



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ANCASH
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE PELIGRO POR INUNDACIÓN DE LA
SUBCUENCA DEL RÍO LLULLÁN– LAGUNA PARÓN 2021**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR EL BACHILLER

SÁNCHEZ OSORIO VANESSA VICTORIA

ASESOR:

Ing. MARCO ANTONIO SILVA LINDO

HUARAZ – ANCASH – PERÚ

2021



FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, CONDUCENTES A
OPTAR TÍTULOS PROFESIONALES Y GRADOS ACADÉMICOS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

1. Datos del autor:

Apellidos y Nombres: _____

Código de alumno: _____

Teléfono: _____

E-mail: _____

D.N.I. n°: _____

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Tipo de trabajo de investigación:

Tesis

Trabajo de Suficiencia Profesional

Trabajo Académico

Trabajo de Investigación

Tesinas (presentadas antes de la publicación de la Nueva Ley Universitaria 30220 – 2014)

3. Para optar el Título Profesional de:

4. Título del trabajo de investigación:

5. Facultad de: _____

6. Escuela o Carrera: _____

7. Línea de Investigación (*): _____

8. Sub-línea de Investigación (*): _____

() Según resolución de aprobación del proyecto de tesis*

9. Asesor:

Apellidos y nombres _____ D.N.I n°: _____

E-mail: _____ ID ORCID: _____

10. Referencia bibliográfica: _____

11. Tipo de acceso al Documento:

Acceso público* al contenido completo.

Acceso restringido** al contenido completo

Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundirlo en el Repositorio Institucional, respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso de que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:



12. Originalidad del archivo digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.



Firma del autor

13. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para las investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia Creative Commons, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.



El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Recolector Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

14. Para ser verificado por la Dirección del Repositorio Institucional

Seleccione la
Fecha de Acto de sustentación:

Huaraz,

Firma:



Varillas Wiliam Eduardo

Asistente en Informática y Sistemas

- UNASAM -

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.





**UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



REGISTRO	
LIBRO	FOLIO
01	266

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS VIRTUAL N° 261

En la ciudad de Huaraz, al (a los) **VEINTIOCHO** día (s) del mes de **FEBRERO** del **DOS MIL VEINTIDÓS**, siendo las **18**:**00** horas, se reunieron el Jurado Examinador integrado por:

PRESIDENTE : **DR. ING. ELIO ALEJANDRO MILLA VERGARA**
 SECRETARIO : **ING. RAMÓN TEODORO URTECHO CASIMIRO**
 VOCAL : **ING. JULIO CESAR CORAL JAMANCA**
 y: :
 ASESOR : **DR. ING. MARCO ANTONIO SILVA LINDO**
 CO - ASESOR : **-----**

Para proceder al Acto de Sustentación para optar el Título Profesional de INGENIERO(A) CIVIL, bajo la modalidad: Tesis Proyecto Proyecto de Experiencia Profesional, del (de la) Bachiller: **SÁNCHEZ OSORIO VANESSA VICTORIA** del (de la) (Tesis) - (Proyecto) - (Proyecto de Experiencia Profesional):

DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE PELIGRO POR INUNDACIÓN DE LA SUBCUENCA DEL RÍO LLULLÁN – LAGUNA PARÓN - CARAZ 2021

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil; se procedió a recepcionar la exposición del aspirante; luego de las interrogantes, objeciones y, aclaraciones y su absolución, el Jurado Examinador determinó la calificación de:

APROBADO ----

Siendo las **19**:**00** horas del mismo día, se dio por concluido el Acto de Sustentación, firmando la presente por triplicado, en señal de conformidad.

PRESIDENTE
DR. ING. ELIO ALEJANDRO MILLA VERGARA

SECRETARIO
ING. RAMÓN TEODORO URTECHO CASIMIRO

VOCAL
ING. JULIO CESAR CORAL JAMANCA

ASESOR
DR. ING. MARCO ANTONIO SILVA LINDO

CO - ASESOR

SUSTENTANTE
SÁNCHEZ OSORIO VANESSA VICTORIA



DEDICATORIA

A Dios por siempre conducirme por el camino correcto y llenarme de bendiciones; a mi madre por siempre estar pendiente de mi crecimiento personal y profesional, a sus consejos y llamadas de atención que me ayudaron a culminar la tesis demostrando su amor incondicional; a mi padre por su paciencia, entendimiento y cariño; a mis hermanos que, aunque a veces tengamos diferencias siempre estaremos dispuestos a darlo todo por ellos.

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación, se determinaron los niveles de peligro por inundación en la Subcuenca del Río Lullán – Laguna Parón bajo la metodología emitida por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgos de Desastres – CENEPRED.

Para la determinación de los niveles de peligrosidad por inundación en la Subcuenca del Río Lullán, se hizo un análisis de las características físicas de la zona de estudio, como lo son los aspectos geomorfológicos, geológicos y la pendiente de terreno; así mismo se estudiaron las características meteorológicas, tras este análisis se determinaron los factores condicionantes, factores desencadenantes y el parámetro de evaluación del fenómeno en estudio; para luego aplicar la metodología del CENEPRED que se detalla en el Manual para la Evaluación de Riesgos ocasionados por Fenómenos Naturales obteniendo de esta manera los niveles de peligrosidad por inundación en la Subcuenca del Río Lullán tanto a nivel numérico y distribución espacial.

PALABRAS CLAVES: Peligro, inundación, susceptibilidad, fenómeno, CENEPRED

ABSTRACT

In the present research work, the levels of danger due to flooding in the Lullán River Sub-basin - Laguna Parón were determined under the methodology issued by the National Center for the Estimation, Prevention and Reduction of Disaster Risks - CENEPRED.

To determine the levels of danger due to flooding in the Lullán River Sub-basin, an analysis was made of the physical characteristics of the study area, such as geomorphological and geological aspects and the slope of the land; Likewise, the meteorological characteristics were studied, after this analysis the conditioning factors, triggering factors and the evaluation parameter of the phenomenon under study were determined; to then apply the CENEPRED methodology that is detailed in the Manual for the Evaluation of Risks caused by Natural Phenomena, thus obtaining the levels of danger due to flooding in the Lullán River Sub-basin both at a numerical level and spatial distribution.

KEY WORDS: Hazard, flood, susceptibility, phenomenon, CENEPRED

INTRODUCCIÓN

La inundación es el evento natural que mayores daños catastróficos produce en el Perú tanto a nivel de daños materiales como en pérdidas de vidas humanas. El relieve y el clima propios de nuestra geografía son propicios para que en determinadas regiones y épocas del año se desencadenen episodios de inundaciones catastróficos, a lo que a menudo contribuye un comportamiento y actividad humanos negligentes y sin perspectiva, fundamentalmente en lo que atañe a la ordenación territorial, a la planificación urbanística y a la gestión del medio ambiente.

Por ello es de suma importancia conocer los niveles de peligro, para así establecer una demarcación territorial, que delimite las zonas de peligro. Además de servir en el caso de un desastre como una guía que permita la comunicación e información entre las entidades pertinentes y la población que se pueda ver afectada, así mismo servir para la toma de decisiones orientadas a la gestión de riesgos con el objetivo de reducir el nivel de peligro.

El presente trabajo de investigación comprende 5 capítulos

Capítulo I: Planteamiento de la Investigación, donde se plantea la situación problemática, formulación del problema, objetivos de la investigación, hipótesis y variables.

Capítulo II: Marco Referencial, contiene los antecedentes de la investigación y el marco teórico empleado en la investigación.

Capítulo III: Metodología de la Investigación, se muestra la perspectiva metodológica y su aplicación.

Capítulo IV: Resultados y Discusiones, se muestran los resultados obtenidos y se discuten

Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones, contienen las conclusiones a las que se llegaron y las recomendaciones realizadas.

INDICE

DEDICATORIA.....	II
RESUMEN.....	III
ABSTRACT.....	IV
INTRODUCCIÓN.....	V
Capítulo I: Planteamiento de la Investigación	1
1.1. Planteamiento del Problema	1
1.2. Formulación del Problema.....	3
1.3. Justificación del Problema	3
1.4. Delimitación del Estudio.....	3
1.5. Objetivos	4
<i>1.5.1. Objetivo Principal</i>	<i>4</i>
<i>1.5.2. Objetivos Específicos.....</i>	<i>4</i>
1.6. Hipótesis y Variables	4
<i>1.6.1. Hipótesis</i>	<i>4</i>
Hipótesis General.....	4
<i>1.6.2. Variables</i>	<i>4</i>
1.6.2.1. Variables Dependientes.	4
1.6.2.2. Variables Independientes.....	5
1.6.2.3. Operacionalización de Variables	5

Capítulo II: Marco Referencial	6
2.1. Antecedentes de la Investigación	6
2.1.1. Antecedentes Internacionales	6
2.1.2. Antecedentes Nacionales	7
2.2. Marco Teórico	8
2.2.1. Subcuenca del Río Lullán	8
2.2.1.1. Características Territoriales.....	8
2.2.1.1.1. Ubicación Geográfica:	8
2.2.1.1.2. Vías de Accesos:	14
2.2.1.1.3. Laguna Parón:	14
2.2.1.2. Características Sociales	19
2.2.1.2.1. Población	19
2.2.1.2.2. Viviendas.....	22
2.2.1.2.3. Abastecimiento de agua potable.....	25
2.2.1.2.4. Alumbrado eléctrico	26
2.2.1.2.5. Salud	27
2.2.1.2.6. Educación	27
2.2.1.3. Características Climatológicas	28
2.2.1.3.1. Clasificación climática	28
2.2.1.3.2. Climatología.....	28

2.2.1.3.3. <i>Precipitaciones extremas:</i>	30
2.2.1.4. Características físicas:	33
2.2.1.4.1. <i>Condiciones Geomorfológicas:</i>	33
2.2.1.4.2. <i>Condiciones Geológicas:</i>	37
2.2.1.4.3. <i>Pendientes:</i>	40
2.2.2. Fundamentos de la evaluación del peligro por Inundación	42
2.2.2.1. Fenómenos de origen natural	42
2.2.2.2. Peligros generados por fenómenos de origen natural	42
2.2.2.3. Clasificación de peligros originados por fenómenos de origen natural	42
2.2.2.3.1. <i>Inundaciones</i>	43
2.2.2.4. Parámetros de evaluación	46
2.2.2.5. Susceptibilidad	46
2.2.2.5.1. <i>Factores condicionantes</i>	47
2.2.2.5.2. <i>Factores desencadenantes</i>	48
2.2.2.6. Peligro	48
2.2.2.6.1. <i>Niveles de peligrosidad</i>	49
2.2.2.6.2. <i>Flujograma para generar el mapa de peligrosidad</i>	49
Capítulo III: Metodología de Investigación	51
3.1. Tipo y diseño de investigación	51
3.1.1. <i>Enfoque</i>	51

3.1.2.	<i>Alcance</i>	51
3.1.3.	<i>Diseño</i>	51
3.1.3.1.	Técnicas e instrumentos	52
3.1.3.1.1.	<i>Análisis documental</i>	52
3.1.3.1.2.	<i>Datos cartográficos</i>	52
3.1.3.2.	Desarrollo Matemático según CENEPRED	53
3.1.3.2.1.	<i>Proceso de análisis jerárquico</i>	53
3.1.3.2.2.	<i>Cálculo de los pesos ponderados</i>	54
3.1.3.2.3.	<i>Cálculo de la Relación de Consistencia (RC)</i>	55
3.1.3.3.	Determinación de los niveles de peligro en el Software ArcGis	57
3.1.3.4.	Determinación de los Elementos Expuestos	58
3.2.	Susceptibilidad del territorio	59
3.2.1.	<i>Análisis de Factores Condicionantes</i>	59
3.2.1.1.	Parámetro condicionante: Pendiente	60
3.2.1.2.	Parámetro condicionante: Geomorfología	63
3.2.1.3.	Parámetro condicionante: Geología	65
3.2.1.4.	Análisis de parámetros de los factores condicionantes	67
3.2.2.	<i>Análisis de Factores Desencadenantes:</i>	69
3.2.2.1.	Parámetro Desencadenante: Precipitación	69
3.3.	Parámetros de evaluación	71

3.3.1. <i>Parámetro de evaluación: Nivel de espejo de agua de la Laguna Parón</i>	71
3.4. Cálculo del peligro por inundación	73
3.4.1. <i>Cálculo de factores condicionantes y desencadenantes</i>	73
3.4.2. <i>Cálculo de la susceptibilidad y valor de peligro</i>	73
3.5. Estratificación de Peligro	74
3.6. Mapa de Peligro	77
3.7. Elementos expuestos	78
3.7.1. Población	78
3.7.2. Salud	80
3.7.3. Educación	82
3.7.4. Vías de comunicación	85
Capítulo IV: Resultados y Discusiones	87
4.1. Resultados	87
4.2. Discusión	90
4.3. Contrastación de la Hipótesis	93
Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones	94
5.1. Conclusiones	94
5.2. Recomendaciones	95
Bibliografía	96
Anexo	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de las variables.....	5
Tabla 2 Caseríos comprendidos en la Zona de Estudio	11
Tabla 3 Tabla de medición de nivel de espejo de agua de la Laguna Parón.....	17
Tabla 4 Población total por genero	19
Tabla 5 Población total por grupo de edad	20
Tabla 6 Población total por nivel educativo alcanzado.....	21
Tabla 7 Material de construcción predominante en las paredes exteriores de la vivienda	22
Tabla 8 Material de construcción predominante en los techos de las viviendas.....	23
Tabla 9 Material de construcción predominante en los pisos de las viviendas.....	24
Tabla 10 Tipo de procedencia del agua para consumo humano	25
Tabla 11 Alumbrado eléctrico por red pública	26
Tabla 12 Establecimiento de Salud	27
Tabla 13 Instituciones Educativas	27
Tabla 14 Caracterización de extremos de precipitación	30
Tabla 15 Precipitación mensual en época de lluvia de la subcuenca del Río Lullán	31
Tabla 16 Índice Aleatorio de una Matriz de Comparación Pareadas.....	57
Tabla 17 Factores Condicionantes y Desencadenantes.....	59
Tabla 18 Factores Condicionantes	59
Tabla 19 Matriz de comparación de pares	61
Tabla 20 Matriz de normalización	61
Tabla 21 Vector suma ponderado	62

Tabla 22 Matriz de comparación de pares	63
Tabla 23 Matriz de normalización	64
Tabla 24 Vector suma ponderado	64
Tabla 25 Matriz de comparación de pares	65
Tabla 26 Matriz de normalización	66
Tabla 27 Vector de suma ponderado.....	66
Tabla 28 Matriz de comparación de pares	68
Tabla 29 Matriz de normalización	68
Tabla 30 Vector de suma ponderado.....	68
Tabla 31 Matriz de comparación de pares	69
Tabla 32 Matriz de normalización	70
Tabla 33 Vector de suma ponderada.....	70
Tabla 34 Matriz de comparación de pares	71
Tabla 35 Matriz de normalización	72
Tabla 36 Vector de suma ponderado.....	72
Tabla 37 Cálculo del factor condicionante y desencadenante	73
Tabla 38 Susceptibilidad y valor de peligro.....	74
Tabla 39 Niveles de peligro	74
Tabla 40 Estratificación de Peligro.....	75
Tabla 41 Elementos expuestos susceptibles de la población	78
Tabla 42 Elementos expuestos susceptibles en el sector Salud	80
Tabla 43 Elementos expuestos susceptibles en el sector Educación	82
Tabla 44 Elementos expuestos susceptibles en el sector Transporte.....	85

