6.1	73.9	0
8/11/2017	25.3	2.5	65.3	0
9/11/2017	16.3	5.5	74.9	0
10/11/2017	24.3	7.5	67.5	0.9
11/11/2017	21.1	6	72.5	0
12/11/2017	18.8	5.5	76.4	0
13/11/2017	23.7	5.7	76.1	6.7
14/11/2017	22.1	7.2	80.8	3.6
15/11/2017	23	6.5	79	0.5
16/11/2017	22.6	4.9	77.3	6
17/11/2017	19.1	4.8	79.3	0.4
18/11/2017	22.9	4.5	73.7	0
19/11/2017	23.4	6.5	67.2	0
20/11/2017	23.7	3.7	63	0
21/11/2017	25.5	4.9	68.5	0
22/11/2017	25.6	4.7	67.5	0
23/11/2017	24.1	5.5	66.6	1
24/11/2017	24.4	6.1	51.5	0
25/11/2017	24.3	6.8	53.7	0
26/11/2017	24.2	7.1	63.9	1.2
27/11/2017	24.1	4.6	68.5	6.3
28/11/2017	14.7	7.6	85.9	1.6
29/11/2017	22.4	9.2	72.3	2.9
30/11/2017	23.1	4.9	74.7	7

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Legenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCANELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
 Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360
 CO - msnm.

Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/12/2017	24	4.2	63.2	0.9
2/12/2017	22.8	5.3	64.4	3.2

3/12/2017	24	4.4	57.2	0
4/12/2017	20.4	4.9	60.6	0.9
5/12/2017	21.2	4.5	73.1	3.7
6/12/2017	20.3	7.5	73.1	0
7/12/2017	23.7	5.7	59.4	0.6
8/12/2017	24	6	68.4	0.5
9/12/2017	21.7	5.4	73.4	0
10/12/2017	26.5	3.1	56.3	0
11/12/2017	22.1	5.3	56	0
12/12/2017	24.3	8.1	59.7	0.7
13/12/2017	22.7	5.9	63.1	0
14/12/2017	25.2	4.6	56.4	3.1
15/12/2017	14.7	8.5	84.9	4.9
16/12/2017	22.3	7.1	66.1	0.4
17/12/2017	20.7	7	87.2	23.5
18/12/2017	22.6	6.7	73.4	0.4
19/12/2017	18	7.9	70.7	1.1
20/12/2017	21.7	8.1	80.3	5.2
21/12/2017	22	8	72.7	1.1
22/12/2017	22.5	7.7	79.9	9.9
23/12/2017	23.2	3.5	74.8	0.9
24/12/2017	23.9	4.5	66.2	0
25/12/2017	22.7	5.9	66.9	0.4
26/12/2017	19.9	6.9	74.1	6.3
27/12/2017	16.7	7.6	85.8	1.1
28/12/2017	19.9	8.3	78.4	1
29/12/2017	14	6	87	2.1
30/12/2017	19.9	6.7	83.7	3.6
31/12/2017	18.6	6.3	78.9	0

PRECIPITACION MENSUAL AÑO 2018

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCANELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
 Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360
 CO - msnm.

Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/01/2018	19.7	5.3	82.1	7.5
2/01/2018	17.5	6.9	82.6	9
3/01/2018	19.4	6.1	80.2	0.8
4/01/2018	18.7	6.2	79.3	3.2
5/01/2018	19	6.7	72.9	0.3
6/01/2018	18.4	6.2	83.6	6.7
7/01/2018	12	5.7	93.4	8.7
8/01/2018	14.2	6.7	83.9	2.7
9/01/2018	15.4	7.7	86.3	8.8
10/01/2018	19.2	6.6	79.4	0.4
11/01/2018	17.6	7.7	80.2	1
12/01/2018	20.7	7.8	78.6	0.3
13/01/2018	20.6	6.4	71.3	0
14/01/2018	21.9	3.3	70.1	0.4
15/01/2018	16.6	7.1	80.1	2.5
16/01/2018	17.7	7.5	82.7	6.6
17/01/2018	16.9	7.3	82.7	3.8
18/01/2018	18.1	6.9	83.1	3.7
19/01/2018	19.5	8.3	79	15.2
20/01/2018	18.3	5	83.1	4.5
21/01/2018	19.9	6.9	75.3	5.6
22/01/2018	14.9	6.3	87.1	4.4
23/01/2018	15.6	6.1	76	5.9
24/01/2018	18.8	5	81	7.4
25/01/2018	18.5	3.3	73.2	0.2
26/01/2018	19.8	3.4	66.3	2.5

27/01/2018	23.3	6.1	70.1	1.9
28/01/2018	22.6	3	64.6	0
29/01/2018	23	3.2	78.1	1.2
30/01/2018	22.7	3.9	79.1	0.5
31/01/2018	21.3	4.4	79.9	0.2

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCAVELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
 Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360
 CO - msnm.

Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/02/2018	21.3	5.2	71.7	3.3
2/02/2018	21.7	5.3	80.2	6.3
3/02/2018	18.3	6.9	84.1	0
4/02/2018	23.1	5	77	10.3
5/02/2018	20.9	7.7	77.7	0
6/02/2018	20.7	9.5	79.6	0
7/02/2018	22.3	5.6	77.6	3.4
8/02/2018	19.9	3.7	79.3	1.4
9/02/2018	21.5	2.7	73.1	8.2
10/02/2018	16.7	6	78.2	0.2
11/02/2018	20.5	4	80.4	10.4
12/02/2018	19.5	S/D	79.7	6.1
13/02/2018	20.3	S/D	78.2	0
14/02/2018	18.3	8.7	80.7	11.6
15/02/2018	16.6	7.7	82.6	8.8
16/02/2018	19.5	7.5	79.3	0.6
17/02/2018	21.5	9	79.9	1.7
18/02/2018	22.5	9.1	81.9	2.6
19/02/2018	21.7	6.3	74.8	0.4
20/02/2018	20.7	8.5	80.9	28
21/02/2018	19.4	7.1	82.7	2.4

22/02/2018	18	7.3	81	2.6
23/02/2018	18.2	8.1	82.5	0.5
24/02/2018	20.7	8	74.6	0.8
25/02/2018	17.3	8.9	81.5	4
26/02/2018	16.5	8.3	90.1	5.6
27/02/2018	18.7	7.5	74.4	8.1
28/02/2018	19.6	7.5	72	0

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Legenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCVELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
 Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360
 CO - msnm.

Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/03/2018	17.9	7.6	82.1	9.5
2/03/2018	19.2	7.2	82.2	15.6
3/03/2018	18.2	6.8	81.5	1.7
4/03/2018	19.1	8	80.3	5
5/03/2018	14.7	7.6	88	1.5
6/03/2018	17.9	8.2	84.2	17.8
7/03/2018	16.4	7.4	89.5	5.8
8/03/2018	20.1	7.8	84.4	0
9/03/2018	17.6	9.1	85.3	2.9
10/03/2018	19.7	8.3	87.1	10.4
11/03/2018	19.6	7.5	85.3	3.8
12/03/2018	21.3	8.7	85.8	3.4
13/03/2018	20.1	9.2	85.9	4
14/03/2018	19.9	9	85.9	7.2
15/03/2018	20.1	6.1	79	3.3
16/03/2018	14.7	8.7	92.1	5.1
17/03/2018	17.7	8.8	87.5	6.7
18/03/2018	19.7	8.3	80.6	6.2
19/03/2018	18.7	8.5	86.3	2.5

20/03/2018	19.8	7.3	82.1	4.2
21/03/2018	16.3	9	83.6	4.9
22/03/2018	21.9	7.5	82.6	15.9
23/03/2018	16.3	7.4	86.4	2.8
24/03/2018	22.1	8.4	82.8	2.6
25/03/2018	12	7	93.7	0.7
26/03/2018	20.9	6.1	81	0
27/03/2018	21.7	7.6	79.1	0.3
28/03/2018	21.8	6.9	83.4	3.1
29/03/2018	21.2	5.8	81.2	7.3
30/03/2018	22.9	6	74	0
31/03/2018	22.8	4.1	70.7	0

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCANELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
 Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360
 CO - msnm.

Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/04/2018	21.7	4.8	73.4	0
2/04/2018	21.6	7.6	75.5	0
3/04/2018	21.8	7.8	77.3	0
4/04/2018	17.8	7.1	79	1.9
5/04/2018	22.3	4.5	72.3	0.2
6/04/2018	20.2	5.1	79.8	5.7
7/04/2018	20.5	6.7	81.4	1.5
8/04/2018	18.6	6.9	80.4	4.2
9/04/2018	18.2	6.7	80	0.4
10/04/2018	21	8.1	78.9	0
11/04/2018	22.8	5.1	78.6	0.2
12/04/2018	20.3	4.5	80.6	0
13/04/2018	17.2	6.5	83	4.2

14/04/2018	16.5	5.8	84.7	1.2
15/04/2018	20.4	3.7	75.7	0
16/04/2018	21.5	3.5	72	0
17/04/2018	22.1	3.8	67.8	0
18/04/2018	21.1	4.9	72.4	0
19/04/2018	22	6.5	68.9	0
20/04/2018	21.6	7.6	76.4	0
21/04/2018	17.7	6.8	79	0
22/04/2018	21.8	5.3	74.5	3.1
23/04/2018	20	8	82.5	0
24/04/2018	19.1	6.7	79.8	2.1
25/04/2018	15	7.8	89.9	3.1
26/04/2018	17.2	7.6	91.7	2
27/04/2018	21.9	3.5	87.5	0
28/04/2018	16.1	6.5	91.9	0.5
29/04/2018	20.4	4.1	87.6	0
30/04/2018	21.8	5.5	78	0

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Legenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCABELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
 Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360
 CO - msnm.

Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/05/2018	13.5	7.3	94.3	0.5
2/05/2018	21.6	3.9	84.2	0
3/05/2018	23.2	3.8	76.2	0
4/05/2018	20.2	5	84.8	14.3
5/05/2018	17	2.7	88.1	0.1
6/05/2018	19.1	5.7	82.6	0.4
7/05/2018	19.8	7.4	87.5	0
8/05/2018	19.6	5.9	89.2	0
9/05/2018	22.4	5.7	86.4	1.7

10/05/2018	21.5	3	80.4	0
11/05/2018	21.4	4	82.4	0
12/05/2018	22.5	4.2	83.9	0
13/05/2018	22.3	2	81.1	0
14/05/2018	21.1	1.1	83.2	0
15/05/2018	21.7	2.1	81.8	0
16/05/2018	22.3	2.4	79	0
17/05/2018	22.2	4.1	82.9	0
18/05/2018	21.6	1.9	79.7	0
19/05/2018	20.4	2.1	79.8	0
20/05/2018	21.5	1.8	85.6	0
21/05/2018	22.7	2.5	79.1	0
22/05/2018	21.4	3.1	83.1	1.2
23/05/2018	22.1	4.1	78.5	0
24/05/2018	20.6	3.2	82.9	0
25/05/2018	21.6	1.7	83.8	0
26/05/2018	21.4	2.2	79.7	0
27/05/2018	22.3	2.6	78.4	0
28/05/2018	22.7	4	80.7	0
29/05/2018	23	-0.7	81.9	0
30/05/2018	23.1	-0.9	80.8	0
31/05/2018	23	-0.6	80.1	0

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCANELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
 Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360
 CO - msnm.

Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/06/2018	22.1	0.4	74.2	0
2/06/2018	18.1	5.6	79.8	0.7
3/06/2018	13.2	6.4	90.5	3.7
4/06/2018	16	6.5	88.2	0.6

5/06/2018	16.8	3.2	79.1	0
6/06/2018	20.6	3.9	70.9	0
7/06/2018	18.5	1.4	66.6	0
8/06/2018	19.3	1.8	70.6	0.9
9/06/2018	20	2	74.6	6.2
10/06/2018	19.1	3.4	73.6	0.5
11/06/2018	20.7	5.5	70.9	0
12/06/2018	19.7	3.4	70.5	3.2
13/06/2018	12.7	6.8	92.8	4.8
14/06/2018	18.1	6.6	74	0
15/06/2018	19.2	3.2	74.8	0
16/06/2018	18.4	5	74.1	0
17/06/2018	19.9	6.9	68	0
18/06/2018	17.8	1.4	70.4	0
19/06/2018	20.9	1.5	72.1	0
20/06/2018	21	0.9	66.2	0
21/06/2018	20.7	1.2	69.9	0
22/06/2018	21.5	0.6	67	0
23/06/2018	21.8	0.5	67.9	0
24/06/2018	20.7	2.4	68.5	0
25/06/2018	21	2.1	69.2	0
26/06/2018	21.5	2.7	69.3	0
27/06/2018	21.7	2.4	71.3	0
28/06/2018	22.1	1.8	74	0
29/06/2018	20.6	1.7	62.8	0
30/06/2018	21.5	0.9	65.3	0

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Legenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCANELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
 Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360
 CO - msnm.

Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL

1/07/2018	21.6	0.2	65.1	0
2/07/2018	21.4	0.1	59.5	0
3/07/2018	20.7	-1	60.3	0
4/07/2018	21.1	0.6	58.7	0
5/07/2018	22.1	1.4	59.3	0
6/07/2018	22.5	2.2	63.3	0
7/07/2018	21.4	-0.2	59	0
8/07/2018	20.9	-2.2	63.9	0
9/07/2018	19.9	-0.4	66.1	0.2
10/07/2018	19.4	3.9	78.8	2.9
11/07/2018	13.7	5.7	83.3	0.9
12/07/2018	14.1	6.1	80.6	0.4
13/07/2018	12	5.1	83.4	0.6
14/07/2018	18.7	2.1	70.8	0
15/07/2018	21.6	2.5	66.6	0
16/07/2018	19.5	2	65.3	0
17/07/2018	18.3	-0.5	74.4	0
18/07/2018	16.2	5.2	78.9	0
19/07/2018	18.6	6.4	78.6	1.1
20/07/2018	13.3	5.9	89.2	6.2
21/07/2018	15.9	4.2	87.1	11.1
22/07/2018	16	4.4	82.2	0.6
23/07/2018	20.1	4.9	73.5	0
24/07/2018	18.2	6.2	71.6	0
25/07/2018	20.9	5.5	69.6	0
26/07/2018	20.3	1.8	63.1	0
27/07/2018	21.6	0.3	59.5	0
28/07/2018	23.1	0.4	63.4	0
29/07/2018	22.5	1.4	61	0
30/07/2018	23.6	-0.5	62.7	0
31/07/2018	21	3.3	64.1	0

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCANELICA Provincia : ANGARAES

Distrito : LIRCAY

Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360
 CO - msnm.

Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/08/2018	19.6	5	73.5	1.6
2/08/2018	20.7	3.1	70.3	0.1
3/08/2018	19	4.9	74.9	0.2
4/08/2018	19.8	2.5	72.3	0
5/08/2018	21.3	-0.5	63.8	0
6/08/2018	19.1	4.5	79.2	2.8
7/08/2018	18.9	4.7	74.8	15.6
8/08/2018	19.3	1.8	79	3.6
9/08/2018	19	5.2	66.8	0
10/08/2018	20.3	3.6	70.5	0.6
11/08/2018	19.7	2.9	68.7	0
12/08/2018	19.7	3.8	64.3	0
13/08/2018	20.7	1.2	65.4	0
14/08/2018	27	0.4	68.3	0
15/08/2018	20.8	2.5	72.6	0
16/08/2018	18.3	4.6	65.8	0.3
17/08/2018	20.1	5.7	75	1.2
18/08/2018	20.9	2	68.9	0
19/08/2018	18.9	4.2	71.7	1.7
20/08/2018	19.1	6	79.2	3.4
21/08/2018	18.9	4.9	81.2	11
22/08/2018	19.8	4.5	76	1.5
23/08/2018	20.3	1.9	70.3	0
24/08/2018	22.2	1.6	67.7	0
25/08/2018	19.5	2.8	65	0
26/08/2018	21.1	5.7	76.8	7.2
27/08/2018	18	5	84.3	0.2
28/08/2018	19.3	2	72.8	0
29/08/2018	20.9	1.8	68	0
30/08/2018	21.7	5.1	65.6	0
31/08/2018	22.5	3.3	63.5	0

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCABELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
 Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360
 CO - msnm.
 Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/09/2018	23	5.1	73.6	0
2/09/2018	21.7	0.1	59.3	0
3/09/2018	21.3	3.2	60.8	0
4/09/2018	20.5	2.1	62.4	0
5/09/2018	22.7	1.7	59.3	0
6/09/2018	22.4	1.2	57.8	0
7/09/2018	23.2	1.4	61.8	0
8/09/2018	23.4	0.9	59	0
9/09/2018	23.5	2.2	61.2	0
10/09/2018	22.1	4.1	53.8	0
11/09/2018	22.4	6.6	58.4	0
12/09/2018	22.7	2.9	64.8	0
13/09/2018	23.6	2.3	60.1	0
14/09/2018	22.4	5.2	68.6	3.1
15/09/2018	19.4	4.4	77.4	0
16/09/2018	20.9	4.8	69.3	1.7
17/09/2018	22.6	4.2	58.3	0
18/09/2018	23.9	1.7	67.8	0
19/09/2018	24.3	1.2	60.8	0
20/09/2018	23.3	3.1	64.4	0
21/09/2018	22	4.9	70.3	1.3
22/09/2018	23	3.4	63.4	0
23/09/2018	21	7.4	67.9	0.1
24/09/2018	21.2	3.4	69.6	3.9
25/09/2018	20.9	3.9	64.1	0
26/09/2018	20.7	4	71.8	1.2
27/09/2018	22.1	3.2	66.5	0
28/09/2018	23	3.5	59.4	0.3
29/09/2018	23.5	6.7	63.5	0
30/09/2018	23.8	3.9	57.4	0

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Legenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCAVELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360 msnm.
CO -
Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/10/2018	23.1	4.3	60.1	0.2
2/10/2018	22.3	6.7	58.8	2.1
3/10/2018	21	7.1	66.2	1.1
4/10/2018	22.5	8	68.2	0.3
5/10/2018	17.4	7.3	73.3	0.2
6/10/2018	20	8.3	72.6	3.7
7/10/2018	20.3	7.9	83.7	4.9
8/10/2018	23.1	2.1	56.6	0
9/10/2018	24.7	3.8	58.2	0
10/10/2018	23.6	5.2	60.5	0
11/10/2018	20.3	6.5	72.6	0.9
12/10/2018	23.5	4	59.2	4.1
13/10/2018	16.6	8.5	82.8	4.4
14/10/2018	16	8.1	87	5.3
15/10/2018	21	6.5	82.1	11.4
16/10/2018	21.1	8.3	77.6	0
17/10/2018	25	4.1	67.2	0
18/10/2018	22.7	6	74.6	3.6
19/10/2018	24.1	5.7	78.2	4.6
20/10/2018	19	5.5	81.9	1
21/10/2018	16.3	5.9	87.7	1.3
22/10/2018	21.1	7.1	75.6	0
23/10/2018	18.5	9.3	82.4	3.2
24/10/2018	19.6	9.2	78.4	7.2
25/10/2018	18.4	8.7	84.1	5.1
26/10/2018	20.5	7.9	77.6	0.6
27/10/2018	21.1	7.5	S/D	4.8
28/10/2018	22.9	7	69.8	0

29/10/2018	21.7	5.3	70.5	12.1
30/10/2018	21	7	81.2	0.9
31/10/2018	17	6.1	86.7	0

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Legenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCABELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
 Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360
 CO - msnm.

Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/11/2018	19.4	6.5	81	0.6
2/11/2018	22.5	7.9	80.5	1.9
3/11/2018	21.6	6.3	77.2	3.5
4/11/2018	21.7	5.4	79.4	2
5/11/2018	23	5.3	76.2	0
6/11/2018	23.4	5.4	77.1	0
7/11/2018	22.4	8.8	73.8	0
8/11/2018	21.3	9	81.9	3
9/11/2018	23	5.7	74.6	2.6
10/11/2018	24	6.1	64	0
11/11/2018	21.7	7.3	65.7	0
12/11/2018	22.6	7.7	70.9	0
13/11/2018	23.9	4.4	54.8	0
14/11/2018	23.9	4.3	59.2	0
15/11/2018	23	8.3	74.2	2.9
16/11/2018	22.7	8.7	71.6	0
17/11/2018	25.5	4.3	52.5	0
18/11/2018	23.5	4.6	58.5	0.8
19/11/2018	23.7	5.4	67.3	10.1
20/11/2018	22.9	7.7	65.4	0
21/11/2018	22.3	10.2	76.5	2.6
22/11/2018	23	8.1	74.6	0
23/11/2018	26.1	5.2	51.5	0

24/11/2018	25.3	1.7	65.2	0
25/11/2018	17.4	8.9	68.7	0.4
26/11/2018	20.7	8.8	77.1	2.9
27/11/2018	24.5	3.5	62.3	0.2
28/11/2018	25.9	3.2	54	0
29/11/2018	26	1.5	52.3	0
30/11/2018	25.6	0.6	50.3	0

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCAVELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
 Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360
 CO - msnm.

Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/12/2018	25	0.4	53.8	0
2/12/2018	24.5	0.8	51	0
3/12/2018	25	1.8	41.5	0
4/12/2018	26.4	1.3	55.2	0
5/12/2018	25	1.1	51.9	0
6/12/2018	23.6	2.5	48.8	0
7/12/2018	18.6	8.9	73.6	0.5
8/12/2018	20	6.4	76.3	2.6
9/12/2018	22.9	4.2	57.2	0
10/12/2018	22.1	3.6	52.4	0
11/12/2018	20.7	5.3	61.1	0
12/12/2018	23	6.1	52.9	0
13/12/2018	24.7	4.9	51.3	0
14/12/2018	25.3	6.6	55.1	7.8
15/12/2018	18.5	5.7	81.7	0
16/12/2018	22.1	7.3	78.3	8.4
17/12/2018	22.3	8.5	79.7	11.2

18/12/2018	21	6.5	75.6	1.6
19/12/2018	20	5.7	70.3	1.1
20/12/2018	20.3	8.1	77	0.5
21/12/2018	19.7	6.2	72.6	0
22/12/2018	23.1	4.7	69.4	1.6
23/12/2018	22.8	5.7	62.8	0.7
24/12/2018	24.5	4.7	64.5	2
25/12/2018	21.7	4.9	66.9	0
26/12/2018	17.7	9.9	71.1	0.2
27/12/2018	24.3	6	76.6	4.2
28/12/2018	21.9	7.6	75.4	7.7
29/12/2018	20.4	6.6	79.4	3.7
30/12/2018	23.2	5.1	65.6	2.1
31/12/2018	20.7	5	70.3	0

PRECIPITACION MENSUAL AÑO 2019

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCANELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
 Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360
 CO - msnm.

Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/01/2019	22.9	6.4	63.9	0
2/01/2019	21.8	8.7	68	0
3/01/2019	24.5	7.3	68	8.4
4/01/2019	22.3	7.3	79.8	1.8
5/01/2019	21.4	7.5	69.4	0
6/01/2019	24.4	6.4	65.7	0.3
7/01/2019	25	5.2	54.9	0
8/01/2019	22.4	6.2	57	3.2
9/01/2019	23.7	8	74.2	2.2
10/01/2019	22.5	7.9	67.2	0
11/01/2019	20.4	8.4	73.7	2.5
12/01/2019	17	6.7	80	7.3
13/01/2019	19	7.6	86.9	21.1
14/01/2019	18	9.1	84.7	2.3
15/01/2019	21.6	8.5	74	7.2
16/01/2019	19.3	7	77.2	1.8
17/01/2019	18.6	8.7	75.9	8.1
18/01/2019	12.6	7.7	91	4.2
19/01/2019	16	7.6	71.9	0.5
20/01/2019	21.8	7.5	71.9	24.7
21/01/2019	20.5	7.1	77.6	0
22/01/2019	19.7	8.6	79.6	0.8
23/01/2019	20.3	8.4	75.6	1.5
24/01/2019	20	8.8	80.4	4.9
25/01/2019	19.1	8.7	83.1	3.1
26/01/2019	18.1	6.8	92.8	5.3

27/01/2019	19	8.7	85.9	5.7
28/01/2019	21.1	8.2	76.1	7.4
29/01/2019	20.1	7.8	84	4.3
30/01/2019	14.5	8.9	90.9	3.8
31/01/2019	20.5	8.4	84.5	3.5

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCANELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
 Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360
 CO - msnm.

Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/02/2019	20.6	7.3	82.6	3.6
2/02/2019	18.8	7.8	81.8	3.5
3/02/2019	17.9	8.1	86.2	4.1
4/02/2019	16.3	8.8	87.5	6.2
5/02/2019	20.8	9.1	80.5	4.1
6/02/2019	18.6	8.3	84.8	12.3
7/02/2019	18.7	6.8	86	3.1
8/02/2019	17.7	7.7	79.1	0
9/02/2019	19	7.6	78.2	0.8
10/02/2019	20.6	7.5	74.2	11.9
11/02/2019	17.6	7.1	85.5	15.6
12/02/2019	12.7	6.7	88	0.8
13/02/2019	21.1	8.3	80.8	14.2
14/02/2019	20.2	7.8	83.5	14.4
15/02/2019	18.6	6.6	84.3	2.1
16/02/2019	21.4	7.9	82	11.6
17/02/2019	20.6	9.2	82.3	3.9
18/02/2019	20.3	8.5	83.8	3.3
19/02/2019	21.1	8.9	76.2	21.6
20/02/2019	18.4	6.8	78.9	0.2
21/02/2019	17.1	8	88.1	13.2

22/02/2019	21.3	7.4	74.4	2.1
23/02/2019	18.8	9.1	82.5	1.3
24/02/2019	20.9	7.9	80.2	4.9
25/02/2019	20.2	6.7	78.7	4.5
26/02/2019	17.1	7.2	83.8	10.8
27/02/2019	19.9	8.1	75.2	0
28/02/2019	19.2	8.6	73.8	0

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCANELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
 Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360
 CO - msnm.

Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/03/2019	18.4	8.3	80.8	2.8
2/03/2019	20	8.4	77.5	3.7
3/03/2019	21	6.7	74.8	0.2
4/03/2019	18.2	7.4	76.7	8.1
5/03/2019	21.7	6	70.2	11.6
6/03/2019	17.7	7.2	83.1	2.3
7/03/2019	21.4	9	76.4	0
8/03/2019	21	8.3	76.3	6.4
9/03/2019	19.9	7.7	83.4	0
10/03/2019	20.7	9.8	76.6	22.7
11/03/2019	20.9	7.9	79.6	27.9
12/03/2019	18.2	8.4	85.6	4
13/03/2019	19	6.7	79.6	1.4
14/03/2019	20	8.9	79.7	16.2
15/03/2019	17.2	7.8	82.4	0.5
16/03/2019	21	7.3	75.4	5.5
17/03/2019	19.6	9.1	85.4	14.1
18/03/2019	20	8	85.4	5.3
19/03/2019	19.8	6.7	80.2	1

20/03/2019	15.2	7	80.8	0.3
21/03/2019	20.4	8.6	76.9	7.6
22/03/2019	20.2	9.1	88.1	10.8
23/03/2019	20.1	8.9	S/D	10.6
24/03/2019	19.7	8.1	88.6	7.7
25/03/2019	20.1	8.2	83.8	14.4
26/03/2019	20.5	6.9	74.9	2.9
27/03/2019	19.8	9.2	83	7.2
28/03/2019	15.8	8.4	91.3	1.8
29/03/2019	18.1	8.3	87.9	0.9
30/03/2019	19	6.4	79.3	0
31/03/2019	20.9	6.5	71.2	0

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCVELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
 Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360
 CO - msnm.

Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/04/2019	19.4	7.9	75.7	3.9
2/04/2019	19	8.7	88	12.5
3/04/2019	21.4	6.7	78.4	0
4/04/2019	22.7	3.6	67	0
5/04/2019	22	1.4	66.2	0
6/04/2019	19	3.8	74.5	0
7/04/2019	19.4	5.9	80.2	0
8/04/2019	20.1	7.3	73.1	0
9/04/2019	23.5	6.3	65.1	0
10/04/2019	21	4.2	79.7	8.3
11/04/2019	20.8	4.7	71.4	0
12/04/2019	21.6	6.1	68.6	0
13/04/2019	22.1	5	78.9	3.3
14/04/2019	20.3	5.5	76.1	2

15/04/2019	22	6.7	75.3	0.7
16/04/2019	16.9	6	79.8	1
17/04/2019	19.3	8.5	76.8	0.6
18/04/2019	19.2	7	77.8	0
19/04/2019	20.8	7.7	79.7	2.8
20/04/2019	17.3	7.4	81.9	0.7
21/04/2019	22.9	5	72.1	0
22/04/2019	19	7.1	79.7	0
23/04/2019	19.7	3.9	73	0.6
24/04/2019	16	9	86.8	0.3
25/04/2019	17.7	8.7	83	0
26/04/2019	22	7.8	75	0.2
27/04/2019	21.5	7.1	68	0
28/04/2019	21.1	6	77.1	0
29/04/2019	21.7	7.5	80.4	2.6
30/04/2019	19.5	5.5	81.3	4.8

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Legenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCANELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
 Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360
 CO - msnm.

Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/05/2019	18	4.8	82.3	0.9
2/05/2019	21.6	4	77.6	0
3/05/2019	22.2	6.4	68.6	0
4/05/2019	21.4	4.5	70.6	0
5/05/2019	19.2	6.7	74.7	0
6/05/2019	21	9.1	73.7	0
7/05/2019	20	3.5	74.7	0
8/05/2019	17.9	4	74.7	0
9/05/2019	20.6	7.5	69.7	3.5
10/05/2019	23.2	4.1	68.4	0

11/05/2019	22.4	4.7	73.5	0.4
12/05/2019	21	6.5	70.9	7.8
13/05/2019	19.3	7.8	81.4	5.4
14/05/2019	19.1	8.7	87.1	1.8
15/05/2019	20	6.6	82.8	3.3
16/05/2019	21.4	3	70.5	0
17/05/2019	21.7	2.7	70.5	0
18/05/2019	22.3	2.5	67.2	0
19/05/2019	22.1	2.6	65.8	0
20/05/2019	22.3	1.7	67.5	0
21/05/2019	21.7	0.2	67	0
22/05/2019	20.2	2	76.6	1.9
23/05/2019	20.5	2.8	73	0
24/05/2019	21.2	1	72.2	0
25/05/2019	22.2	4.1	76.7	1.8
26/05/2019	22	2.5	71.4	0
27/05/2019	22.2	2.6	67.5	0
28/05/2019	22.3	1.5	68.8	0
29/05/2019	21.3	3.1	72.7	0
30/05/2019	22.1	2.9	79.1	0
31/05/2019	23.2	2.6	79.3	0

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCANELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
 Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360
 CO - msnm.

Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/06/2019	22	3	79.2	0
2/06/2019	22.1	2.9	84.2	0
3/06/2019	19.2	3.1	80.7	0
4/06/2019	20.6	4.5	81.6	0
5/06/2019	21.5	2.9	77.9	0

6/06/2019	20.3	0.9	74.8	0
7/06/2019	21.5	0.6	81.2	0
8/06/2019	22	0.9	81.3	0
9/06/2019	21.3	1.7	81.3	0
10/06/2019	22	4	78.9	0
11/06/2019	22.8	3.1	76	0
12/06/2019	23.1	4.1	77.5	0
13/06/2019	22.5	2.7	78.1	0
14/06/2019	22.6	1.7	76.6	0
15/06/2019	21.4	2.6	81.3	3.2
16/06/2019	19.9	3.5	77.2	3.7
17/06/2019	19	6.6	78.7	0
18/06/2019	22.2	5	71.3	0
19/06/2019	21.6	3	66	0
20/06/2019	15.3	1.7	76.2	0
21/06/2019	20.4	0.2	75.3	0
22/06/2019	20.4	-1.2	73.1	0
23/06/2019	21.2	-1.1	74.3	0
24/06/2019	21.3	-1.8	72	0
25/06/2019	21	-2	63.1	0
26/06/2019	21.1	-1.6	65.9	0
27/06/2019	20.1	3.3	65.9	0.1
28/06/2019	20.5	5.6	67.3	1.3
29/06/2019	21.2	6.1	71.3	0
30/06/2019	21.7	7.2	68.3	0

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Legenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCANELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
 Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360 msnm.
 CO -
 Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/07/2019	21.9	1.3	62.7	0

2/07/2019	22.8	1	66.5	0
3/07/2019	24	-2.7	58.9	0
4/07/2019	23	-1.8	65.4	0
5/07/2019	21.6	3.5	59.3	0
6/07/2019	17.6	1	73	0
7/07/2019	21.5	1.6	68.3	0
8/07/2019	21.9	2.9	65.8	0
9/07/2019	21.6	0.9	68.5	0
10/07/2019	21.3	0.1	63.3	0
11/07/2019	21.9	-3	69.3	0
12/07/2019	22.9	-0.7	62.9	0
13/07/2019	22.2	-1.2	57.8	0
14/07/2019	21	0.1	61.5	0
15/07/2019	21.9	-1.1	61.1	0
16/07/2019	20.1	4.3	68.5	0
17/07/2019	17.3	6.7	80.6	7.9
18/07/2019	19	4.2	75.4	0
19/07/2019	18.8	4.5	79.7	0.4
20/07/2019	20.3	2.4	70.8	0
21/07/2019	20.2	3.6	64.9	2.1
22/07/2019	21.7	4.6	62.7	4.9
23/07/2019	18.4	4	81.4	0
24/07/2019	21.5	3.2	67.7	0
25/07/2019	20.6	-1.1	58.3	0
26/07/2019	22	-2.1	61	0
27/07/2019	19.2	1.8	75.4	3.6
28/07/2019	21	2.7	69.4	0
29/07/2019	22.7	2.9	64.1	0
30/07/2019	21.3	0.4	62.3	0
31/07/2019	21.6	-0.3	59.7	0

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCVELICA Provincia : ANGARAES

Distrito : LIRCAY

Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360
 CO - msnm.

Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/08/2019	22.4	0.1	62.5	0
2/08/2019	22.7	0.2	68.2	0
3/08/2019	22	0.9	64.8	0
4/08/2019	21.7	2.7	66.3	0
5/08/2019	22	-2.1	67.9	0
6/08/2019	22.3	-0.5	65	0
7/08/2019	22.2	-2.3	59.4	0
8/08/2019	20.7	-2.7	65.3	0
9/08/2019	20.5	-0.1	61.7	0
10/08/2019	20.3	2.4	65.2	0
11/08/2019	22.2	0.9	67	0
12/08/2019	22.4	3.3	54	0
13/08/2019	18.3	4.9	63.9	0
14/08/2019	21.2	3.3	68.6	0
15/08/2019	22.9	1.1	56.7	0
16/08/2019	23.5	-0.6	54.1	0
17/08/2019	23.8	-0.3	61.4	0
18/08/2019	23.7	0.5	58.7	0
19/08/2019	21.9	1.3	65.5	0
20/08/2019	20.7	5.5	64.1	0
21/08/2019	16.3	5.9	71.6	0
22/08/2019	20.8	2.2	64	0
23/08/2019	20	2.7	59.7	0
24/08/2019	21.6	-0.1	66.1	0
25/08/2019	22.7	0.9	61.2	0
26/08/2019	21.6	-2.9	60.6	0
27/08/2019	21.4	2.2	66.1	0
28/08/2019	21	4.2	59.8	0
29/08/2019	23.4	1	59	0
30/08/2019	20.7	1.4	60.5	0
31/08/2019	23.6	2.5	59.2	0

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCVELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
 Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360
 CO - msnm.

Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/09/2019	23	2	64.4	0
2/09/2019	24.4	1	67.4	0.4
3/09/2019	19.7	6.8	70.7	0
4/09/2019	19.9	7.3	67.7	0
5/09/2019	16.2	6.5	74.4	0
6/09/2019	20.2	6.8	79	5.7
7/09/2019	17.7	6.5	81.2	2.2
8/09/2019	17.9	5.4	74.2	0.3
9/09/2019	22.1	3.5	64.5	0
10/09/2019	21.7	7.7	65.5	0
11/09/2019	16.8	6.9	76.8	0.1
12/09/2019	20.6	7.7	82.4	4
13/09/2019	20.6	7.8	79	0
14/09/2019	19	9.5	72.1	0
15/09/2019	22.7	3.5	67.1	0
16/09/2019	23.7	3.9	69.9	0
17/09/2019	23.5	3.5	71.3	0
18/09/2019	25.5	4.4	73.7	0
19/09/2019	24.1	6.1	68.5	0
20/09/2019	22.6	9.7	71.7	0
21/09/2019	13.7	8.6	86.6	0.5
22/09/2019	21.6	6.9	76.4	0
23/09/2019	21.7	4.9	61.1	0
24/09/2019	21.5	6.3	72.3	0
25/09/2019	21.6	9.1	81.3	0
26/09/2019	24.9	4.9	72	0
27/09/2019	23.2	4.7	71.1	0
28/09/2019	24.7	6.1	67.1	0
29/09/2019	23.9	5.5	74	0
30/09/2019	22	7.5	77.2	0

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Legenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCVELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360 msnm.
CO -
Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/10/2019	18.5	7	72.2	1
2/10/2019	19.4	7.3	77.9	8.7
3/10/2019	18.7	6.9	83.1	4.1
4/10/2019	22.3	4.9	71.2	0
5/10/2019	24.6	3.9	69.4	0
6/10/2019	21.4	4.4	76.7	0.5
7/10/2019	23	1.4	79	0
8/10/2019	23.5	1.8	53.3	0
9/10/2019	22	3.5	58.6	0
10/10/2019	23.5	4.4	56.2	0.5
11/10/2019	19.4	7.7	71.7	0.7
12/10/2019	20.6	5.2	61.6	0
13/10/2019	22.4	6.1	69.5	1.2
14/10/2019	23.6	6.1	62.1	0
15/10/2019	17.7	6	68.4	1.1
16/10/2019	23	8.1	70	0
17/10/2019	19.9	7.5	78.1	6.8
18/10/2019	15.2	6.5	89.5	15.3
19/10/2019	17.9	5.7	88.5	1.9
20/10/2019	22.1	5	70.4	0
21/10/2019	24	2.4	62.1	0.4
22/10/2019	24.3	4.5	63.3	0
23/10/2019	24.5	2.3	59.9	0
24/10/2019	22.9	6.3	60	0
25/10/2019	23.1	6.9	62.8	0
26/10/2019	21.9	8	63.1	0
27/10/2019	23	8.3	67	0
28/10/2019	23.9	6.7	63.4	0

29/10/2019	24.3	4.4	66.7	0
30/10/2019	19.5	7.5	63.7	0
31/10/2019	21.1	5.9	65.6	0

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Legenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LIRCAY

Departamento : HUANCVELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
 Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360
 CO - msnm.

Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/11/2019	24.2	7	65.6	0.4
2/11/2019	22.7	7.5	77.4	1.5
3/11/2019	20.2	8.7	85.5	6.7
4/11/2019	21.6	2.6	74.5	1
5/11/2019	21	8.7	79.5	1.4
6/11/2019	19.3	9.1	85.2	1.2
7/11/2019	20.9	7.5	72.9	2.7
8/11/2019	19.7	6.5	78.6	0.2
9/11/2019	23.2	5.3	68.6	0.4
10/11/2019	20.1	8.9	77.7	3.4
11/11/2019	20.5	5.9	78.8	0
12/11/2019	22.3	5	76.3	3
13/11/2019	24	5.2	70.6	0
14/11/2019	25.6	5.4	71.2	0
15/11/2019	21.5	9.4	75.8	0.5
16/11/2019	23.8	6.1	74.2	5.8
17/11/2019	23.7	6.4	74.9	4.2
18/11/2019	21.3	6.9	78.3	28.2
19/11/2019	16.8	6.1	75.2	0.8
20/11/2019	19.7	8.2	76.8	0
21/11/2019	18.4	6.7	75.8	1.8
22/11/2019	21.2	4.9	72.4	0
23/11/2019	21.8	5.6	76.8	1.4

24/11/2019	17.6	7.9	80.1	0.9
25/11/2019	21.5	7.5	78.5	0.6
26/11/2019	23.3	5.9	79.7	12.1
27/11/2019	22.7	7.2	71	0
28/11/2019	23.1	5.8	77.7	0
29/11/2019	24.3	4.6	68.1	0
30/11/2019	23	6.2	72.4	0

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Legenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