Tabla 45 Descriptor de la Pendiente	87
Tabla 46 Descriptor de la Geomorfología.....	87
Tabla 47 Descriptor de la Geología	88
Tabla 48 Factores Condicionantes	88
Tabla 49 Descriptor Hidrometeorológico	88
Tabla 50 Valor de la Susceptibilidad	89
Tabla 51 Valor de Peligrosidad.....	89
Tabla 52 Nivel de Peligrosidad.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de Ubicación de la Subcuenca del Río Lullán	9
Figura 2 Mapa de Ubicación de la Subcuenca del Río Lullán y la ciudad de Caraz.....	10
Figura 3 Mapa de Centros Poblados en la Subcuenca del Río Lullán y la ciudad de Caraz	13
Figura 4 Laguna Parón.....	15
Figura 5 Niveles de Seguridad de la Laguna Parón	16
Figura 6 Población total por genero.....	19
Figura 7 Población total por grupo de edad.....	20
Figura 8 Población total por nivel educativo alcanzado	21
Figura 9 Material de construcción predominante en las paredes exteriores de la vivienda.....	22
Figura 10 Material de construcción predominante en los techos de las viviendas	23
Figura 11 Material de construcción predominante en los pisos de las viviendas	24
Figura 12 Agua para consumo humano	25
Figura 13 Alumbrado eléctrico por red publica	26
Figura 14 Temperaturas Extremas y Precipitación en Caraz	28
Figura 15 Clasificación climática del departamento de Ancash	29
Figura 16 Precipitación mensual en época de lluvia de la subcuenca del Río Lullán	31
Figura 17 Mapa de isoyetas de la subcuenca del Río Lullán y la ciudad de Caraz	32
Figura 18 Mapa Geomorfológico de la subcuenca del Río Lullán y la ciudad de Caraz	36
Figura 19 Mapa Geológico de la subcuenca del Río Lullán y la ciudad de Caraz	39
Figura 20 Mapa de Pendientes de la subcuenca del Río Lullán y la ciudad de Caraz	41
Figura 21 Clasificación de Peligros	42
Figura 22 Peligros generados por Fenómeno de origen natural	43

Figura 23 Sección típica simplificada de un río en la se observa las llanuras de inundación	44
Figura 24 Parámetros de evaluación de inundaciones	46
Figura 25 Factores condicionantes del peligro	47
Figura 26 Factores desencadenantes del peligro	48
Figura 27 Nivel de peligro	49
Figura 28 Flujograma para generar el mapa de peligrosidad	50
Figura 29 Escala Saaty	60
Figura 30 Mapa de niveles de peligro	77
Figura 31 Mapa de elementos expuestos susceptibles de la población	79
Figura 32 Mapa de elementos expuestos susceptibles en el sector Salud	81
Figura 33 Mapa de elementos expuestos susceptibles en el sector Educación	84
Figura 34 Mapa de elementos expuestos susceptibles en el sector Transporte	86
Figura 35 Imagen de la distribución del Nivel de Peligro Muy Alto	90
Figura 36 Imagen de la distribución del Nivel de Peligro Alto	91
Figura 37 Imagen de la distribución del Nivel de Peligro Medio	91
Figura 38 Imagen de la distribución del Nivel de Peligro Bajo	92

Capítulo I

Planteamiento de la Investigación

1.1. Planteamiento del Problema

La laguna Parón es una de las lagunas más importantes de la región Ancash ya que es un recurso hidroenergético, debido a que ofrece agua para riego y consumo humano; actualmente su espejo de agua se encuentra sobre el límite de la cota máxima de almacenamiento por seguridad la cual es de 4185 m.s.n.m, estando en la actualidad en la cota de 4191.54 m.s.n.m, con la tendencia de incrementar su nivel de espejo de agua y poder producirse el desembalse o desborde de la Laguna Parón y ser detonantes de eventos catastróficos hacia la Subcuenca del Río Lullán, poblaciones aledañas y la ciudad de Caraz. Entre los factores condicionantes y desencadenantes que provocarían el desembalse de la Laguna Parón tenemos, por un lado las fuertes precipitaciones, rompimiento de masa glaciares que caigan dentro de la laguna generando oleajes fuertes, movimiento sísmico debido a que se encuentra en una zona de alta actividad sísmica, entre otros factores; por otro lado la comunidad de Dos de Mayo del distrito de Caraz no acepta que se abra la compuerta de descarga de la laguna Parón para así regular el caudal de salida del agua y poder reducir el nivel del espejo de agua de la Laguna Parón. Es por ello que es muy importante determinar los niveles por peligro de inundación de la Subcuenca del Río Lullán con el fin de generar mapas de peligro de inundación.

De acuerdo al monitoreo realizado por la unidad de Glaciares y Lagunas del ANA a la Laguna Parón el 12 de abril del 2019, se determinó que el espejo de agua registra una cota de 4191.54 m.s.n.m, y en la visita realizada el 03 de mayo del mismo año se calculó la cota en 4195.44 m.s.n.m, con lo cual el borde libre era de 5 m aproximadamente para el rebose, ante esta situación la Laguna Parón fue declara en Estado de Emergencia por peligro inminente ante

posible desembalse a través del DECRETO SUPREMO N° 114-2019-PCM, debido a que no mantiene el borde libre de seguridad de 15 m exponiendo a que la Laguna Parón se encuentre en peligro latente de un posible desembalse de darse los factores condicionantes como el relieve, tipo de suelo, cobertura vegetal y uso actual del suelo y factores desencadenantes tales como lluvias, temperaturas, vientos, fallas geológicas, movimiento de masas, actividades económicas, etc.

Los factores condicionantes son parámetros propios del ámbito geográfico de estudio que contribuyen de manera favorable o no a los fenómenos de origen natural entre ellos tenemos a la geología, a la geomorfología, fisiografía, hidrología y la edafología, en tanto, los factores desencadenantes son parámetros que desencadenan eventos y/o sucesos que puedan generar peligros en un ámbito geográfico específico entre los cuales tenemos los factores hidrometeorológicos, geológicos y factores inducidos por el ser humano. Las actividades humanas pueden influenciar en el incremento de los efectos de las inundaciones, tales como la construcción de viviendas o cualquier otro tipo de infraestructura en los cauces, tala indiscriminada de los bosques lo cual disminuye la infiltración cuando hay fenómenos de precipitación o la canalización de los cauces que lejos de evitar el problema de inundación los agrava al aumentar exponencialmente la velocidad en ese tramo.

La comunidad campesina Dos de Mayo es la encargada de los sistemas de protección de la Laguna Parón, es en este sentido que la Autoridad Nacional del Agua, cumpliendo la función de regular el volumen de la laguna hasta la cota de seguridad de 4185 m.s.n.m, solicita esta regulación a la comunidad campesina Dos de Mayo, la misma que no es aceptada, pese haber superado la cota de 4190 m.s.n.m, aduciendo que este nivel de agua no representa riesgo alguno

para la población y más bien de regularla, afectaría el interés turístico de la laguna y consecuentemente con ello se produciría el desmedro de sus ingresos.

Por todo lo expuesto anteriormente, es necesario determinar las zonas con mayor nivel de peligro por inundación y así se podrá establecer una demarcación territorial, que delimite las zonas de peligro. Además de servir en el caso de un desastre como una guía que permita la comunicación e información entre las entidades pertinentes y la población que se pueda ver afectada.

1.2. Formulación del Problema

¿Cuáles son las zonas con mayor nivel peligro por inundación en la Sub cuenca del Río Lullán – Laguna Parón?

1.3. Justificación del Problema

Mediante la realización del presente proyecto se busca determinar los niveles de peligro por inundación de la Subcuenca del Río Lullán y así poder generar mapas de peligro de inundación, con dichos mapas se pueda plantear medidas preventivas orientadas a reducir la vulnerabilidad de las zonas ubicadas aguas debajo de la Laguna Parón, así como la afectación de poblados e infraestructuras viales y de obras hidráulicas de abastecimiento poblacional y agrícola, y el planteamiento de medidas de prevención del caso.

1.4. Delimitación del Estudio

El tema a tratarse en el presente proyecto de tesis está relacionado con el “Determinación de los niveles de peligro por inundación de la Subcuenca del Río Lullán – Laguna Parón”, para lo cual primero definiremos los factores condicionantes y desencadenantes y después con los datos obtenidos procederemos a determinar los niveles de peligro por inundación de la Subcuenca del Río Lullán.

1.5. Objetivos

1.5.1. *Objetivo Principal*

- Determinación de los niveles de peligro por inundación de la Subcuenca del Río Lullán – Laguna Parón.

1.5.2. *Objetivos Específicos*

- Recopilar información hidrológica de la zona en estudio.
- Determinar los Factores Condicionantes y Factores Desencadenantes del fenómeno de inundación bajo los parámetros tomados del CENEPRED.
- Determinar los niveles de peligro por inundación de la Subcuenca del Río Lullán – Laguna Parón bajo los parámetros tomados del CENEPRED.
- Determinar los elementos expuestos susceptibles al área de influencia del fenómeno de inundación bajo los parámetros tomados del CENEPRED.

1.6. Hipótesis y Variables

1.6.1. *Hipótesis*

Hipótesis General.

- El nivel de peligro por inundación en la Subcuenca del Río Lullán – Laguna Parón es muy alto.

1.6.2. *Variables*

1.6.2.1. Variables Dependientes.

- El nivel de peligro por inundación en la Subcuenca del Río Lullán – Laguna Parón.

1.6.2.2. Variables Independientes

- Los factores condicionantes y los factores desencadenantes del fenómeno de inundación en la Subcuenca del Río Lullán – Laguna Parón.

1.6.2.3. Operacionalización de Variables

Para la operacionalización de variables se elaboró la Tabla 1, donde se muestra la definición conceptual, las dimensiones e indicadores de la variable del presente estudio

Tabla 1

Operacionalización de las variables

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores
Nivel de Peligro.	Valorización conjunta de la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno en función al peligro de la zona de estudio.	Parámetros de evaluación.	✚ El fenómeno de Inundación.
		Susceptibilidad	✚ Factores Condicionantes y Factores Desencadenantes.

Capítulo II

Marco Referencial

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

El Ing. Civil Carlos Daniel Lorenzo Vásquez planteo su tesis cuyo objetivo principal fue realizar la Elaboración del Plan de Gestión de Riesgo de Inundación en el ARPSI 02 Alto Ebro a su paso por el municipio de Frías y elaboración del Plan de Gestión del Riesgo de Inundación y cuyos objetivos parciales fueron la caracterización del ARPSI 02 Alto Ebro a su paso por el término municipal de Frías, análisis geomorfológicos históricos y actuales, cálculo de los caudales de referencia, estudio hidráulico y la Elaboración de Mapas de Peligrosidad y Riesgo de Inundación con la aplicación informática de los siguientes software: Caumax para el cálculo de los caudales asociados a los periodos de retorno, Hec-Ras para la modelización del tramo y simulación de los caudales obtenidos, ArcGIS utilizado para la elaboración de la cartografía y el Iber para modelización del tramo y simulación de los caudales obtenidos en Caumax obteniendo calados y velocidades de la lámina del agua. (Vazquez, 2012)

El Ing. Jhon Garay Suaza planteo su tesis, en la cual el su objetivo principal era Estimar la vulnerabilidad de los asentamientos humanos en zonas de amenazas por inundación, en el área urbana en el municipio del Agrado Huila (Colombia), para ello primero identifico la población expuesta a la amenaza por inundación en el área urbana del municipio del Agrado Huila y luego estimo el grado de susceptibilidad y fragilidad de la población frente a esta amenaza. (Suaza, 2014)

2.1.2. Antecedentes Nacionales

El Bachiller en Ing. Ambiental y Prevención de Riesgos Miguel Ángel Mendoza Solís planteo su tesis en la cual se realizó Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada Romero, del distrito de Cajamarca, periodo 2011- 2016, se ha realizado haciendo uso del Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales (02 versión - 2014) del CENEPRED, recopilando información de tipo social, económica y ambiental. El objetivo de la investigación fue evaluar el nivel de riesgo por inundación, generado por la quebrada Romero del distrito de Cajamarca durante el periodo 2011 -2016, se evaluó la peligrosidad de la quebrada, analizó la vulnerabilidad de las familias aledañas a ésta y en base a ello se han propuesto medidas que reduzcan el riesgo de inundación existente, siendo el problema planteado ¿Cuál es el nivel de riesgo por inundación generado en la quebrada Romero, del distrito de Cajamarca durante el periodo 2011 - 2016, se ha efectuado una investigación descriptiva, basado en la aplicación de tablas provenientes del manual antes mencionado, de esa manera se ha analizado y evaluado los datos obtenidos. Utilizado las siguientes técnicas, la observación, la obtención de datos meteorológicos, la generación de mapas, la selección de viviendas al azar y la entrevista. Al realizar el procesamiento de la información obtenida en campo y gabinete se ha determinado que el nivel de peligrosidad es alto y el nivel de vulnerabilidad es alto, por lo que se ha obtenido que el nivel de riesgo en la quebrada Romero es alto. (Solis, 2017)

El Ing. Civil Juan Francisco Loyola Morales planteo su tesis donde el objetivo del estudio se centró en evaluar el nivel de riesgo por inundación, generado por la quebrada del cauce del Río Grande en el tramo desde el Puente Candopata hasta el Puente Cumbicus en la ciudad de Huamachuco además de cumplir los objetivos específicos de Calificar el nivel de peligro del a quebrada del Cauce del Río Grande, Analizar la Vulnerabilidad de las familias aledañas a la

quebrada del Río Grande y Proponer medidas estructurales y no estructurales que reduzcan el riesgo de inundación existente en la quebrada del Río Grande, haciendo uso del Manual Básico para la Estimación del Riegos del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), recopilando información de tipo social, económica, geológica y ambiental. (Loyola Morales, 2019)

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Subcuenca del Río Lullán

2.2.1.1. Características Territoriales

2.2.1.1.1. Ubicación Geográfica:

La subcuenca del Río Lullán se encuentra en el distrito de Caraz, Provincia de Huaylas en el Departamento de Ancash, abarca una superficie de 147.30 km². El rango altitudinal va desde las cumbres del nevado Huandoy (6390 m.s.n.m) hasta la desembocadura del Río Lullán al Rio Santa, a 2200 m.s.n.m. (Iparraguirre, 2017)

La subcuenca del Río Lullán limita por el norte con el distrito de Santa Cruz, por el este con distrito de Yanama, por el sur con el distrito de Yungay y por el oeste con la ciudad de Caraz, tal y como se muestra en la Figura 1 y Figura 2. Las aguas de la subcuenca del Río Lullán son aprovechadas para el consumo humano de la población de Caraz, actividades agrícolas (actividades de pan llevar y de exportación), pecuarias y para la hidroeléctrica.

La subcuenca del Río Lullán, abarca la mayor parte de extensión territorial del distrito de Caraz. En la parte alta de la subcuenca hay seis nevados: Huandoy, Chacaraju, Piramide, Artesonraju, Caraz y Aguja, que rodean a la Laguna Parón. El deshielo de estos nevados forma la laguna de Parón. (Social, 2017)

Figura 1

Mapa de Ubicación de la Subcuenca del Río Lullán

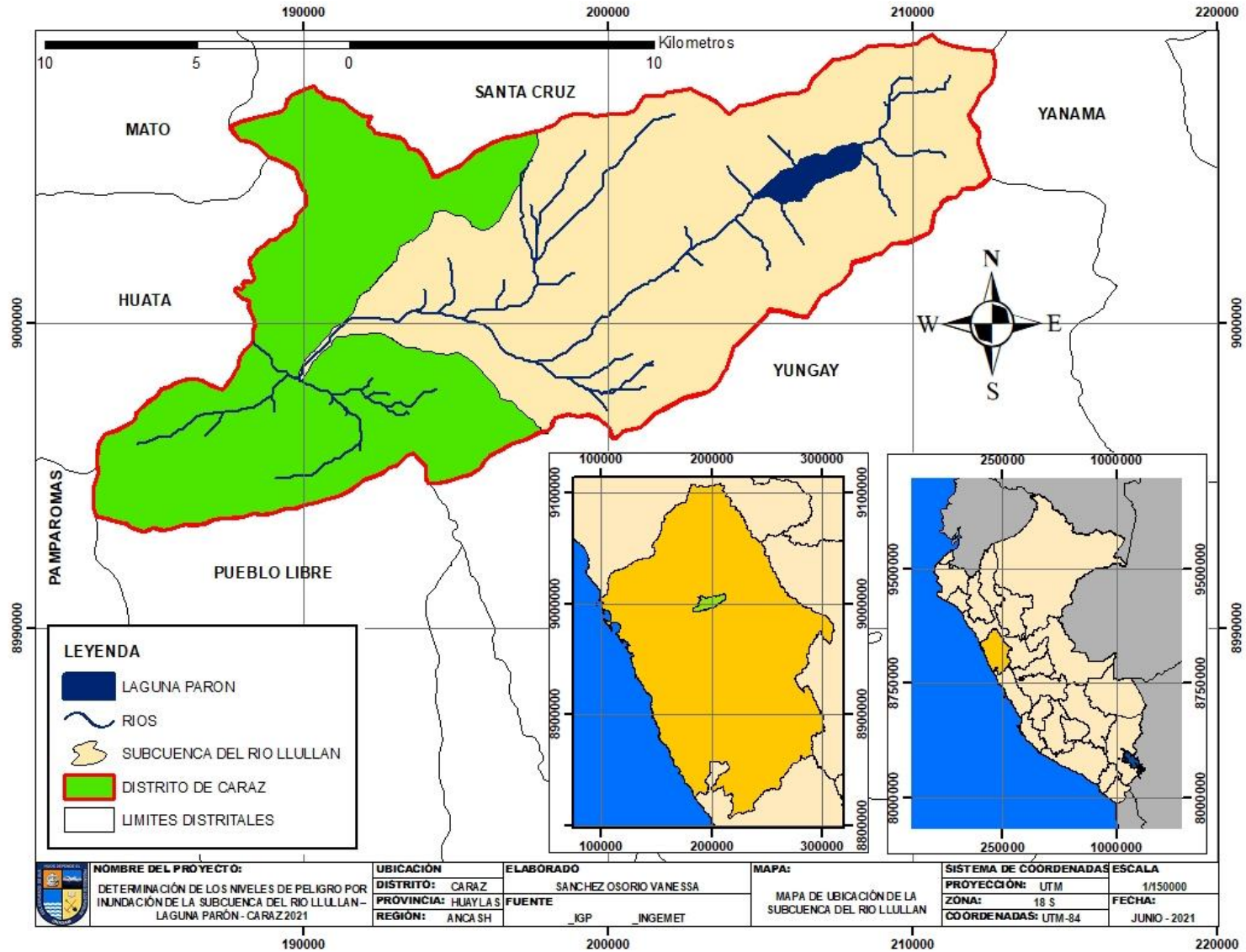
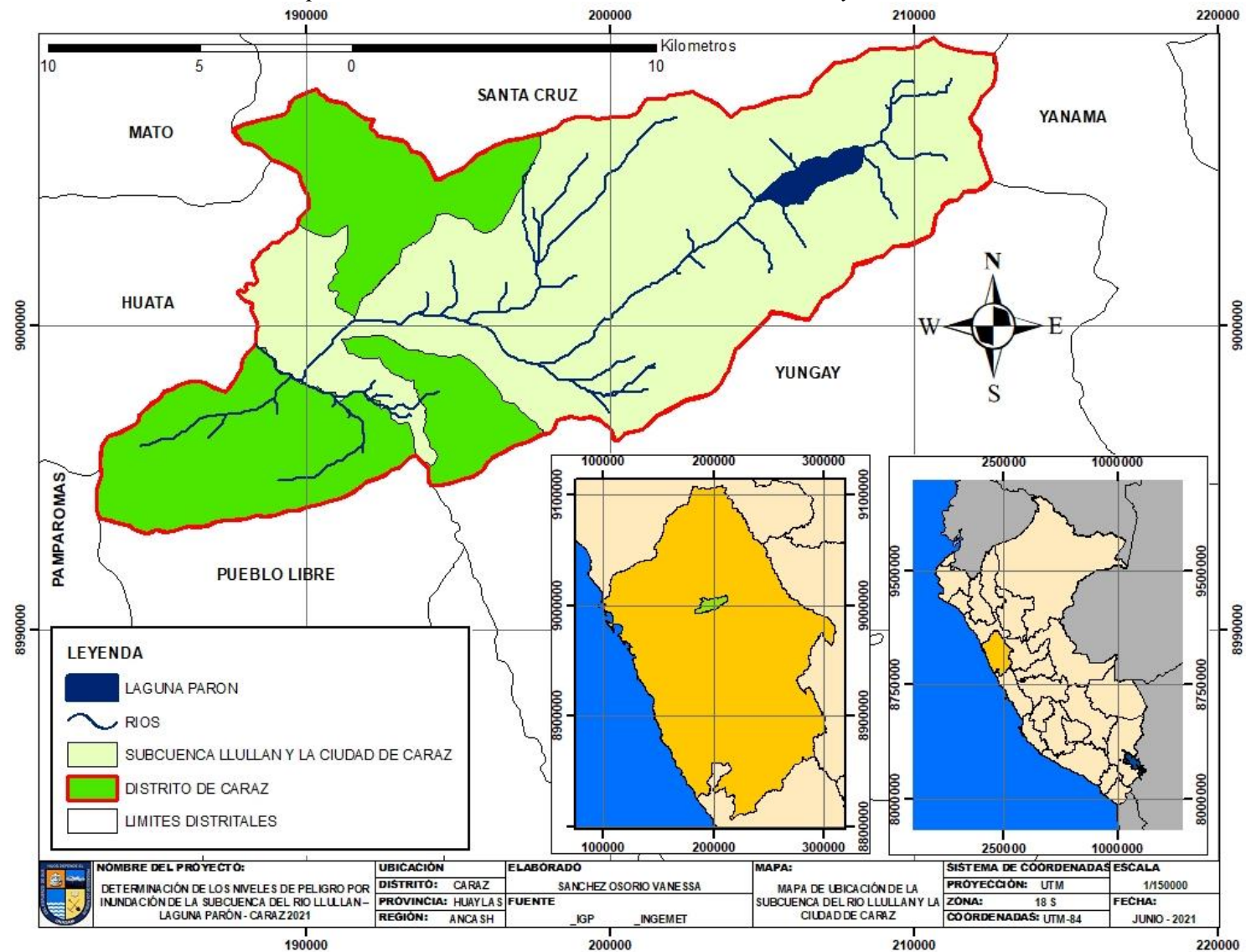


Figura 2

Mapa de Ubicación de la Subcuenca del Río Lullán y la ciudad de Caraz



El área de estudio de la determinación de los niveles de peligro por inundación de la subcuenca del Río Lullán, comprende 31 caseríos que se muestran en la Tabla 2 y cuya distribución en la zona de estudio se muestra en la Figura 3.

Tabla 2

Caseríos comprendidos en la Zona de Estudio

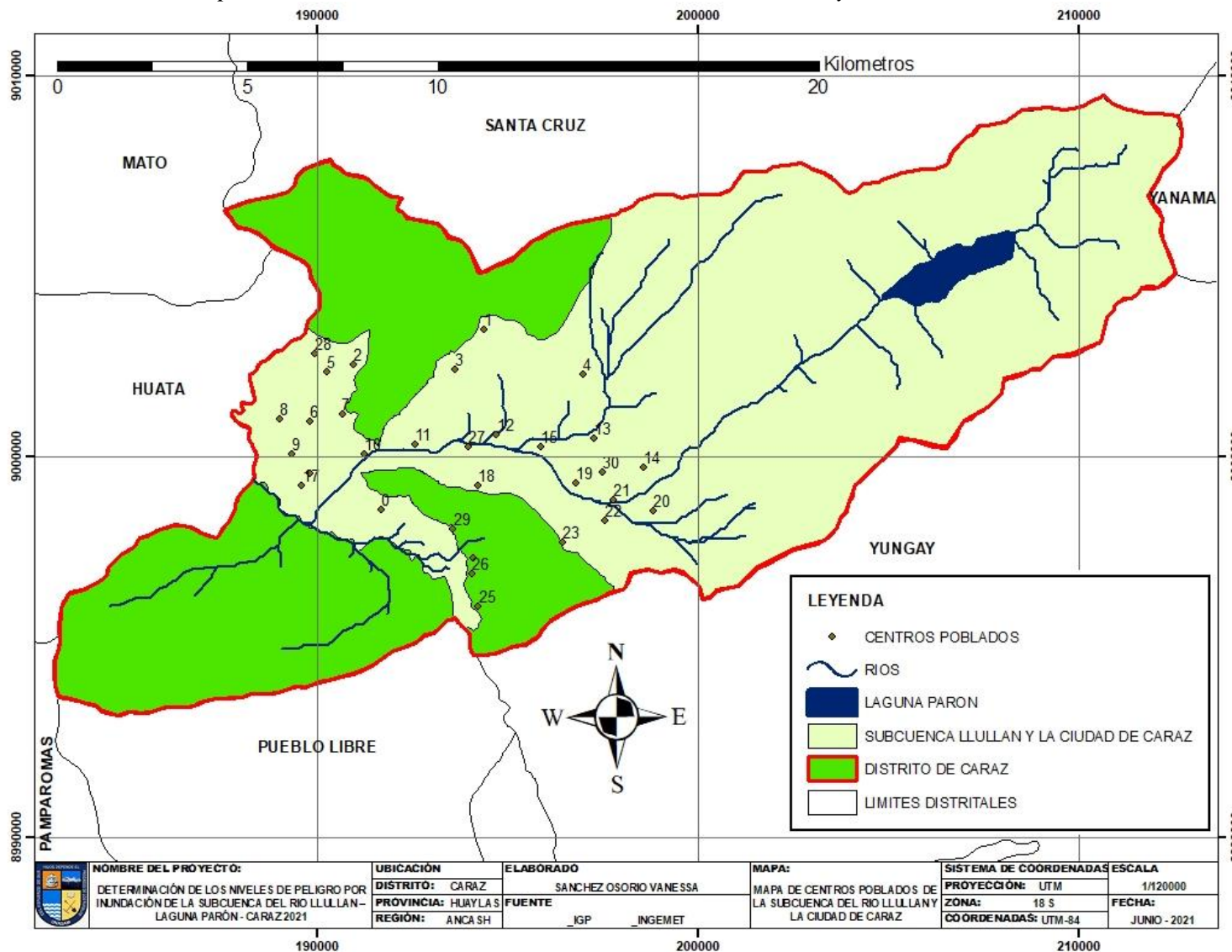
Id	Categoría	Nombre	Longitud (°)	Latitud (°)	Altitud (m.s.n.m.)	Población
0	Ciudad	Caraz	-77,805	-9,049	2273	15204
1	Caserío	Chinchay	-77,78	-9,006	3364	82
2	Caserío	Cullashpampa	-77,811	-9,014	2269	644
3	Caserío	Miramar	-77,787	-9,015	3205	154
4	Caserío	Yuco	-77,756	-9,017	3392	308
5	Caserío	Yuracoto	-77,817	-9,016	2232	437
6	Caserío	Conchup	-77,821	-9,027	2266	298
7	Caserío	Cam. De yanahuara	-77,814	-9,026	2298	212
8	Caserío	Llacta	-77,829	-9,027	2218	332
9	Caserío	Allauca	-77,826	-9,035	2252	351
10	Caserío	Shocsha	-77,809	-9,035	2388	172
11	Caserío	Tarna	-77,797	-9,033	2498	63
12	Caserío	Huauya	-77,777	-9,031	2686	257
13	Caserío	Antash	-77,754	-9,032	3003	257
14	Caserío	Parón	-77,142	-9,039	3274	174
15	Caserío	Paquian	-77,766	-9,034	2812	127
16	Caserío	Ichic huaylas	-77,822	-9,04	2281	375
17	Caserío	Cumpayhuara	-77,824	-9,043	2253	585
18	Caserío	Chosica	-77,782	-9,043	3002	108
19	Caserío	Culluna	-77,758	-9,043	2919	117
20	Caserío	Huandoy	-77,74	-9,049	3190	232
21	Caserío	Ocoracra	-77,749	-9,047	2996	108
22	Caserío	Llacshu	-77,751	-9,051	3026	302
23	Caserío	Ticrapa	-77,762	-9,057	3432	207
24	Caserío	San miguel	-77,783	-9,06	2345	151
25	Caserío	Cabina	-77,782	-9,072	2294	191
26	Otros	Pucapacha	-77,783	-9,064	2328	20
27	Otros	Cono	-77,784	-9,034	2626	79

Id	Categoría	Nombre	Longitud (°)	Latitud (°)	Altitud (m.s.n.m.)	Población
28	Caserío	Incahuain	-77,82	-9,011	2240	203
29	Otros	Manchuria.	-77,788	-9,053	2308	122
30	Otros	Chuchinpampa	-77,752	-9,04	3185	67

Nota: Los datos fueron proporcionados por el CENEPRED (CENEPRED, SIGRID, 2021).

Figura 3

Mapa de Centros Poblados en la Subcuenca del Río Lullán y la ciudad de Caraz



2.2.1.1.2. Vías de Accesos:

Vía terrestre. Para llegar a Caraz se cuenta con las siguientes rutas de viajes:

- Lima – Pativilca – Huaraz: 9 horas en bus vía carretera asfaltada.
- Huaraz – Caraz: Existen servicios a través de combis que van a lo largo del Callejón de Huaylas, llegando a Caraz.
- Santa – Huallanca – Caraz: vía carretera asfaltada

Vía aérea. Lima – Anta, utilizando el aeropuerto Cap. German Arias Graciani de Anta, ubicada a 38 km, norte de esta ciudad; en el distrito de Anta – Carhuaz, a 15 minutos aproximadamente

Una vez ubicados en la ciudad de Caraz, la subcuenca del Río Lullán cuenta con vías que integra el acceso desde la ciudad de Caraz a la Laguna Parón a través de un camino afirmado recorriendo unos 32 km

2.2.1.1.3. Laguna Parón:

a) Ubicación

Departamento : Ancash

Provincia : Huaylas

Distrito : Caraz

Coordenadas UTM WGS 84

Zona :18L

Coordenada X :205053.41m E

Coordenada Y :9004283.39 m S

Altitud :4191.54 msnm

En la Figura 4 se muestra una fotografía panorámica de la Laguna Parón

Figura 4:*Laguna Parón*

Nota: Fotografía tomada de (Autoridad Nacional del Agua, 2020)

b) Características De La Laguna Parón

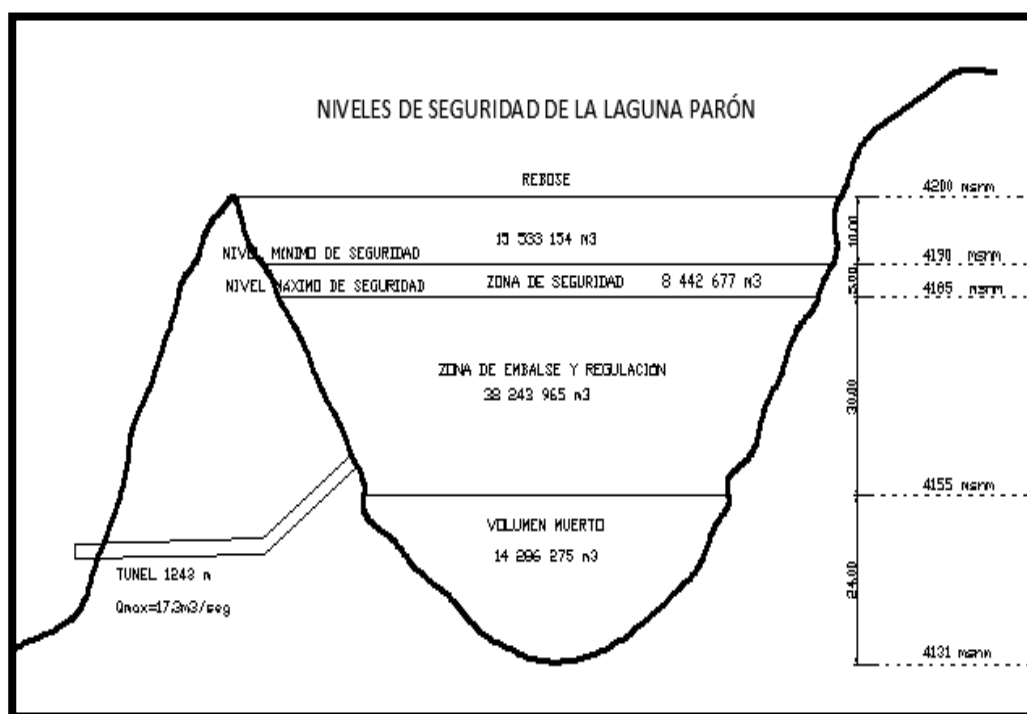
El embalse de la Laguna Parón, fue concebido como un proyecto de seguridad y regulación para almacenar 52 millones de m^3 hasta la cota de 4185 msnm y mantener un borde libre de seguridad de 15 m a las cotas 4200 msnm, nivel de rebose, sin embargo, solamente en casos extraordinarios podría llegar hasta la cota 4190 msnm (Dirección Desconcentrada Ancash, 2019)

Los laterales derecho e izquierdo de la Laguna Parón se encuentran formados por farallón rocoso con una pendiente de 87%, el desagüe de la laguna es por la compuerta de regulación que fue construida por la empresa Corporación Peruana, la cual construyó 1243 m de túnel con una capacidad de descarga de $17,3 m^3/s$ de caudal, así mismo cuenta con un vertedero al final del túnel que fue diseñado para una descarga máxima de $4 m^3/s$.