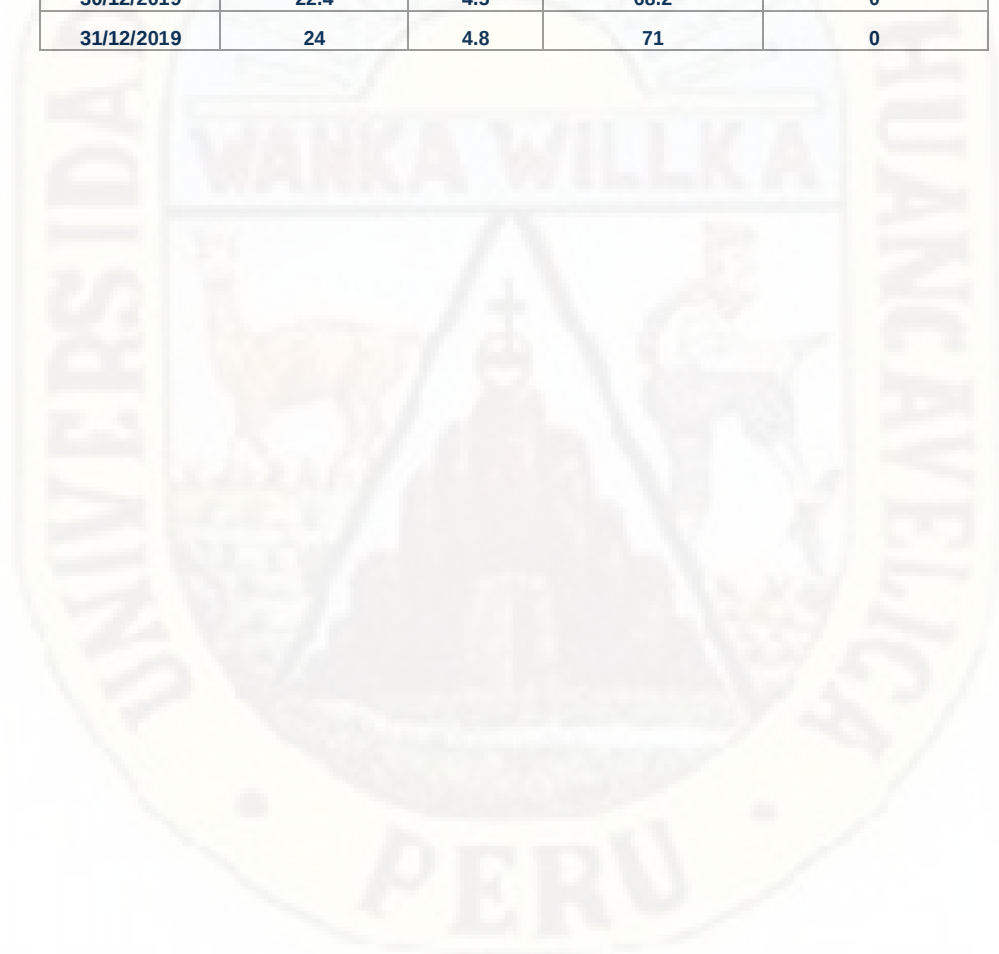
Estación : LIRCAY

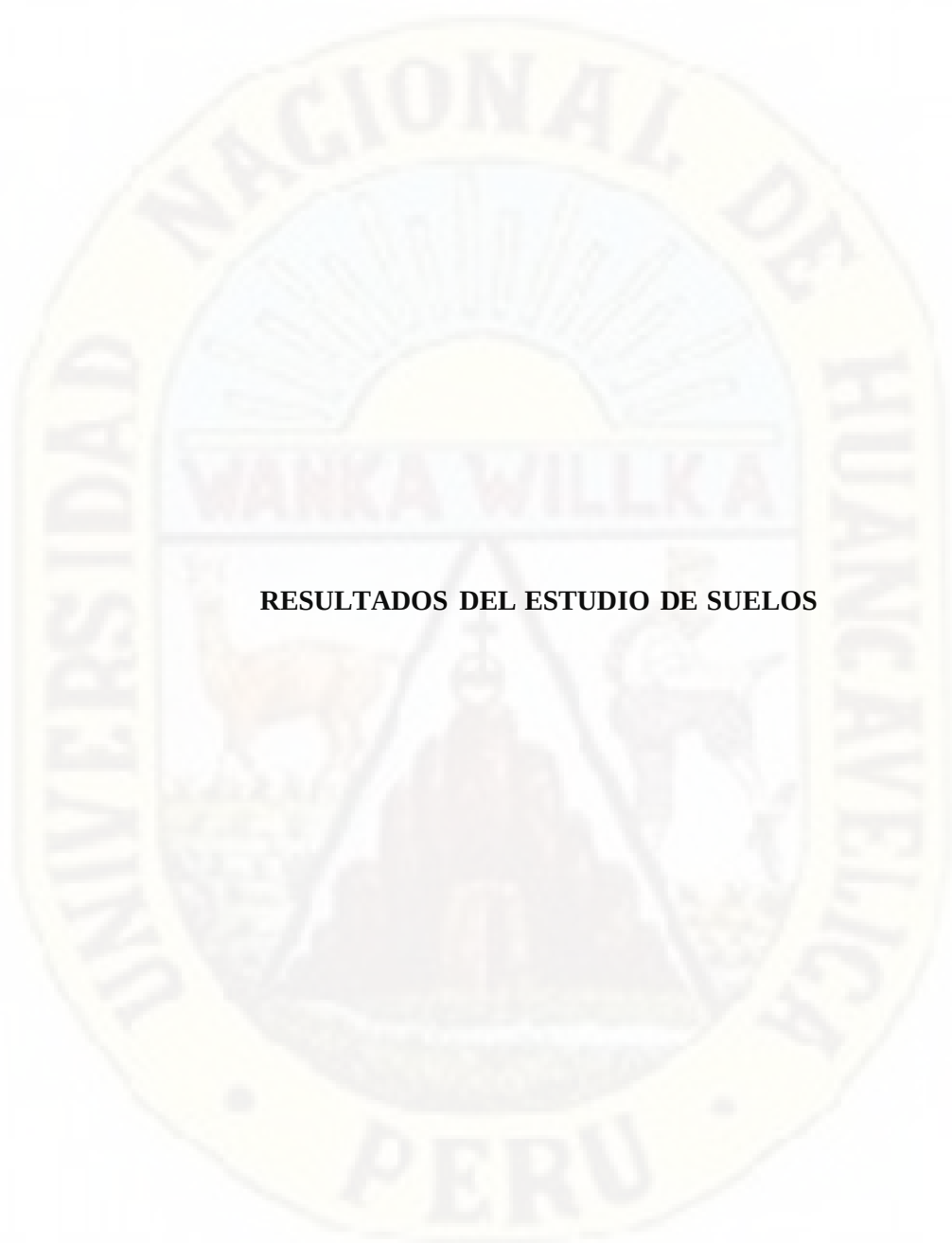
Departamento : HUANCANELICA Provincia : ANGARAES Distrito : LIRCAY
 Latitud : 12°58'55" Longitud : 74°43'5.1" Altitud : 3360
 CO - msnm.

Tipo : Meteorológica Código : 112065

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/12/2019	23.1	8	64.1	0
2/12/2019	22.8	10	70.6	15.2
3/12/2019	16.7	8.7	87.7	4.9
4/12/2019	21.3	8.3	79.9	15.6
5/12/2019	19.6	7.9	73.4	6
6/12/2019	17.4	8.4	83	9
7/12/2019	21.1	8.3	82.1	3.8
8/12/2019	22	6	75.7	1.9
9/12/2019	21.3	6.4	78.1	2.6
10/12/2019	22.3	6.9	74.1	0
11/12/2019	20.4	8.1	71.2	0
12/12/2019	22.9	7	66.8	0
13/12/2019	20.5	6.5	85	19.3
14/12/2019	16.5	8.2	87	11.8
15/12/2019	20.2	7.5	75.4	6.8
16/12/2019	18.4	8.1	75.4	2.8
17/12/2019	20.6	7.3	79.5	0.6
18/12/2019	18.2	8.6	84.4	6.8
19/12/2019	14.5	8.1	83.7	1.5

20/12/2019	17.8	8.8	83	6.7
21/12/2019	20.1	7.5	82.5	25.5
22/12/2019	16.7	7.8	81.1	0
23/12/2019	21.4	8.1	72.2	14.5
24/12/2019	17.7	8.3	85.4	19.9
25/12/2019	18.7	6.9	80.1	6.5
26/12/2019	21.1	7.6	79.3	0
27/12/2019	22.3	7.6	73.6	1.1
28/12/2019	23.2	5.9	72.4	5.9
29/12/2019	22.9	7.3	67.9	0
30/12/2019	22.4	4.5	68.2	0
31/12/2019	24	4.8	71	0





RESULTADOS DEL ESTUDIO DE SUELOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY
AREA DE PRODUCCION Y SERVICIOS



PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE PERDIDA DE SUELO POR EROSION HIDRICA EN LAS RIBERAS DEL RIO LIRCAY EN LAS PROGRESIVAS 3+250 KM HASTA 3+290 KM. TRAMO LIRCAY - OCCPA, ANGARAES - HUANCAMELICA

TESISTAS : Bach FLORES MENDOZA, KATTIA ADELA
: Bach QUISPE ROJAS, GLORIA MARGOTH

ENSAYO : CONTENIDO DE HUMEDAD

NORMA : N.T.P. 339.127 ASTM: D-2216

Procedencia : Angaraes - Lircay

Fecha : 18/11/2020

Muestreo por : K.A.F.M/G.M.Q.R.

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

CONTENIDO DE HUMEDAD(N.T.P.-339.127)		Muestra N°:	1	
		Calicata N°	C-1	
		Potencia:	1.5 m	
N° DE PRUEBA		1	2	3
N° TARRO	UND.	L-7	L-8	L-9
Peso Del Tarro	Gr.	30.00	31.00	30.00
Tarro + Muestra Humedo	Gr.	112.00	115.00	116.00
Tarro + Muestra Seco	Gr.	102.00	105.00	106.00
Peso del Agua Contenida	Gr.	10.00	10.00	10.00
Peso De la Muestra Seca	Gr.	72.00	74.00	76.00
% De Humedad	Gr.	13.889	13.514	13.158
HUMEDAD PROM. (%)		13.520		

OBSERVACIONES:

Ing. CAMACU JEDA, Enrique Roberto
JEFE DEL LABORATORIO DE LA E.P.I.C.
LIRCAY

Ing. PAITAN CCORPA, Henry Gabriel
Laboralista de la EPIC Civil - Lircay



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCATELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY
AREA DE PRODUCCION Y SERVICIOS



PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE PERDIDA DE SUELO POR EROSION HIDRICA EN LAS RIBERAS DEL RIO LIRCAY EN LAS PROGRESIVAS 3+250 KM HASTA 3+290 KM. TRAMO LIRCAY - OCOPA - ANGARAES - HUANCATELICA

TESISTAS : Bach. FLORES MENDOZA, KATTIA ADELA
: Bach. QUISPE ROJAS, GLORIA MARGOTH

ENSAYO : LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO

NORMA : N.T.P. 339.139 ASTM: D4318

Procedencia : Angaraes - Lircay

Fecha : 18/11/2020

Muestreo por : K.A.F./M.G.M.Q.R.