En la Figura 5 podemos observar con mayor detalle los niveles de seguridad de la Laguna Parón

Figura 5:

Niveles de Seguridad de la Laguna Parón



Nota: Datos adaptados del Informe N° 011-2019 INDECI/30.0/DIR (Dirección Desconcentrada Ancash, 2019)

c) Situación actual

De acuerdo al monitoreo realizado por la unidad de Glaciares y Lagunas del ANA a la Laguna Parón el 12 de abril del 2019, se determinó que el espejo de agua registra una cota de 4191.54 m.s.n.m, y en la visita realizada el 03 de mayo del mismo año se calculó la cota en 4195.44 m.s.n.m, con lo cual el borde libre era de 5 m aproximadamente para el rebose, ante esta situación la Laguna Parón fue declarada en Estado de Emergencia por peligro inminente ante posible desembalse a través del DECRETO SUPREMO N°114-

2019-PCM, debido a que no mantiene el borde libre de seguridad de 15 m exponiendo a que la Laguna Parón se encuentre en peligro latente de un posible desembalse. (Dirección Desconcentrada Ancash, 2019)

En la Tabla 3 se muestran los diferentes niveles de espejo de agua medidos desde el año 2017-2021 y la diferencia existente a nivel de altura con respecto a la cota de nivel de seguridad de la Laguna Parón.

Tabla 3:

Tabla de medición de nivel de espejo de agua de la Laguna Parón

Fecha de medición	Nivel de espejo de agua (m.s.n.m.)	Diferencia con el nivel de seguridad (4185 m.s.n.m)
18/12/2017	4185,92	0,92m
04/01/2018	4186,16	1,16m.
18/01/2018	4186,1	1,10m.
24/01/2018	4186,14	1,14m.
08/02/2018	4186,06	1,06m.
19/02/2018	4186,37	1,37m.
01/03/2018	4186,39	1,39m.
06/03/2018	4186,39	1,39m.
27/03/2018	4186,56	1,56m.
16/04/2018	4186,73	1,73m.
30/04/2018	4186,23	1,23m.
01/06/2018	4185,02	0,02m.
13/06/2018	4184,47	-0,53m.
28/06/2018	4183,73	-1,27m.
17/07/2018	4182,68	-2,32m.
25/07/2018	4184,47	-0,53m.
17/08/2018	4183,73	-1,27m.
04/09/2018	4182,68	-2,32m.
14/09/2018	4182,25	-2,75m.
01/10/2018	4181,73	-3,27m.
15/10/2018	4181,32	-3,68m.
30/10/2018	4181,16	-3,84m.
30/11/2018	4183,03	-1,97m.

Fecha de medición	Nivel de espejo de agua (m.s.n.m.)	Diferencia con el nivel de seguridad (4185 m.s.n.m)
.03/01/2019	4184,34	-0.,66m.
16/01/2019	4184,98	-0.,02m.
24/01/2019	4185,28	0,28m.
.01/02/2019	4185,86	0,86m.
15/02/2019	4187,14	2,14m.
27/02/2019	4188,25	3,25m.
14/03/2019	4189,06	4,06m.
23/03/2019	4189,8	4,80m.
12/04/2019	419.,24	6,24m.
29/04/2019	4191,54	6,54m.
20/05/2019	4191,44	6,44m.
31/05/2019	4191,21	6,21m.
30/01/2020	4190,3	5,30m.
09/02/2021	4191,57	6,57m.
29/04/2021	4192,43	7,43m.

Nota: Datos adaptados del Informe Técnico N°098-2019-INDECI (Sanjinez, 2019)

Estas condiciones de nivel de espejo de agua por encima de la cota de seguridad y sumado a ello, la geodinámica externas a la laguna de Parón pueden ser detonantes de eventos catastróficos hacia la subcuenca y población de Caraz; bajo este marco de circunstancias la laguna Parón se encuentra en situación de peligro inminente, por lo que se recomienda incrementar el caudal de salida con carácter de urgencia, mediante la apertura de la compuerta para iniciar la regulación del nivel de agua de la laguna por debajo de la cota máxima de seguridad de 4185 msnm, de manera controlada.

2.2.1.2. Características Sociales

2.2.1.2.1. Población

Población por género:

Según el “Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas” ejecutado por Instituto Nacional de Estadísticas e Informática, existen 11746 hombres de los cuales 7398 se encuentran en el área urbana y la diferencia en el área rural, de la misma manera se observa que existen 12382 mujeres de las cuales 7806 se encuentran en el área urbana y el resto en el área rural, obteniendo un total de 24128 pobladores, tal como se muestra en la Tabla 4 y se grafica en la Figura 6.

Tabla 4:

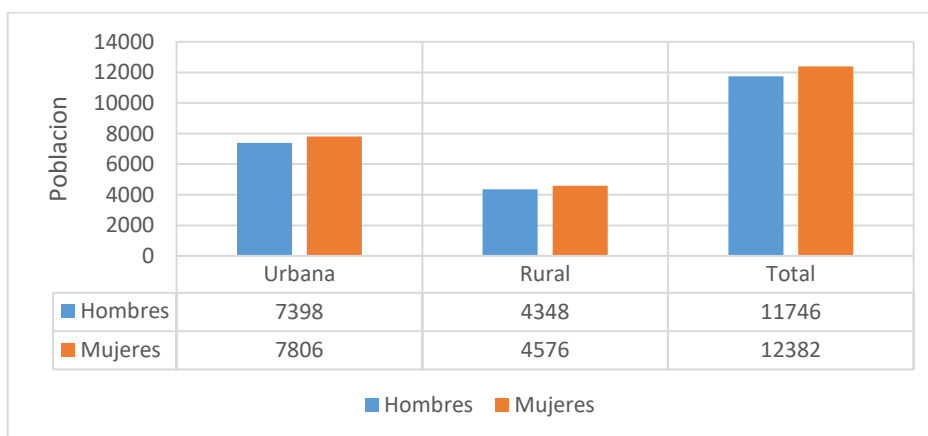
Población total por genero

Sexo	Urbana	Rural	Total
Hombres	7398	4348	11746
Mujeres	7806	4576	12382
Total			24128

Nota: Los datos fueron proporcionados por el INEI. (INEI, 2018)

Figura 6:

Población total por genero



Nota: Los datos fueron proporcionados por el INEI. (INEI, 2018)

Población por grupo de edad:

Según el “Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas” ejecutado por Instituto Nacional de Estadísticas e Informática, demuestra que el grupo de edad de 15 a 29 años es el que predomina y que el grupo de menor a 1 año es el menos incidente, tal y como se observa en la Tabla 5 y la Figura 7.

Tabla 5:

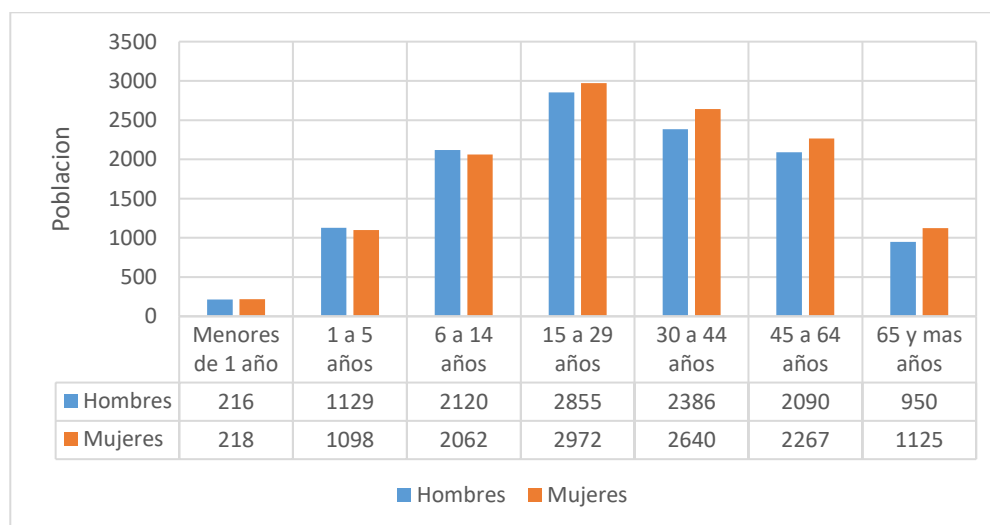
Población total por grupo de edad

Grupos de edad	Hombres	Mujeres	Total
Menores de 1 año	216	218	434
1 a 5 años	1129	1098	2227
6 a 14 años	2120	2062	4182
15 a 29 años	2855	2972	5827
30 a 44 años	2386	2640	5026
45 a 64 años	2090	2267	4357
65 y más años	950	1125	2075
Total			24128

Nota: Los datos fueron proporcionados por el INEI. (INEI, 2018)

Figura 7:

Población total por grupo de edad



Nota: Los datos fueron proporcionados por el INEI. (INEI, 2018)

Población por nivel educativo alcanzado:

Según el “Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas” ejecutado por Instituto Nacional de Estadísticas e Informática, se observa que 8159 habitantes terminaron la primaria y 6298, secundaria; además de ello 1670 habitantes culminaron sus estudios superiores universitarios, todo esto se puede observar en la Tabla 6 y Figura 8.

Tabla 6:

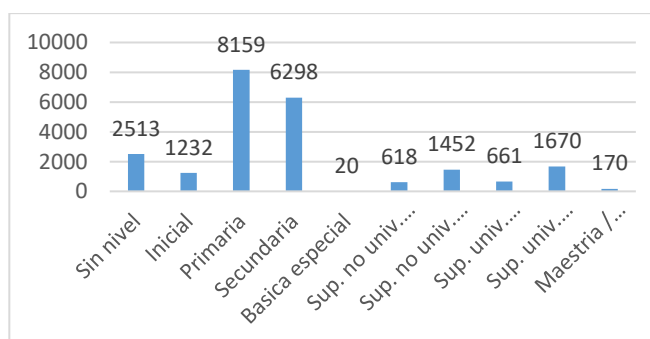
Población total por nivel educativo alcanzado

Nivel educativo alcanzado	Rural		Urbana		Total		Total
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	
Sin nivel	452	1025	361	675	813	1700	2513
Inicial	214	227	404	387	618	614	1232
Primaria	2101	1996	1878	2184	3979	4180	8159
Secundaria	1124	843	2361	1970	3485	2813	6298
Básica especial	2	1	10	7	12	8	20
Sup. no univ. incompleta	57	51	245	265	302	316	618
Sup. no univ. completa	78	78	577	719	655	797	1452
Sup. univ. incompleta	30	50	247	334	277	384	661
Sup. univ. completa	52	42	799	777	851	819	1670
Maestría / Doctorado	2	2	92	74	94	76	170

Nota: Los datos fueron proporcionados por el INEI. (INEI, 2018)

Figura 8:

Población total por nivel educativo alcanzado



Nota: Los datos fueron proporcionados por el INEI. (INEI, 2018)

2.2.1.2.2. Viviendas

Paredes

Según el “Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas” ejecutado por Instituto Nacional de Estadísticas e Informática, evidencia que el 65% de las viviendas tienen como material de construcción predominante en las paredes exteriores de sus viviendas al adobe, todo ello se puede observar con mayor detalle en la Tabla 7 y en la Figura 9.

Tabla 7:

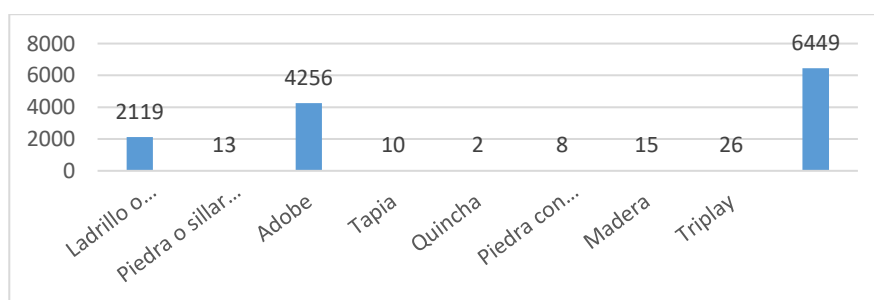
Material de construcción predominante en las paredes exteriores de la vivienda

Material de construcción predominante en las paredes exteriores de la vivienda	Viviendas
Ladrillo o bloque de cemento	2119
Piedra o sillar con cal o cemento	13
Adobe	4256
Tapia	10
Quincha	2
Piedra con barro	8
Madera	15
Triplay	26
Total	6449

Nota: Los datos fueron proporcionados por el INEI. (INEI, 2018)

Figura 9:

Material de construcción predominante en las paredes exteriores de la vivienda



Nota: Los datos fueron proporcionados por el INEI. (INEI, 2018)

Techos

Según el “Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas” ejecutado por Instituto Nacional de Estadísticas e Informática, evidencia que el 37% de las viviendas tienen como material de construcción predominante en los techos de sus viviendas a las tejas, tal como se muestra en la Tabla 8 y se grafica en la Figura 10.

Tabla 8:

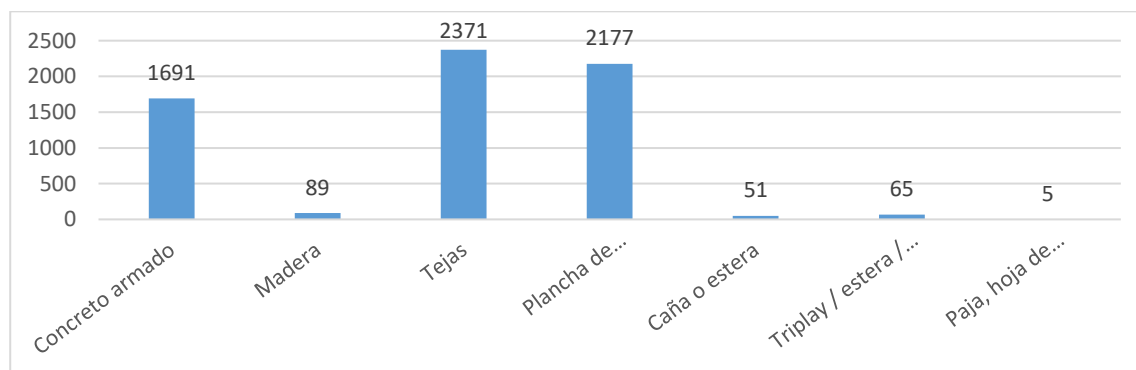
Material de construcción predominante en los techos de las viviendas

Material de construcción predominante en los techos de las viviendas	Viviendas
Concreto armado	1691
Madera	89
Tejas	2371
Plancha de calamina, fibra de cemento o similares	2177
Caña o estera	51
Triplay / estera / carrizo	65
Paja, hoja de palmera y similares	5
Total	6449

Nota: Los datos fueron proporcionados por el INEI. (INEI, 2018)

Figura 10:

Material de construcción predominante en los techos de las viviendas



Nota: Los datos fueron proporcionados por el INEI. (INEI, 2018)

Pisos

Según el “Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas” ejecutado por Instituto Nacional de Estadísticas e Informática, se observa que el 90% de las viviendas poseen como material predominante en los pisos de sus viviendas al cemento o tierra, tal como se observa en la Tabla 9 y Figura 11.