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

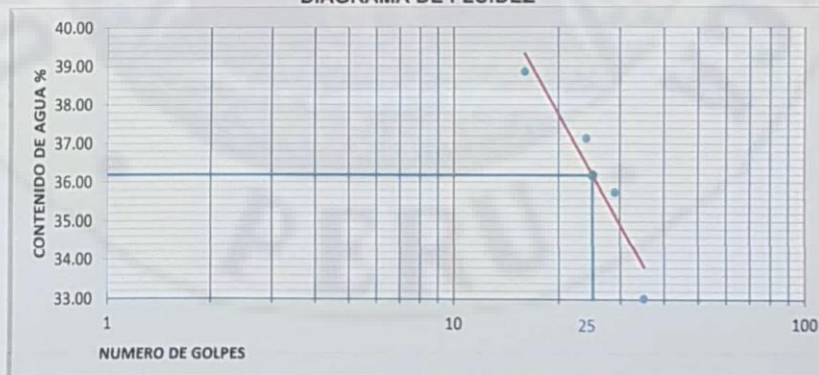
LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO (NTP
339.139 ASTM D4318)

Muestra 1
Calicata: C-1
Potencia: 1.5 m

LIMITES DE CONSISTENCIA

	LIMITE PLASTICO			LIMITE LIQUIDO			
	1	2	3				
PRUEBA N°	1	2	3				
FRASCO N°	J-3	J-4		L-6	L-7	L-8	L-9
N° DE GOLPES				35	29	24	16
W FRASCO + S. HUMEDO (gr)	33.50	37.10		59.00	58.10	53.60	54.30
W FRASCO + S. SECO (gr)	32.60	35.60		51.80	50.70	47.10	47.50
PESO DEL AGUA (gr)	0.90	1.50		7.20	7.40	6.50	6.80
PESO DEL FRASCO (gr)	30.00	31.30		30.00	30.00	29.60	30.00
PESO DEL SUELO SECO (gr)	2.60	4.30		21.80	20.70	17.50	17.50
CONTENIDO DE HUMEDAD (gr)	34.62	34.88		33.03	35.75	37.14	38.86

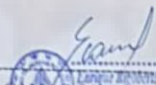
DIAGRAMA DE FLUIDEZ

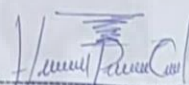


RESULTADOS

LIMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA			
LIM. LIQUIDO (%)	LL	=	36.19
LIM. PLASTICO (%)	LP	=	34.8
IND. PLASTICO (%)	IP	=	1.44
CONTENIDO DE HUMEDAD	Wn:	=	13.52
GRADO DE CONSISTENCIA	Kw:	=	15.74
GRADO DE CONSISTENCIA			

OBSERVACIONES:


 Ing. GAMAC OJEDA, Enrique Rigoberto
 JEFE DEL LABORATORIO DE LA E.P.I.C.
 LIRCAY


 Ing. PAITAN CCORPA, Henry Gabriel
 Laboratorista de la EPIC Civil - Lircay



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY
ÁREA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS



PROYECTO	: DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE PERDIDA DE SUELO POR EROSIÓN HIDRICA EN LAS RIBERAS DEL RIO LIRCAY EN LAS PROGRESIVAS 3+250 KM HASTA 3+290 KM. TRAMO LIRCAY - OCOPA - ANGARAES - HUANCVELICA		
TESISTAS	Bach.	FLORES MENDOZA, KATTIA ADELA	
	Bach.	QUISPE ROJAS, GLORIA MARGOTH	
ENSAYO	: ANALISIS GRANULOMETRICO		
NORMA	: NTP: 339.128 ASTM: D422		
Procedencia	: Angaraes - Lircay		
Fecha	: 18/11/2020		
Muestreo por	: K.A.F.M/G.M.Q.R.		
Revisado por	: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH		
ANALISIS GRANULOMETRICO (NTP 339.128 ASTM-D422)	Muestra N°:	1	
	Calicata N°	C-1	
	Potencia:	1.5 m	

Humedad de la muestra (%)

PESO SECO+TARA(gr) 4900

PESO TARA-1 (gr) 0

PESO SECO DESPUES DE LAVADO (gr) 4682

PESO TARA-2 (gr) 0

Peso Seco de muestra Usada: 4900

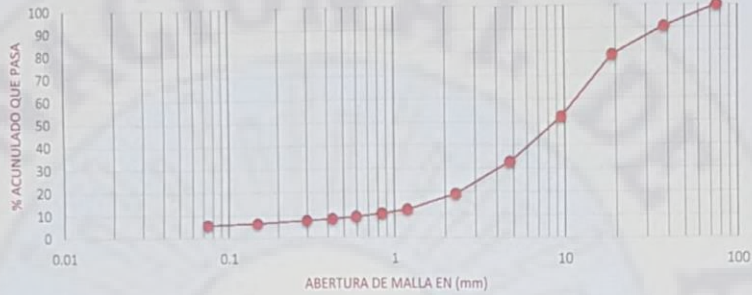
Peso para el tamizado: 4682

Fondo: 218

ACUMULADO						
ASTM	mallá mm	Peso retenido (gr.)	Peso corregido (gr)	% parcial retenido	% Retenido	% que Pasa
3"	76.2	0	0	0	0	100
1 1/2"	38.1	460	460	9.388	9.388	90.612
3/4"	19.05	576	576	11.755	21.143	78.857
3/8"	9.525	1282	1282	26.163	47.306	52.694
#4	4.76	960	960	19.592	66.898	33.102
#8	2.3	684	684	13.959	80.857	19.143
#16	1.19	330	330	6.735	87.592	12.408
#20	0.84	80	80	1.633	89.225	10.775
#30	0.59	64	64	1.306	90.531	9.469
#40	0.426	48	48	0.98	91.511	8.489
#50	0.297	36	36	0.735	92.246	7.754
#100	0.149	60	60	1.224	93.47	6.53
#200	0.074	32	32	0.653	94.123	5.877
plástico x lavado		218				
plástico x tamizado		70	288	5.878	100	0
SUMA		4900	4900	100		

DIFERENCIA DE PESOS (gr): 0 DE 4900.00

ANALISIS GRANULOMETRICO



INTERPOLACION D10

P.S = 10.775
P.I = 9.469
D.S = 0.840
D.I = 0.59
D10 = 0.692

INTERPOLACION D30

P.S = 33.102
P.I = 19.143
D.S = 4.76
D.I = 2.3
D30 = 4.213

INTERPOLACION D60

P.S = 78.857
P.I = 52.694
D.S = 19.050
D.I = 9.525
D60 = 12.185

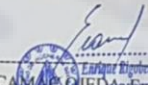
Coefficiente de Uniformidad

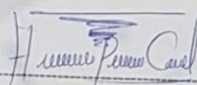
$C_u = 17.608$

Coefficiente de Curvatura:

$C_c = 2.105$

OBSERVACIONES:


Ing. CAMACHO RIGOBERTO Camacho Rigoberto
JEFE DEL LABORATORIO DE LA E.P.I.C.
LIRCAY


Ing. PAITAN CCORPA, Henry Gabriel
Laboratorista de la EPIC Civil - Lircay



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY
AREA DE PRODUCCION Y SERVICIOS



PROYECTO

"DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE PERDIDA DE SUELO POR EROSION HIDRICA EN LAS RIBERAS DEL RIO LIRCAY, EN LAS PROGRESIVAS 3+250 KM HASTA 3+290 KM. TRAMO LIRCAY - OCOPA, ANGARAES - HUANCAMELICA"

TESISTAS

FLORES MENDOZA, KATTIA ADELA
QUISPE ROJAS, GLORIA MARGOTH

Procedencia : Angaraes - Lircay
Fecha : 18/11/20
Calicata : C-1
Revisado por : Laboratorio de Mecanica de Suelos, Tecnologia de Concreto y Asfalto - UNH

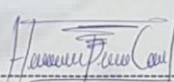
PERFIL ESTATIGRAFICO

PROF. (m)	TIPO DE EXCAV.	MUESTRA	SIMB.	DESCRIPCION DEL ESTRATO	CLASIFICACION SUCS
0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50	A CIELO ABIERTO	M-0		SUELO ORGANICO	Pt
		M-1		ARCILLA LIGERA CON GRAVA	GC
		M-2		Grava mal graduada arenoso concopo fino y Grava limosas mezcla grava, arena y limo	GP __ GM



Enrique Rigoberto Camac Ojeda
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 19875

Ing. CAMAC OJEDA, Enrique Rigoberto
JEFE DEL LABORATORIO DE LA E.P.I.C.
LIRCAY



Ing.
PAITAN CCORPA, Henry Gabriel
Laboratorista de la EPIC Civil - Lircay



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY

ÁREA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS



PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE PERDIDA DE SUELO POR EROSIÓN HÍDRICA EN LAS RIBERAS DEL RÍO LIRCAY, EN LAS PROGRESIVAS 3+250 KM HASTA 3+290 KM, TRAMO LIRCAY - OCCPA, ANGAERES - HUANCAMELICA

TESISTAS : Bach. FLORES MENDOZA, KATTIA ADELA

: Bach. QUISPE ROJAS, GLORIA MARGOTH

ENSAYO : CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S.

NORMA : ASTM: D-2487

Procedencia : Angaraes - Lircay

Fecha : 18/11/2020

Muestreo por : K.A.F.M/G.M.Q.R.

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S.()	Muestra N°:	1
	Calicata N°	C-1
	Potencia:	1.5 m

% Que pasa malla N°200	5.877	D10:	0.692
% Que pasa malla N°4	33.102	D30:	4.213
Límite líquido LL:	36.19	D60:	12.185
Límite plástico LP:	34.75	Cu:	17.608
Índice de plasticidad IP:	1.44	Cc:	2.105

Tipo de suelo según su granulometría:	SUELO GRUESO
Tipo de simbología:	Simbología Simple
Tipo de suelo:	GP __ GM
Suelo:	Grava mal graduado arenoso con poco fino y Grava limosas mezcla grava, arena y limo
Característica del suelo	GP __ GM

OBSERVACIONES:

Ing. CAMAC OJEDA, Enrique Rigoberto
JEFE DEL LABORATORIO DE LA E.P.I.C.
LIRCAY

Ing. PAITAN CCORPA, Henry Gabriel
Laboratorista de la EPIC Civil - Lircay



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY
AREA DE PRODUCCION Y SERVICIOS



PROYECTO	: DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE PERDIDA DE SUELO POR EROSION HIDRICA EN LAS RIBERAS DEL RIO LIRCAY, EN LAS PROGRESIVAS 3+250 KM HASTA 3+290 KM, TRAMO LIRCAY - OCOPA - ANGARAES - HUANCAMELICA		
TESISTAS	Bach.	FLORES MENDOZA, KATTIA ADELA	
	Bach.	QUISPE ROJAS, GLORIA MARGOTH	
ENSAYO	: CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO		
NORMA	:		
Procedencia	: Angaraes - Lircay		
Fecha	: 18/11/2020		
Muestreo por	: H.G.P.C		
Revisado por	: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH		
CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO(-)	Muestra N°:	1	
	Calicata N°	C-1	
	Potencia:	1.5 m	

CLASIFICACION DE SUELOS

GP _ GM

COHESION:

C= 0.011 Kg/cm2 Nq= 7.94

ANGULO DE FRICCION:

φ= 22.15 ° Nc= 17.05

PESO UNITARIO DEL SUELO SOBRE EL NIVEL DE FUNDACION:

γm = 1.6 gr/cm3 Ny= 7.28

PESO UNITARIO DEL SUELO BAJO EL NIVEL DE FUNDACION:

γm = 1.65 gr/cm3 Sy = 0.60

ANCHO DE LA CIMENTACION

B = 1 m sq = 1.41

LARGO DE LA CIMENTACION

L = 1 m Sc= 1.47

PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACION

Df = 1 m

FACTOR DE SEGURIDAD

ES = 3

$$q_{ult} = CN_c S_c + \frac{1}{2} \gamma B S_y N_y + \gamma D_f S_q N_q$$

CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA

q(ult)= 2.232 Kg/cm2

CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA

q(adm)= 0.74 kg/cm2

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \phi$$

Ing. CAMACORDEA, Rigoberto
JEFE DEL LABORATORIO DE LA E.P.I.C.
LIRCAY

Ing. PAITAN CCORPA, Henry Gabriel
Laboratorista de la EPIC Civil - Lircay



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY
ÁREA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS



PROYECTO : "DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE PERDIDA DE SUELO POR EROSIÓN HIDRICA EN LAS RIBERAS DEL RIO LIRCAY, EN LAS PROGRESIVAS 3+250 KM HASTA 3+290 KM, TRAMO LIRCAY - OCOPA, ANGARAES - HUANCVELICA"

TESISTAS : Bach. FLORES MENDOZA, KATTIA ADELA
: Bach. QUISPE ROJAS, GLORIA MARGOTH

ENSAYO : CONTENIDO DE HUMEDAD

NORMA : N.T.P.: 339.127 ASTM: D-2216

Procedencia : Angaraes - Lircay

Fecha : 18/11/2020

Muestreo por : K.A.F.M/G.M.Q.R.