Tabla 9:

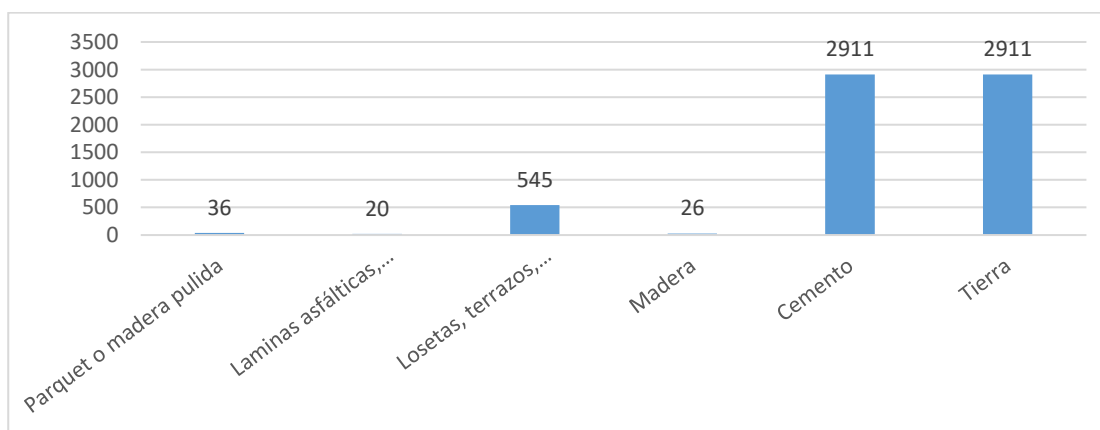
Material de construcción predominante en los pisos de las viviendas

Material de construcción predominante en los pisos de las viviendas	Viviendas
Parquet o madera pulida	36
Laminas asfálticas, vinílicos o similares	20
Losetas, terrazos, cerámicos o similares	545
Madera	26
Cemento	2911
Tierra	2911
Total	6449

Nota: Los datos fueron proporcionados por el INEI. (INEI, 2018)

Figura 11:

Material de construcción predominante en los pisos de las viviendas



Nota: Los datos fueron proporcionados por el INEI. (INEI, 2018)

2.2.1.2.3. Abastecimiento de agua potable

Según el “Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas” ejecutado por Instituto Nacional de Estadísticas e Informática, se puede observar que el 82% de las viviendas tienen como tipo de procedencia del agua para consumo humano la red pública dentro de la vivienda, tal como podemos observar en la Tabla 10 y Figura 12.

Tabla 10:

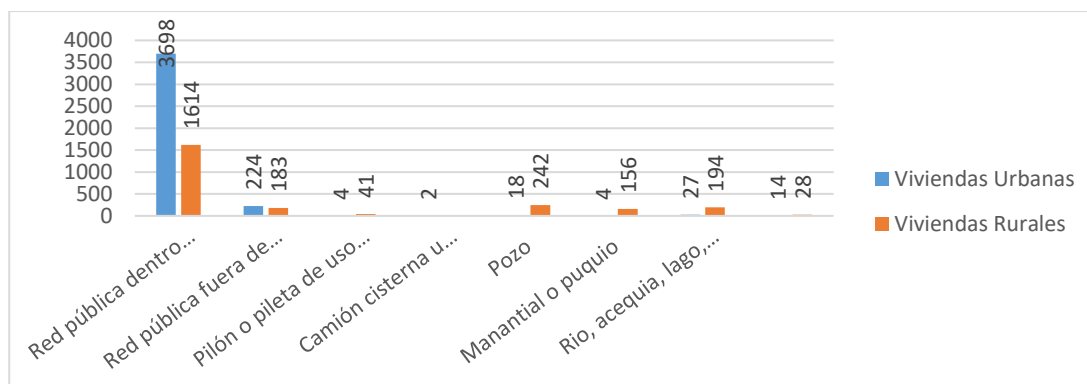
Tipo de procedencia del agua para consumo humano

Tipo de procedencia del agua para consumo humano	Viviendas Urbanas	Viviendas Rurales	Totalidad de viviendas
Red pública dentro de la vivienda	3698	1614	5312
Red pública fuera de la vivienda	224	183	407
Pilón o pileta de uso publico	4	41	45
Camión cisterna u otro similar	2		2
Pozo	18	242	260
Manantial o puquio	4	156	160
Rio, acequia, lago, laguna	27	194	221
Otro	14	28	42
Total			6449

Nota: Los datos fueron proporcionados por el INEI. (INEI, 2018)

Figura 12:

Agua para consumo humano



Nota: Los datos fueron proporcionados por el INEI. (INEI, 2018)

2.2.1.2.4. Alumbrado eléctrico

Según el “Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas” ejecutado por Instituto Nacional de Estadísticas e Informática, se evidencia que el 85% de las viviendas disponen de alumbrado eléctrico por red pública y 15% restante no cuenta con alumbrado eléctrico en sus viviendas, tal como lo observamos en la Tabla 11 y en el gráfico de la Figura 13

Tabla 11:

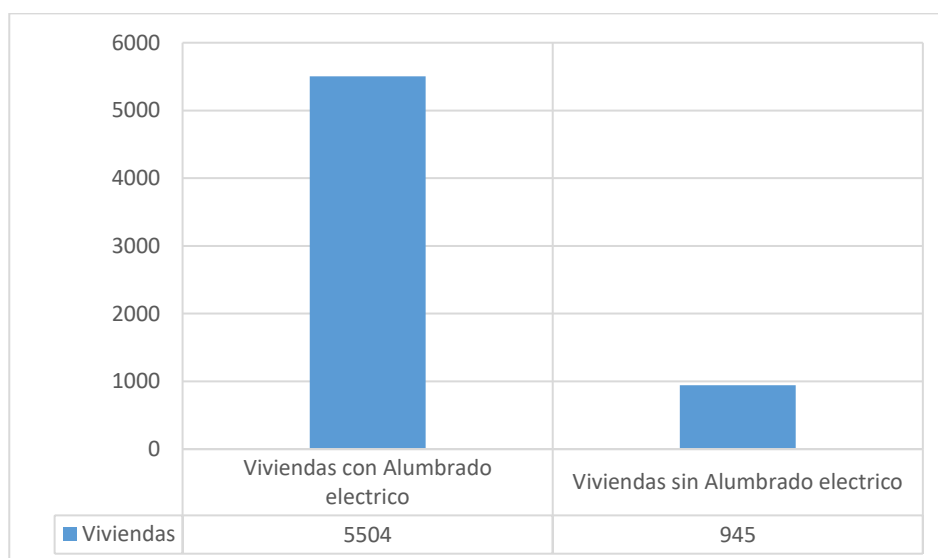
Alumbrado eléctrico por red publica

Dispone de alumbrado eléctrico por red publica	Viviendas
Viviendas con Alumbrado eléctrico	5504
Viviendas sin Alumbrado eléctrico	945
Total	6449

Nota: Los datos fueron proporcionados por el INEI. (INEI, 2018)

Figura 13:

Alumbrado eléctrico por red publica



Nota: Los datos fueron proporcionados por el INEI. (INEI, 2018)

2.2.1.2.5. Salud

Según el “Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres - SIGRID” a cargo del CENEPRED, se visualiza la existencia de 06 Establecimientos de Salud como se detalla en la Tabla 12:

Tabla 12:

Establecimiento de Salud

Nombre del establecimiento de salud	Red	Micro red	Condición
Puesto de Salud Huauya	Huaylas Norte	Caraz	En funcionamiento
Puesto de Salud Llacshu	Huaylas Norte	Caraz	En funcionamiento
Hospital de Apoyo Caraz	Huaylas Norte	-	En funcionamiento
Centro Médico Caraz	-	-	En funcionamiento
Centro de Aislamiento Temporal Dulzura	Huaylas Norte	-	En funcionamiento
Puesto de Salud Yuracoto	Huaylas Norte	Caraz	En funcionamiento

Nota: Los datos fueron proporcionados por el SIGRID.(CENEPRED, SIGRID, 2021)

2.2.1.2.6. Educación

Según el “Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres - SIGRID” a cargo del CENEPRED, se visualiza la existencia de 40 Instituciones Educativas como se detalla en la Tabla 13.

Tabla 13:

Instituciones Educativas

Instituciones Educativas	I.E.
Sector Publico	10
Sector Privado	30

Nota: Los datos fueron proporcionados por el SIGRID.(CENEPRED, SIGRID, 2021)

2.2.1.3. Características Climatológicas

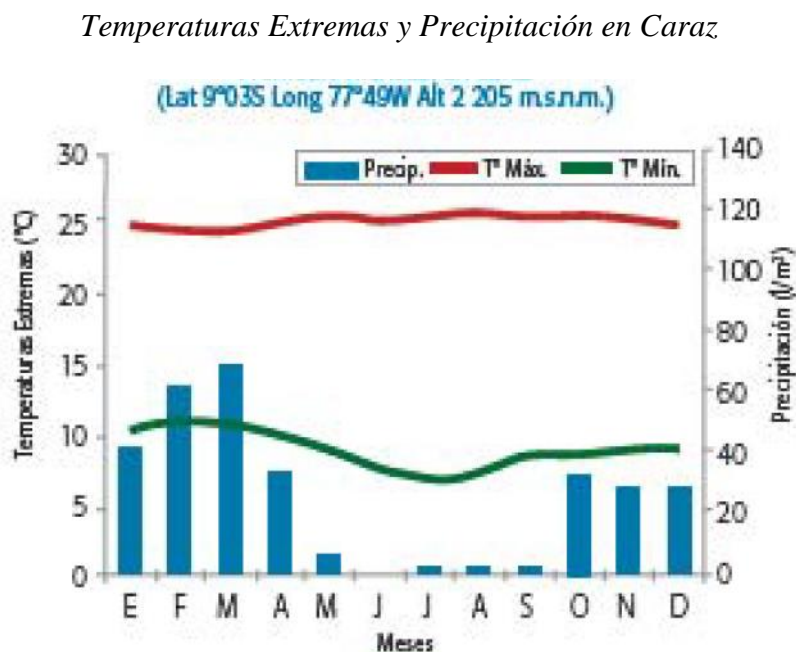
2.2.1.3.1. Clasificación climática

Según la clasificación de thornthwaite, Caraz posee un clima del tipo semiseco y templado y abundante lluvias en verano, con escasas lluvias en otoño, invierno y primavera (Ambiente, 2005)

2.2.1.3.2. Climatología

En caraz se observa que las temperaturas disminuyen gradualmente, es así que la temperatura máxima es de 28°C en la estación de invierno y la mínima es de 9°C para el mismo periodo, tal como se observa en la Figura 14.

Figura 14:



Nota: La figura muestra las temperaturas extremas y precipitaciones de la zona en estudio. (SENAMHI S. N., 2121)

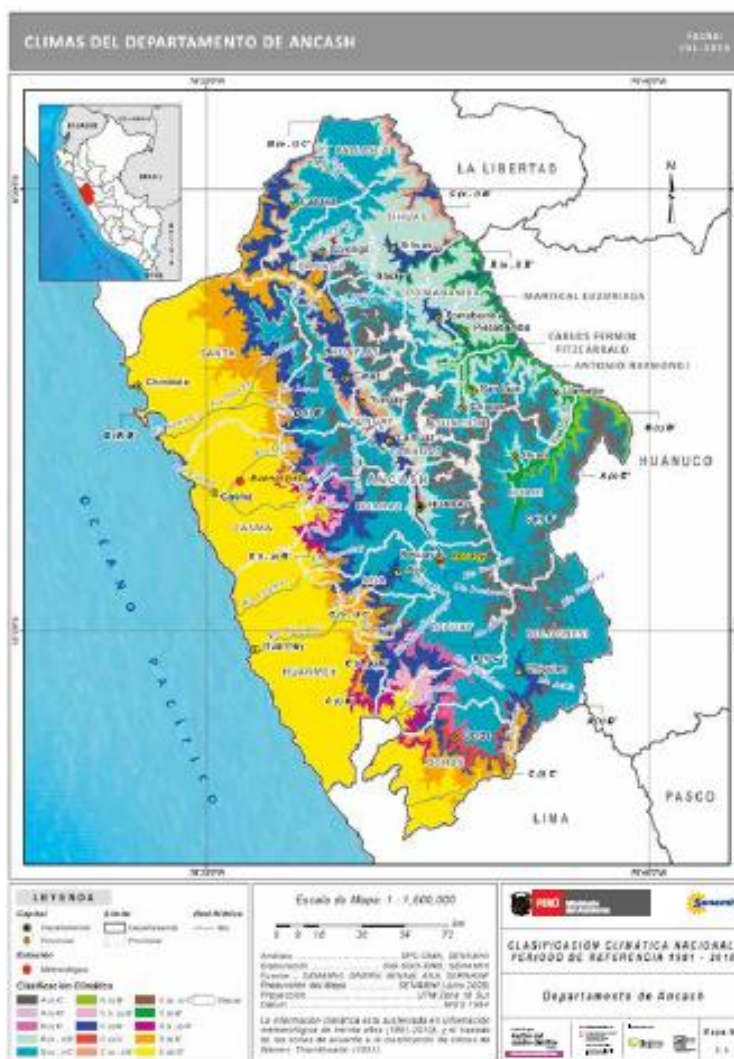
En el Callejón de Huaylas y en toda la región andina, de mayo a setiembre; el cielo permanece día y noche despejado o con escasa nubosidad. El viento incrementa su

velocidad por las tardes y esporádicamente puede llegar a 50 km/h o más, principalmente de julio a setiembre. La humedad relativa al mediodía baja a 30% o menos debido a la mezcla turbulenta. (Ambiente, 2005)

Según el Mapa de clasificación Climática del departamento de Ancash presentado en la Figura 15, Caraz posee un clima semiseco, templado y con otoño e invierno seco.

Figura 15:

Clasificación climática del departamento de Ancash



Nota: La figura muestra la clasificación climática del departamento de Ancash. (SENAMHI S. N., 2121)

2.2.1.3.3. *Precipitaciones extremas:*

El comportamiento de las lluvias, suelen darse precipitaciones mayores durante el periodo de verano del hemisferio sur que comprenden los tres primeros meses del año, esto debido a que durante dicho periodo los sistemas atmosféricos favorecen la acumulación de humedad y por lo tanto las consecuentes lluvias; en cierto modo el calentamiento de agua de mar influye en mayores cantidades de humedad durante eventos El Niño. (CENEPRED, 2017)

En el verano 2017, se presentaron condiciones océano – atmosféricas anómalas, que favorecieron la presencia del “Niño Costero 2017”, situaciones que facilitaron la acumulación de humedad atmosférica, propiciando un comportamiento anómalo de las lluvias, que afectaron en gran parte de la franja costera del Perú. (CENEPRED, 2017)

Los acumulados de lluvia o trimestrales son parámetros importantes para ponderar las manifestaciones de El Niño en determinadas regiones, también los acumulados diarios permiten identificar la intensidad de eventos extremos de lluvias, es en ese sentido que en la tabla N^a 14 se representa la caracterización de lluvias extremas, el cual comprendió la comparación de la máxima precipitación diaria promedio durante los meses enero – marzo 2017 realizado por el SENAMHI, tal como se muestra en la Tabla 14.

Tabla 14:

Caracterización de extremos de precipitación

Umbral de Precipitación	Caracterización de Lluvias Extremas
99p < RR/día	Extremadamente Lluvioso
95p < RR/ día ≤ 99p	Muy Lluvioso
90p < RR/ día ≤ 95p	Lluvioso
75p < RR/ día ≤ 90p	Moderadamente Lluvioso
RR/ día ≤ 75p	Lluvia usual

Nota: Datos proporcionamos por SENAMHI. (SENAMHI S. N., 2014)

A continuación, en la Tabla 15 y Figura 16, se describe la precipitación de los meses de la temporada más lluviosa de la estación SAUCEPAMPA (Caraz – Huaylas – Ancash) desde el año 2017 al 2021:

Tabla 15:

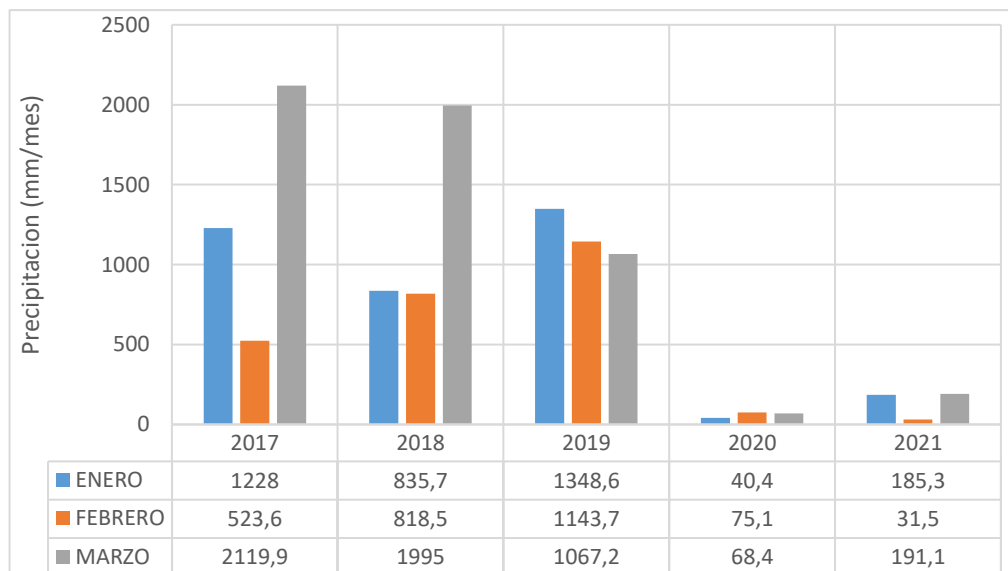
Precipitación mensual en época de lluvia de la subcuenca del Río Lullán

RR./mes	Años				
Meses	2017	2018	2019	2020	2021
Enero	1228	835,7	1348,6	40,4	185,3
Febrero	523,6	818,5	1143,7	75,1	31,5
Marzo	2119,9	1995	1067,2	68,4	191,1

Nota: Datos adaptados proporcionados por SENAMHI. (SENAMI, 2021)

Figura 16:

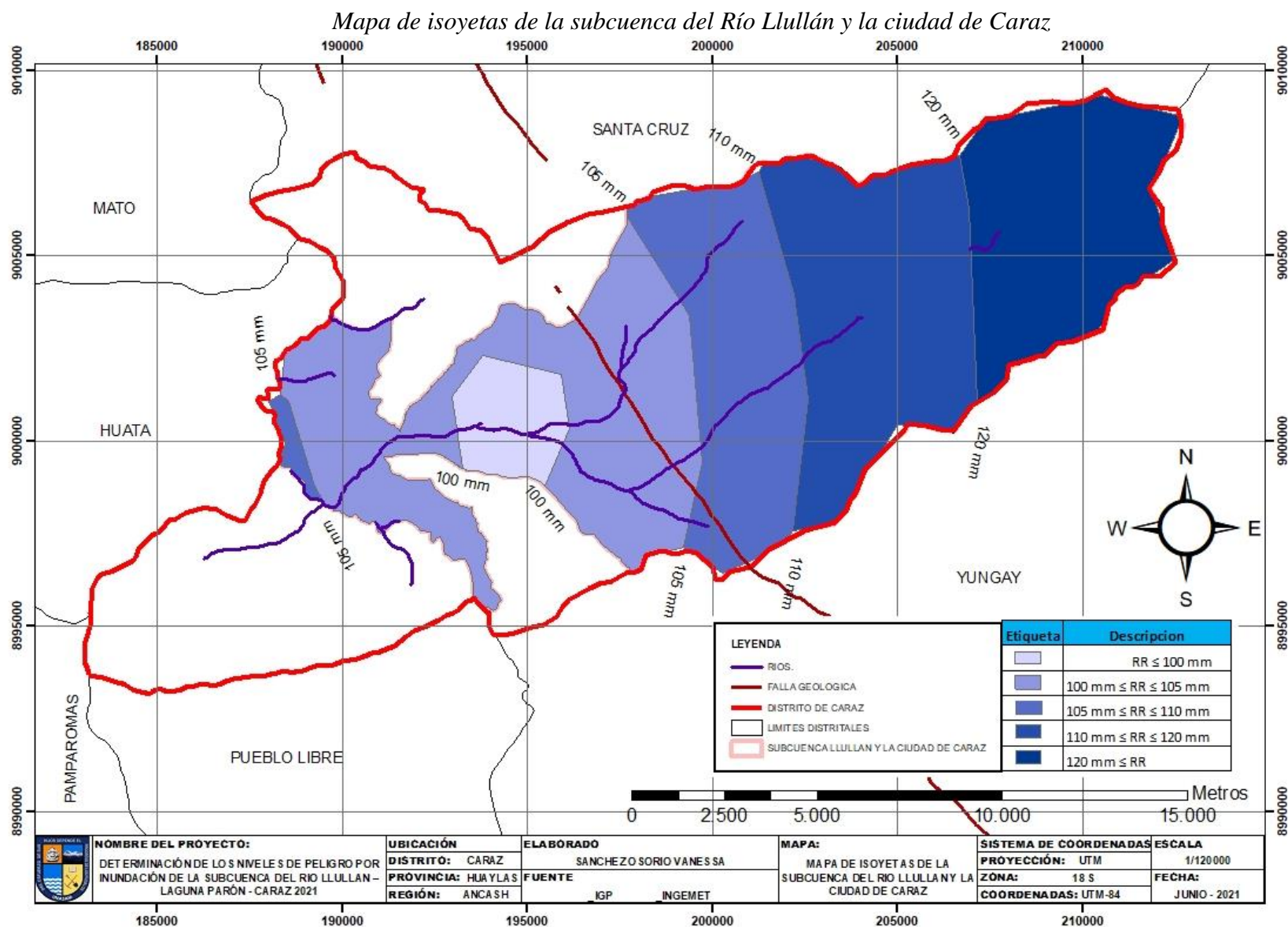
Precipitación mensual en época de lluvia de la subcuenca del Río Lullán



Nota: Datos fueron obtenidos de la estación meteorológica Saucepampa - Caraz

Los datos proporcionados de la estación de Saucepampa, conjuntamente con los datos que proporcionan las estaciones de Yungay, Sihuas, Pomabamba y Sihuas nos permitieron obtener el mapa de isoyetas presentado en la Figura17 de la zona de estudio.

Figura 17



2.2.1.4. Características físicas:

2.2.1.4.1. Condiciones Geomorfológicas:

De acuerdo al mapa geomorfológico elaborado por el (INGEMET, 1995) a nivel nacional, la subcuenca del Río Lullán presenta las siguientes unidades geomorfológicas:

➤ **Abanico de piedemonte (Ab)**

Constituye el depósito generado por el movimiento en masa complejo (deslizamiento – avalancha de detritos -flujo de detritos) que se canalizo por la quebrada, generando un abanico en su desembocadura a los ríos.

➤ **Morrenas (Mo)**

Comprende geoformas convexas suaves y alargadas, así también se presentan como piedemontes que cubran la superficie y faldas de laderas de montañas, depositados por la actividad glaciaria ocurrida durante el Pleistoceno.

➤ **Llanura o planicie inundable (P)**

Originado por sedimentación del material depositado por antiguos flujos de agua que no siguen un curso definido, sino que se explayan formando una planicie que puede ser inundada con un aumento del cauce.

➤ **Colina y lomada en roca sedimentaria (RCL-rs)**

Esta unidad geomorfológica posee un relieve de colinas y lomadas con superficies onduladas y disectadas por quebradas ligeramente profundas. Las laderas presentan pendiente de 30 a 40%.

➤ **Montaña con cobertura glaciaria (RM-cgl)**

Unidad donde tiene una muy fuerte pendiente (mayor a 60%), presenta coberturas de hielo o de nieve permanente, además de un marcado retroceso glaciario.

➤ **Montaña en roca intrusiva (RM-ri)**

Corresponde al afloramiento de rocas intrusivas, reducidos por procesos denudativos, se encuentran conformando elevaciones alargadas y de pendiente moderada a alta.

➤ **Montaña en roca sedimentaria (RM-rs)**

Corresponden a afloramientos de rocas sedimentarias de la Formación Oyón, reducidos por procesos denudativos; se encuentran conformando elevaciones alargadas. Estas geoformas presentan moderada susceptibilidad a ser afectadas por movimientos en masa y se asocian a la ocurrencia de erosión de laderas y deslizamientos.

➤ **Montaña en roca volcánica (RM-rv)**

La morfología más característica está representada por superficie de pendiente media a moderada, con presencia de frentes escarpados a abruptos.

➤ **Montaña estructural en roca intrusiva (RME-ri)**

Litológicamente se constituye por rocas intrusivas como dioritas, monzogranitos, tonalitas y gabros. Tiene una altura mayor a los 300 m respecto al nivel de bade local y su estructura presenta secuencias estratificadas con pendientes que varían de medias a fuertes.

➤ **Terraza aluvial (T-al)**

Geoforma de origen denudacional y/o depositacional, forma bancos o graderías de sedimentación aluvial, ubicadas en los márgenes de las quebradas.

➤ **Vertiente o piedemonte coluvio – deluvial (V-cd)**

Formada por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial (acarreadas y acumuladas por efectos de la gravedad debido a eventos de movimientos en

masa) y deluvial (acumuladas al pie de las laderas depositadas por flujos de agua que lava materiales sueltos de la ladera).

➤ **Vertiente coluvial de detritos (V-d)**

Son geoformas originadas por acumulación de depósitos inconsolidados, en las laderas de montañas o colinas, en forma de taludes de detritos de origen coluvial y edad reciente y están relacionadas generalmente a procesos de avalanchas de detritos y erosión de laderas, derrumbes y deslizamientos superficiales.

➤ **Vertiente glacio – fluvial (V-gfl)**

Esta unidad se halla modificada por la erosión fluvial que ha labrado quebradas poco profundas de fondo plano en las partes bajas y cañones en las partes próximas al flanco andino.

➤ **Vertiente glacial o de gelifracción (V-gl)**

Las rocas de la vertiente presentan rotura de la roca (efecto palanca), como consecuencia de las tensiones que soporta al congelarse el agua contenida en sus diaclasas, discontinuidades mineralógicas, etc.

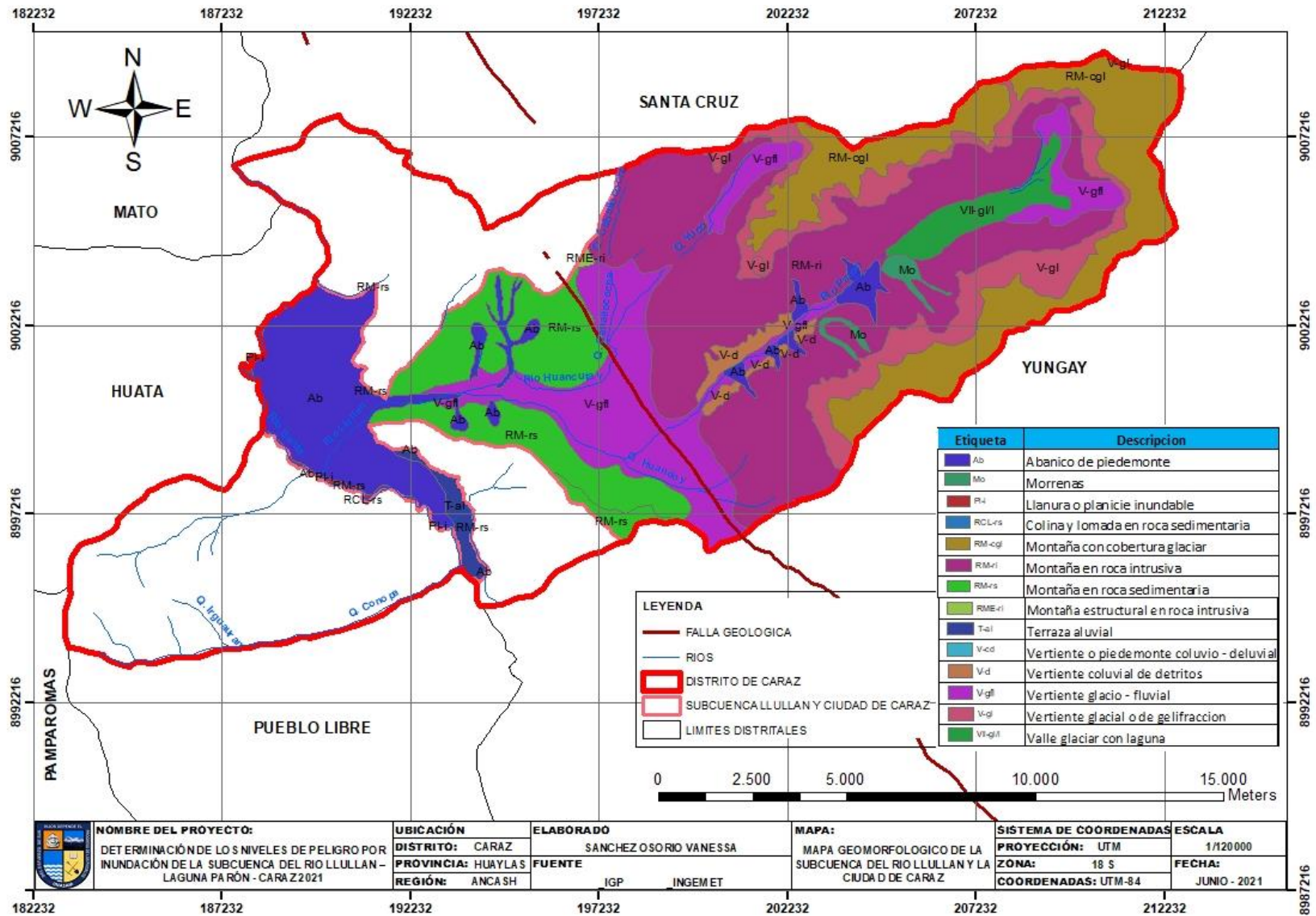
➤ **Valle glaciario con laguna (Vll-gl/l)**

Los Valles Glaciares se encuentran restringidos a las zonas más altas del área. generalmente por encima de los 3,900 msnm. Se caracterizan por conformar incisiones de laderas rectas. con una típica sección transversal en U, que generalmente se presentan hacia su cabecera circo glaciario.

La ubicación de las unidades geomorfológicas que se encuentran dentro de la zona de estudio, se observa con mayor detalle en la Figura 18.

Figura 18

Mapa Geomorfológico de la subcuenca del Río Lullán y la ciudad de Caraz



2.2.1.4.2. Condiciones Geológicas:

De acuerdo a las cartas geológicas (18h y 19h) elaborado por el INGEMET, la subcuenca del Río Lullán presenta las siguientes formaciones geológicas:

➤ **Formación Chimú (Ki-chi)**

Conformada por centenares de metros de cuarcitas, areniscas y arcillitas, con mantos de carbón (antracita), sobre yaciendo a la Formación Oyón é infra yaciendo a la Fm. Santa, con ligera discordancia.

El grosor variable, es de 150-400 m. y esencialmente, comprende dos miembros: el inferior, consiste en areniscas y cuarcitas con intercalaciones de arcillitas, con presencia de mantos de carbón; el miembro superior, está compuesto de capas macizas de cuarcitas blancas-grisáceas, con escasas capas de arcillitas.

➤ **Formación Oyon (Ki-oy)**

Consiste de areniscas gris a gris oscuras, Carbonosas, de grano fino a medio, intercaladas con limoarcillitas y limolitas gris oscuras. En su parte inferior presenta estratificación delgada, con laminación fina, ondulada y paralela. En su parte media, niveles limoarcilíticos con capas de areniscas y limolitas. En su parte superior, predominan las areniscas y limolitas Carbonosas, con intercalaciones de limoarcillitas Carbonosas, en las cuales existen algunos niveles de carbón.

➤ **Batolito Cordillera Blanca- Granodiorita, Tonalita (Nm-bcb-gd-tn)**

Ubicado en la parte central de la Cordillera Occidental con un rumbo paralelo a las estructuras regionales, alcanza una longitud de 200 km. y anchura entre 12-15 km. La litología predominante, es granodiorita/tonalita de grano grueso, con desarrollo de

foliación en algunos sectores. Los mejores ejemplos están ubicados a lo largo de la Qda. Llanganuco.