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

CONTENIDO DE HUMEDAD(N.T.P.:339.127)		Muestra N°. 2 Calicata N° C-2 Potencia: 1.5m		
N° DE PRUEBA		1	2	
N° TARRO	UND.	L-7	L-8	3
Peso Del Tarro	Gr.	81.00	72.00	L-9
Tarro + Muestra Humedo	Gr.	312.00	322.00	60.00
Tarro + Muestra Seco	Gr.	280.00	287.00	284.00
Peso del Agua Contenida	Gr.	32.00	35.00	244.00
Peso De la Muestra Seca	Gr.	199.00	215.00	40.00
% De Humedad	Gr.	16.08	16.279	184.00
HUMEDAD PROM. (%)		21.739		
		18.033		

OBSERVACIONES:

Ing. CAMAGUJEDA, Rigoberto
JEFE DEL LABORATORIO DE LA E.P.I.C.
LIRCAY

PAITAN CCORPA, Henry Gabriel
Laboratorista de la EPIC Civil - Lircay



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY
AREA DE PRODUCCION Y SERVICIOS



PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE PERDIDA DE SUELO POR EROSION HIDRICA EN LAS RIBERAS DEL RIO LIRCAY, EN LAS PROGRESIVAS 3+250 HASTA 3+290 KM. TRAMO LIRCAY - OCCPA, ANGARAES - HUANCAMELICA

TESISTAS : Bach. FLORES MENDOZA, KATTIA ADELA
: Bach. QUISPE ROJAS, GLORIA MARGOTH

ENSAYO : LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO

NORMA : N.T.P. 339.139 ASTM: D4318

Procedencia : Angaraes - Lircay

Fecha : 18/11/2020

Muestreo por : K.A.F.M/G.M.Q.R.

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

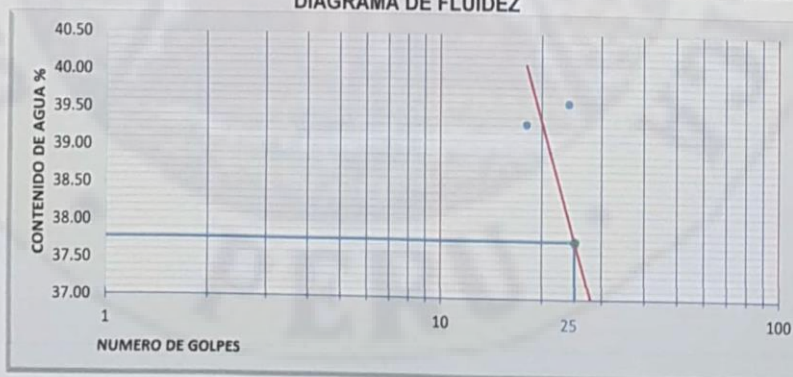
LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO (NTP
339.139 ASTM D4318)

Muestra 2
Calicata: C-2
Potencia: 1.5m

LIMITES DE CONSISTENCIA

	LIMITE PLASTICO			LIMITE LIQUIDO			
PRUEBA N°	1	2	3				
FRASCO N°	J-3	J-4		L-6	L-7	L-8	L-9
N° DE GOLPES				38	29	24	18
W FRASCO + S. HUMEDO (gr)	31.90	32.90		67.20	69.20	63.90	65.30
W FRASCO + S. SECO (gr)	31.50	32.25		59.30	60.50	56.10	57.20
PESO DEL AGUA (gr)	0.40	0.65		7.90	8.70	7.80	8.10
PESO DEL FRASCO (gr)	30.00	30.00		36.40	36.50	36.40	36.60
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1.50	2.25		22.90	24.00	19.70	20.60
CONTENIDO DE HUMEDAD (gr)	26.67	28.89		34.50	36.25	39.59	39.32

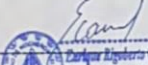
DIAGRAMA DE FLUIDEZ

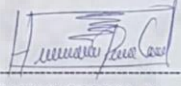


RESULTADOS

LIMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA			
LIM. LIQUIDO (%)	LL	=	37.77
LIM. PLASTICO (%)	LP	=	27.8
IND. PLÁSTICO (%)	IP	=	9.99
CONTENIDO DE HUMEDAD	W _h	=	18.03
GRADO DE CONSISTENCIA	K _w	=	1.98
GRADO DE CONSISTENCIA			

OBSERVACIONES:


 Ing. CARLOS OCHOA RIGOBERTO
 JEFE DEL LABORATORIO DE LA E.P.I.C.
 LIRCAY


 Ing. PAITAN CCORPA, Henry Gabriel
 Laboratorista de la EPIC Civil - Lircay



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY
ÁREA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS



PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE PERDIDA DE SUELO POR EROSIÓN HÍDRICA EN LAS RIBERAS DEL RÍO LIRCAY, EN LAS PROGRESIVAS 3+250 KM HASTA 3+290 KM. TRAMO LIRCAY - OCOPA - ANGARES - HUANCAVELICA

TESISTAS : Bach. FLORES MENDOZA, KATTIA ADELA
: Bach. QUISPE ROJAS, GLORIA MARGOTH

ENSAYO : ANALISIS GRANULOMETRICO

NORMA : NTP: 338.128 ASTM: D422

Procedencia : Angares - Lircay

Fecha : 18/11/2020

Muestreo por : K.A.F.M/G.M.Q.R.

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

ANALISIS GRANULOMETRICO (NTP 338.128
ASTM-D422)

Muestra N°: 2
Calicata N°: C-2
Potencia: 1.5m

Humedad de la muestra (%)

PESO SECO+TARA(gr) 2200

PESO TARA-1 (gr) 0

PESO SECO DESPUES DE LAVADO (gr) 868

PESO TARA-2 (gr) 0

Peso Seco de muestra Usada: 2200

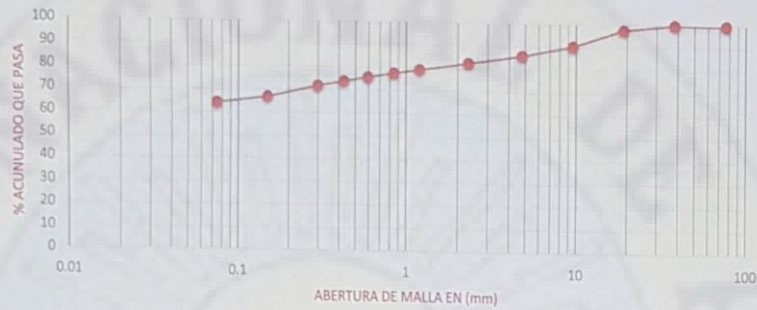
Peso para el tamizado: 868

Fondo: 1332

						ACUMULADO
ASTM	mallá mm	Peso retenido (gr.)	Peso corregido (gr)	% parcial retenido	% Retenido	% que Pasa
3"	76.2	0	0	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	0	0	100
3/4"	19.05	50	50	2.273	2.273	97.727
3/8"	9.525	158	158	7.182	9.455	90.545
#4	4.75	92	92	4.182	13.637	86.363
#8	2.3	80	80	3.636	17.273	82.727
#16	1.19	72	72	3.273	20.546	79.454
#20	0.84	36	36	1.636	22.182	77.818
#30	0.59	42	42	1.909	24.091	75.909
#40	0.426	40	40	1.818	25.909	74.091
#50	0.297	46	46	2.091	28	72
#100	0.149	106	106	4.818	32.818	67.182
#200	0.074	60	60	2.727	35.545	64.455
plátalo x lavado		1332				
plátalo x tamizado		86	1418	64.455	100	0
SUMA		2200	2200	100		

DIFERENCIA DE PESOS (gr): 0 DE 2200.00

ANALISIS GRANULOMETRICO



INTERPOLACION D10

P.S = 64.455
P.I = 0
D.S = 0.074
D.I = 0
D10 = 0.011

INTERPOLACION D30

P.S = 64.455
P.I = 0.000
D.S = 0.074
D.I = 0
D30 = 0.034

INTERPOLACION D60

P.S = 64.455
P.I = 0.000
D.S = 0.074
D.I = 0.000
D60 = 0.069

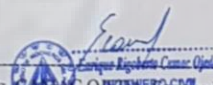
Coefficiente de Uniformidad

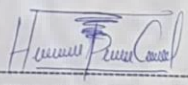
Cu= 6.273

Coefficiente de Curvatura:

Cc= 1.523

OBSERVACIONES:


Ing. GERMÁN OCHOA RIGOBERTO
JEFE DEL LABORATORIO DE LA E.P.I.C.
LIRCAY


Ing. PAITAN CCORPA, Henry Gabriel
Laboratorista de la EPIC Civil - Lircay



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY
ÁREA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS



PROYECTO

"DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE PERDIDA DE SUELO POR EROSIÓN HIDRICA EN LAS RIBERAS DEL RÍO LIRCAY, EN LAS PROGRESIVAS 3+250 KM HASTA 3+290 KM, TRAMO LIRCAY - OCOPA, ANGARAES - HUANCVELICA"

TESISTAS

FLORES MENDOZA, KATTIA ADELA
QUISPE ROJAS, GLORIA MARGOTH

Procedencia : Angaraes - Lircay
Fecha : 18/11/20
Calicata : C-2
Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

PERFIL ESTATIGRAFICO

PROF. (m)	TIPO DE EXCAV.	MUESTRA	SIMB.	DESCRIPCION DEL ESTRATO	CLASIFICACION SUCS
0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50	A CIELO ABIERTO	M-0		SUELO ORGANICO	Pt
		M-1		Arenas limosas mezclas mal graduadas de arenas y limo, arenas arcillosas mezclas mal graduadas de arena y arcilla color amarillo claro con una humedad natural = 14.56%	SM-SC
		M-2		Arcillas organicas limosas de baja plasticidad	OL

Ing. CAMILO OIEDA BARRIGA Rigoberto
JEFE DEL LABORATORIO DE LA E.P.I.C.
LIRCAY

Ing. PAITAN CCORPA, Henry Gabriel
Laboratorista de la EPIC Civil - Lircay



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCATELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY
AREA DE PRODUCCION Y SERVICIOS



PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE PERDIDA DE SUELO POR EROSION HIDRICA EN LAS RIBERAS DEL RIO LIRCAY EN LAS PROGRESIVAS 3+250 KM HASTA 3+290 KM. TRAMO LIRCAY - OCOPA - ANGARAES - HUANCATELICA

TESISTAS : Bach. FLORES MENDOZA, KATTIA ADELA
: Bach. QUISPE ROJAS, GLORIA MARGOTH

ENSAYO : CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN S.U.C.S.