➤ **Formación Yungay (Nm-yu)**

Consiste en una secuencia de rocas piroclásticas encontradas en algunos sectores del valle del río Santa (Yungay). La litología predominante, son tobas blancas, friables, pobremente estratificadas, compuestas de abundantes cristales de cuarzo y biotita en una matriz feldespática, así como ignimbritas dacíticas con disyunción columnar.

➤ **Deposito Glaciar (Q-gl)**

➤ **Deposito Glaciar, Fluvial (Q-glf)**

Los depósitos glaciares están formados por materiales que pueden haber sido erosionados o no por el glaciar, pero que han sido transportados y posteriormente abandonados por el hielo.

Los cantos y bloques que viajan en el contacto hielo-roca son modificados por el transporte en cuanto a su "forma", "redondeamiento" y "textura". Con el tiempo, se van redondeando y adquieren formas en bala o en plancha con las superficies pulidas.

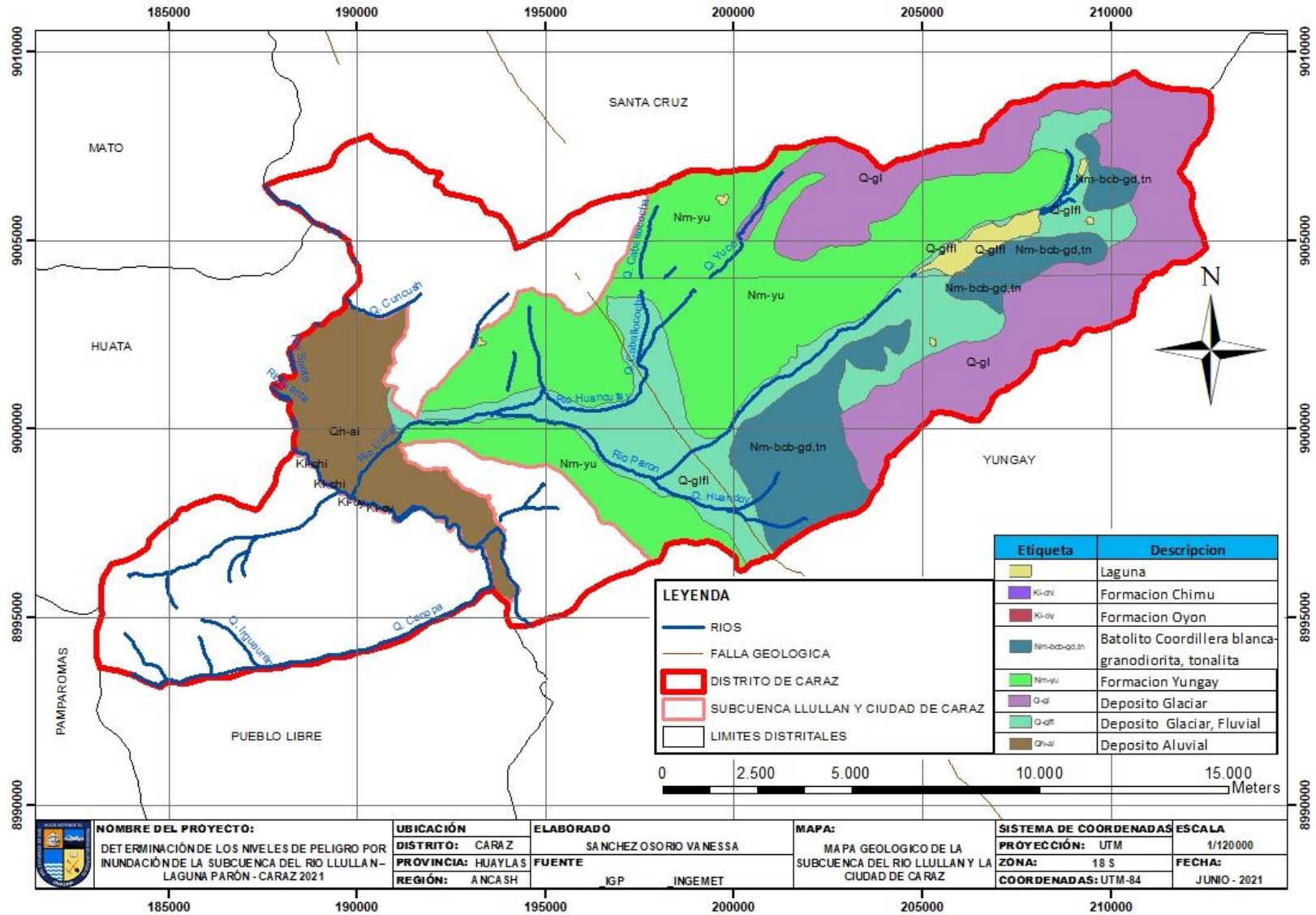
➤ **Deposito Aluvial (Qh-al)**

Son materiales transportados y depositados por el agua. Su tamaño empieza desde las rocas hasta las gravas gruesas, cantos y bloques y estos tipos de suelos o rocas presentan bordes redondeados y se distribuye en forma de capa mineral sedimentaria y son muy anisótopos. Estos materiales están muy desarrollados en los depósitos de climas tropicales, ocupando cauces, llanuras, terrazas, etc.

La ubicación de las unidades geológicas que se encuentran dentro de la zona de estudio, se observa con mayor detalle en la Figura 19.

Figura 19

Mapa Geológico de la subcuenca del Río Llullán y la ciudad de Caraz



2.2.1.4.3. Pendientes:

La pendiente es un factor muy importante en la evaluación de todo tipo de riesgo, es por ello, que de acuerdo a las cartas geológicas (18h y 19h) elaborado por el IGN (GEOGSPERU, 2021), la subcuenca del Río Lullán presenta las siguientes pendientes en su territorio y cuya distribución se muestra en la Figura 20.

➤ **Pendiente menor a 5ª (Pendiente llana y suave)**

Las áreas de pendiente llana y suave representan el 9% de la zona de estudio, son áreas que poseen una inclinación del terreno ligeramente suave y esta conformadas por terrazas fluviales y en algunos casos los abanicos proluviales, también se puede encontrar estas pendientes en los fondos del valle.

➤ **Pendiente entre 5ª y 20ª (Pendiente moderada)**

Las áreas de pendiente moderada abarcan el 34% de la zona de estudio, y prácticamente corresponden a las laderas de lomeríos, colinas suaves y elevaciones menores, cuyo escurrimiento superficial se considera de lento a medio

➤ **Pendiente entre 20ª y 35ª (Pendiente fuerte)**

Las áreas de pendiente fuerte abarcan el 40% de la zona de estudio y se representan en el terreno en laderas, piedemontes cercanos de las quebradas.

➤ **Pendiente entre 35ª y 50ª (Pendiente abrupta)**

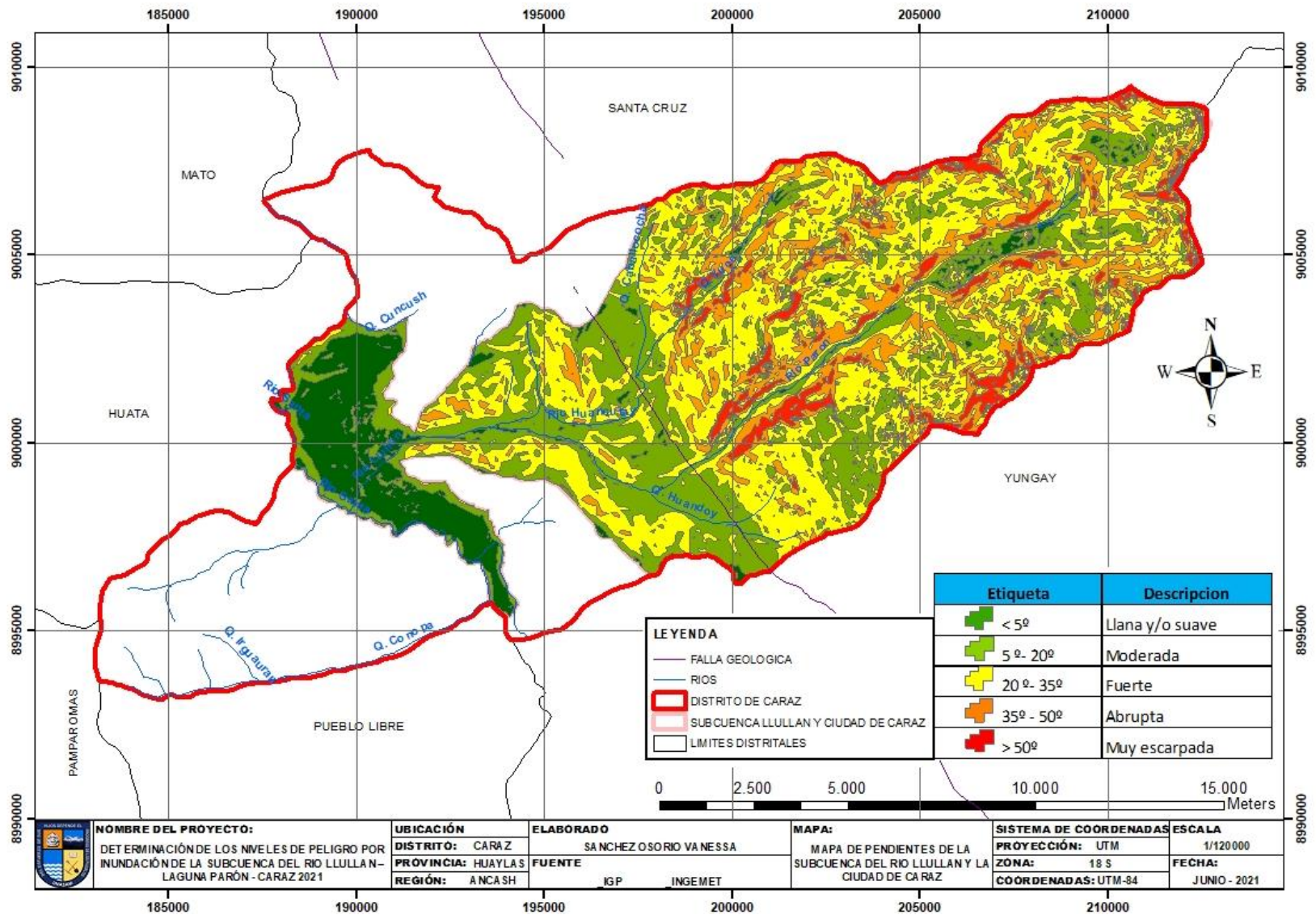
Las áreas de pendiente abrupta abarcan el 12% de la zona de estudio y se presentan en laderas escarpadas de las montañas y las colinas.

➤ **Pendiente mayor a 50ª (Pendiente muy escarpada)**

Las áreas de pendiente muy escarpada abarcan el 5% de la zona de estudio e indican escarpes muy fuertes en las laderas.

Figura 20

Mapa de Pendientes de la subcuenca del Río Llullán y la ciudad de Caraz



2.2.2. Fundamentos de la evaluación del peligro por Inundación

2.2.2.1. Fenómenos de origen natural

“Es toda manifestación de la naturaleza que puede ser percibido por los sentidos o por instrumentos científicos de detección. Se refiere a cualquier evento natural como resultado de su funcionamiento interno” (CENEPRED, 2015)

2.2.2.2. Peligros generados por fenómenos de origen natural

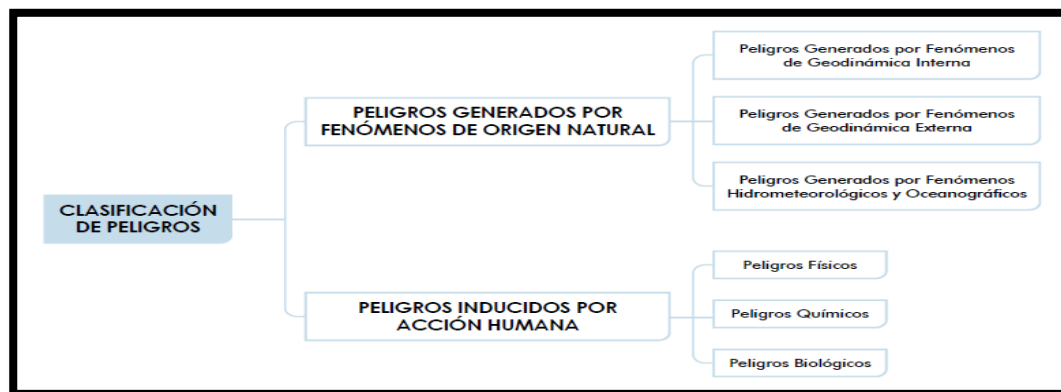
El peligro, es la probabilidad de que un fenómeno, potencialmente dañino, de origen natural, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos. (CENEPRED, 2015)

2.2.2.3. Clasificación de peligros originados por fenómenos de origen natural

Según el Manual para la evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, el peligro, según su origen, se puede clasificar en dos clases o grupos, tal como se observa en la Figura 21: los peligros generados por fenómenos de origen natural y los peligros generados por la acción humana.

Figura 21:

Clasificación de Peligros



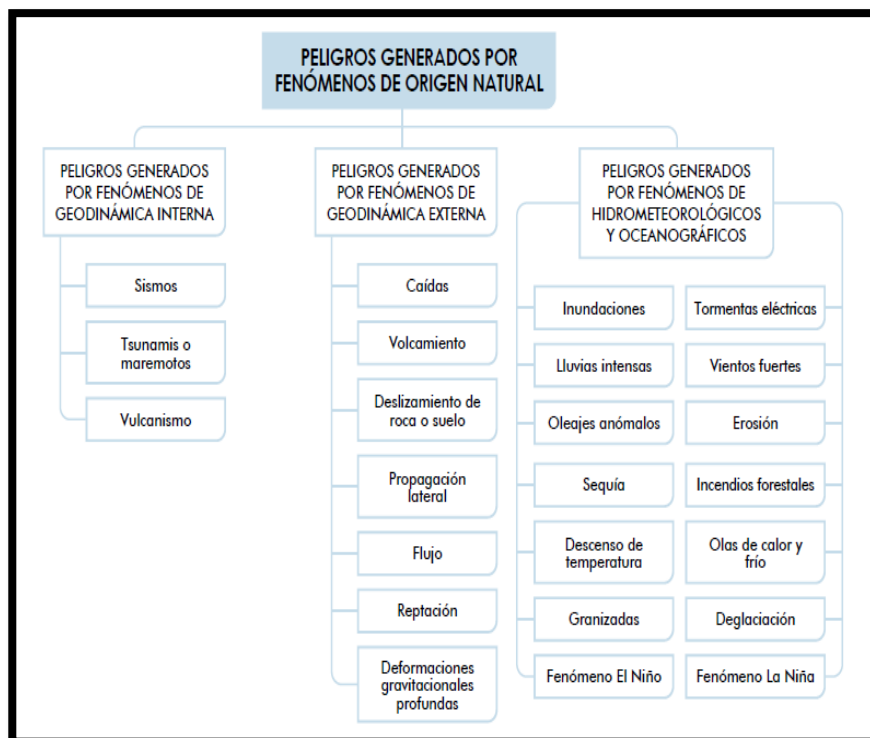
Nota: La información fue obtenida del Manual de Evaluación de Riesgos Originados por

Fenómenos Naturales Fuente: (CENEPRED, 2015)

Los peligros generados por origen natural se detallan en la Figura 22, estos pueden ser generados por fenómenos de geodinámica interna; por fenómenos de geodinámica externa o por fenómenos hidrometeorológicos y oceanográficos.

Figura 22:

Peligros generados por Fenómeno de origen natural



Nota: La información fue obtenida del Manual de Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales Fuente: (CENEPRED, 2015)

Para la presente investigación de todos los fenómenos originados por fenómenos de origen natural solo tendremos en cuenta el peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos como son las inundaciones.