NORMA : ASTM: D-2487

Procedencia : Angaraes - Lircay

Fecha : 18/11/2020

Muestreo por : K.A.F.M/G.M.Q.R.

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

**CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN
S.U.C.S.()**

Muestra N°: 2
Calicata N° C-2
Potencia: 1.5m

% Que pasa malla N°200 64.455
% Que pasa malla N°4 86.363
Limite liquido LL: 37.77
Limite plastico LP: 27.778
Indice de plasticidad IP: 9.99

D10: 0.011
D30: 0.034
D60: 0.069
Cu: 6.273
Cc: 1.523

Tipo de suelo según su granulometría:	SUELO FINO
Tipo de simbología:	Simbología Simple
Tipo de suelo:	OL
Suelo:	Arcillas organicas limosas de baja plasticidad
Característica del suelo	OL

OBSERVACIONES:

Ing. CAMAC OIEDA Enrique Rigoberto
JEFE DEL LABORATORIO DE LA E.P.I.C.
LIRCAY

Ing. PAITAN CCORPA, Henry Gabriel
Laboratorista de la EPIC Civil - Lircay



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY
ÁREA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS



PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE PÉRDIDA DE SUELO POR EROSIÓN HÍDRICA EN LAS RIBERAS DEL RÍO LIRCAY EN LAS PROGRESIVAS 3+250 KM HASTA 3+290 KM. TRAMO LIRCAY - OCOPA. ANGARAES - HUANCVELICA

TESISTAS : Bach. FLORES MENDOZA, KATTIA ADELA
: Bach. QUISPE ROJAS, GLORIA MARGOTH

ENSAYO : CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

NORMA :

Procedencia : Angaraes - Lircay

Fecha : 18/11/2020

Muestreo por : H.G.P.C.

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO(-)

Muestra N°: 2
Calicata N° C-2
Potencia: 1.5m

CLASIFICACION DE SUELOS

OL

COHESION:

C= 0.297 Kg/cm² Nq= 4.92

ANGULO DE FRICCIÓN:

φ= 17.32 ° Nc= 12.57

PESO UNITARIO DEL SUELO SOBRE EL NIVEL DE FUNDACION:

γm= 1.6 gr/cm³ Ny= 3.69

PESO UNITARIO DEL SUELO BAJO EL NIVEL DE FUNDACION:

γm= 1.65 gr/cm³ Sy= 0.60

ANCHO DE LA CIMENTACION

B= 1 m sq= 1.31

LARGO DE LA CIMENTACION

L= 1 m Sc= 1.39

PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACION

Df= 1 m

FACTOR DE SEGURIDAD

ES= 3

$$q_{ult} = C N_c S_c + \frac{1}{2} \gamma B S_y N_y + \gamma D_f S_q N_q$$

CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA

q(ult)= 1.767 Kg/cm²

CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA

q(adm)= 0.59 kg/cm²

$$N_q = e^{\tan \phi \tan^2 (45^\circ + \frac{\phi}{2})}$$

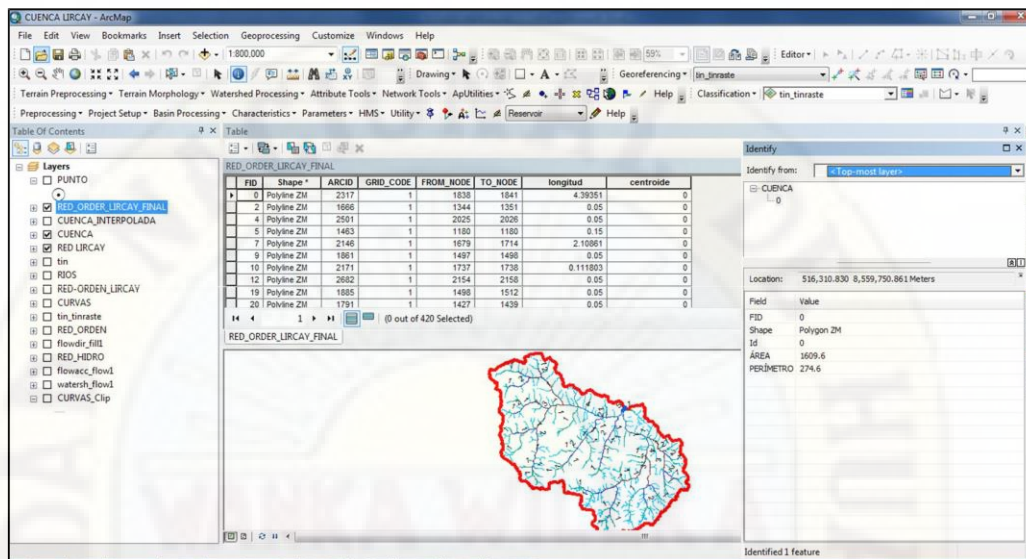
$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \phi$$

Ing. CAMACUEDA, Enrique Roberto
JEFE DEL LABORATORIO DE LA E.P.I.C.
LIRCAY

Ing. PAITAN CCORPA, Henry Gabriel
Laboratorista de la EPIC Civil - Lircay

DISEÑO DE LA SUB-CUENCA DEL RÍO LIRCAY – ARCGIS

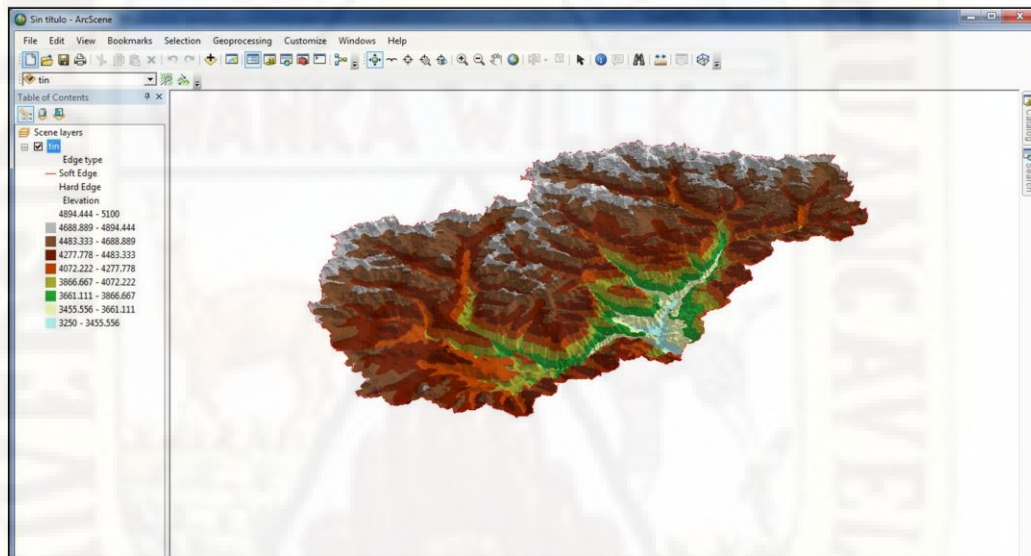


PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE LA SUB-CUENCA DEL RÍO LIRCAY

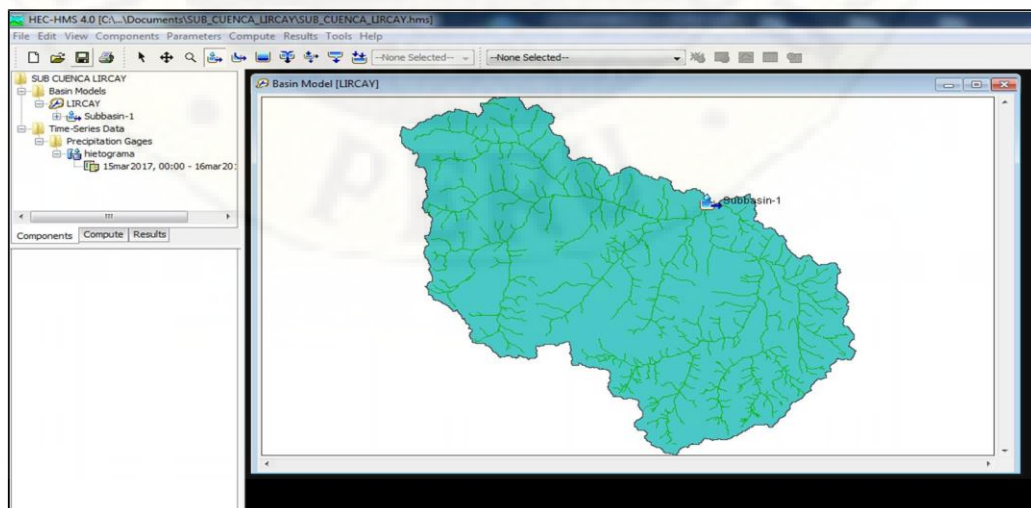
Nº	Parámetro	Unidad	Valor
1	Área de Cuenca	Km2	1609.6
2	Perímetro	Km	274.6
3	Cota Máxima de la Cuenca	msnm	3251.59
4	Cota Mínima de la Cuenca	msnm	3250.00
5	X Centroide de La Cuenca	m	530373.00
6	Y Centroide de la Cuenca	m	8564980.00
7	Longitud Mayor del Río	m	1053.093
8	Pendiente de Curso Principal	m/m	0.0015098
9	Ancho Promedio	m	46870.00

10	Índice de Compacidad o de Gravelius		1.76
11	Índice de Forma		0.33
12	Orden de Corrientes		5
13	Densidad de Drenaje	Km/Km2	0.82

SUC-CUENCA DEL RÍO LIRCAY 3D – ARCMAP



SUB-CUENCA DEL RÍO LIRCAY – HEC-RAS 4.0



PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía N° 1



Fotografía N° 2



Fotografía N° 3



Fotografía N° 4



Fotografía N° 5



Fotografía N° 6



Fotografía N° 7



Fotografía N° 8



Fotografia N° 9



Fotografia N° 10



Fotografía N° 11



Fotografía N° 12



Fotografía N° 13



Fotografía N° 14



Fotografía N° 15



Fotografía N° 16



Fotografía N° 17



Fotografía N° 18



Fotografía N° 19