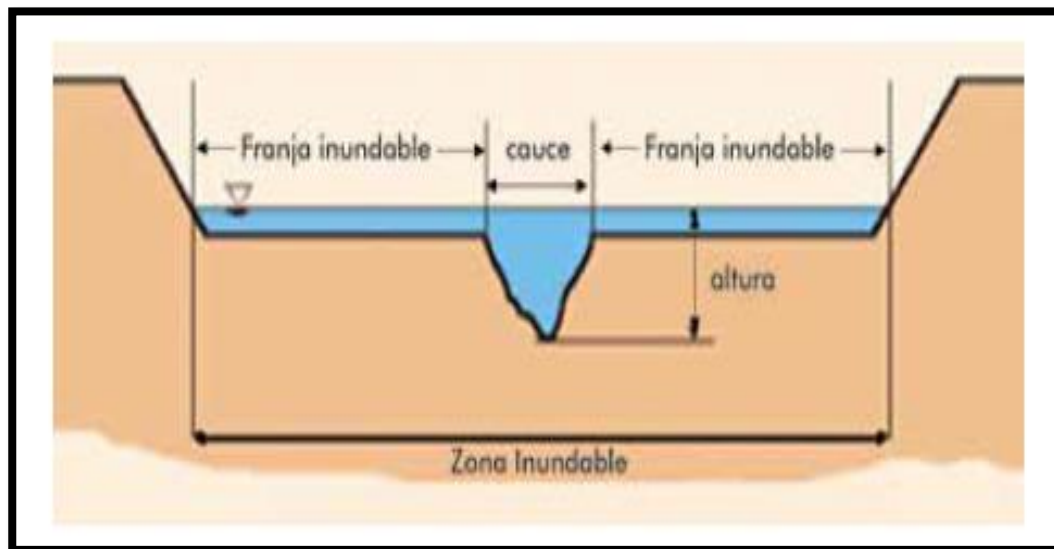
2.2.2.3.1. Inundaciones

Las inundaciones se producen cuando las lluvias intensas o continuas sobrepasan la capacidad de campo del suelo, el volumen máximo de transporte del río es superado y el

cauce principal se desborda e inunda los terrenos circundantes, tal como lo muestra la Figura 23. Las llanuras de inundación (franjas de inundación) son áreas de superficie adyacente a ríos o riachuelos, sujetas a inundaciones recurrentes. Debido a su naturaleza cambiante, las llanuras de inundación y otras áreas inundables deben ser examinadas para precisar la manera en que pueden afectar al desarrollo o ser afectadas por él. (CENEPRED, 2015)

Figura 23:

Sección típica simplificada de un río en la se observa las llanuras de inundación



Nota: La información fue obtenida del Manual de Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales Fuente: (CENEPRED, 2015)

a) **Tipos de inundación**

Las inundaciones pueden clasificarse: Por su duración y origen

➤ **Por su duración**

Las inundaciones se clasifican según su duración en inundaciones dinámicas o rápidas y en inundaciones estáticas o lentas.

Inundaciones dinámicas o rápidas:

Se producen en ríos cuyas cuencas presentan fuertes pendientes, por efecto de las lluvias intensas. Las crecidas de los ríos son repentinas y de corta duración. Son las que producen los mayores daños en la población e infraestructura, debido a que el tiempo de reacción es casi nulo.

Inundaciones estáticas o lentas:

Generalmente se producen cuando las lluvias son persistentes y generalizadas, producen un aumento paulatino del caudal del río hasta superar su capacidad máxima de transporte, por lo que el río se desborda, inundando áreas planas cercanas al mismo, a estas áreas se les denomina llanuras de Inundación.

➤ Según su origen**Inundaciones pluviales:**

Se produce por la acumulación de agua de lluvia en un determinado lugar o área geográfica sin que este fenómeno coincida necesariamente con el desbordamiento de un cauce fluvial. Este tipo de inundación se genera tras un régimen de lluvias intensas persistentes, es decir, por la concentración de un elevado volumen de lluvia en un intervalo de tiempo muy breve o por la incidencia de una precipitación moderada y persistente durante un amplio período de tiempo sobre un suelo poco permeable.

Inundaciones fluviales:

Causadas por el desbordamiento de los ríos y los arroyos. Es atribuida al **aumento brusco del volumen de agua** más allá de lo que un lecho o cauce es capaz de transportar sin desbordarse, durante lo que se denomina crecida (consecuencia del exceso de lluvias).

b) Zonas inundables:

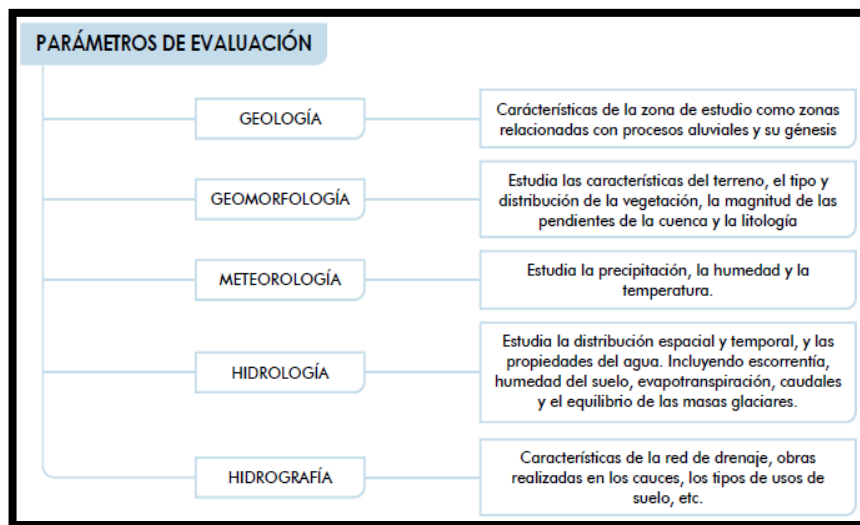
Las inundaciones son el resultado de lluvias fuertes o continuas que sobrepasan la capacidad de absorción del suelo y la capacidad de carga de los ríos, riachuelos y áreas costeras. El desarrollo de actividades urbanas en zonas inadecuadas ocasiona el aumento de la altura y la extensión de las llanuras de inundación. (CENEPRED, 2015)

2.2.2.4. Parámetros de evaluación

Dentro de los parámetros de evaluación frente a una inundación, tenemos a la geología, geomorfología, meteorología, hidrología e hidrografía, tal como lo podemos observar en la Figura 24.

Figura 24:

Parámetros de evaluación de inundaciones



Nota: La información fue obtenida del Manual de Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales Fuente: (CENEPRED, 2015)

2.2.2.5. Susceptibilidad

La susceptibilidad está referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre determinado ámbito geográfico (depende de los factores

condicionantes y desencadenantes del fenómeno y su respectivo ámbito geográfico). (CENEPRED, 2015)

De acuerdo a este esquema, aquellas franjas de terreno que quedan rápidamente bajo las aguas de inundación corresponderían a áreas de mayor susceptibilidad hídrica, en tanto que aquellas que no resulten invadidas representarían a áreas de menor susceptibilidad hídrica.

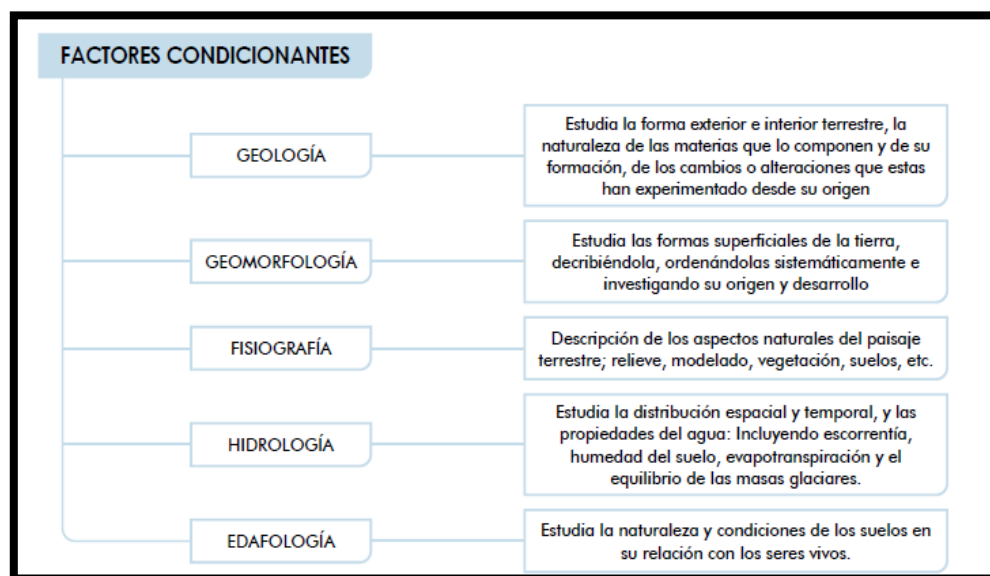
$$\text{Val. Suceptibilidad} = (\text{Val. Factor Cond.} * \text{Peso}_1) + (\text{Val. Factor Desencad.} * \text{Peso}_2)$$

2.2.2.5.1. Factores condicionantes

Son parámetros propios del ámbito geográfico de estudio (ver Figura 25), el cual contribuye de manera favorable o no al desarrollo del fenómeno de origen natural (magnitud e intensidad), así como su distribución espacial. (CENEPRED, 2015)

Figura 25:

Factores condicionantes del peligro



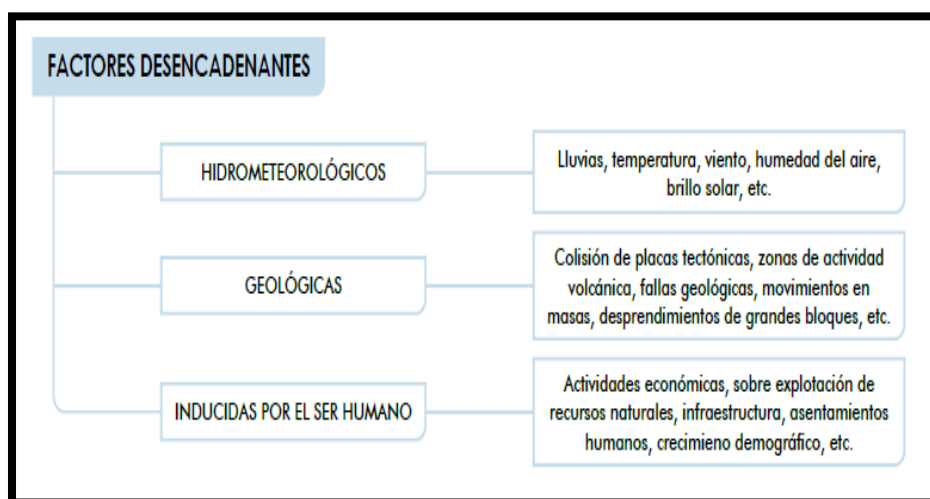
Nota: La información fue obtenida del Manual de Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales Fuente: (CENEPRED, 2015)

2.2.2.5.2. Factores desencadenantes

Son parámetros que desencadenan eventos y/o sucesos asociados que pueden generar peligros en un ámbito geográfico específico, ver Figura 26. Por ejemplo: las lluvias generan deslizamiento de material suelto o meteorizado, los sismos de gran magnitud ocurridos en el mar (locales) ocasionan tsunamis, etc. (CENEPRED, 2015)

Figura 26:

Factores desencadenantes del peligro



Nota: La información fue obtenida del Manual de Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales Fuente: (CENEPRED, 2015)

Los factores desencadenantes son aquellos fenómenos que inducen desde el exterior hacia un comportamiento activo de los peligros

2.2.2.6. Peligro

Probabilidad de que un fenómeno, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos. (CENEPRED, 2015)

$$\mathbf{Val. Peligro} = (\mathbf{Val. Sucep.} * \mathbf{Peso}_1) + (\mathbf{Val. Par. Eval.} * \mathbf{Peso}_2)$$

2.2.2.6.1. Niveles de peligrosidad

Para fines de la Evaluación de Riesgos, las zonas de peligro pueden estratificarse en cuatro niveles: bajo medio, alto y muy alto, cuyos valores se detallan en la Figura 27.

Figura 27:

Nivel de peligro

NIVEL	RANGO
MUY ALTO	$1.04 \leq R \leq 2.515$
ALTO	$0.402 \leq R < 1.04$
MEDIO	$0,136 \leq R < 0,402$
BAJO	$0.035 \leq R < 0.136$

Nota: La información fue obtenida del Manual de Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales Fuente: (CENEPRED, 2015)

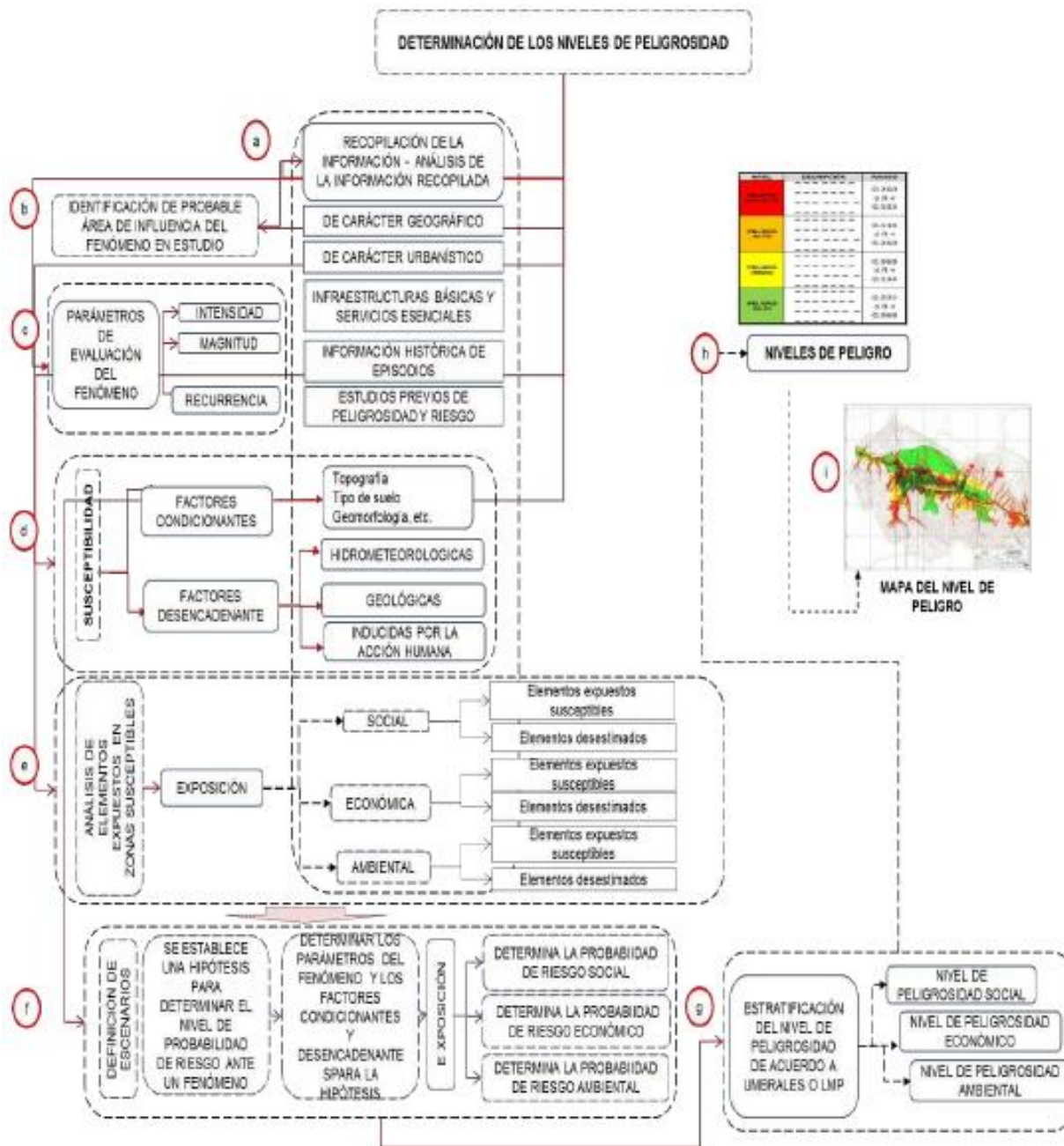
2.2.2.6.2. Flujograma para generar el mapa de peligrosidad

Se determina los niveles de peligrosidad del fenómeno de inundación para identificar las áreas que presentan niveles de peligrosidad muy alto, alto, medio y bajo. Esto se inicia con la recopilación de información para la identificación de los parámetros de evaluación y susceptibilidad del territorio (factores condicionantes y desencadenantes). Esto ayudara a cuantificar los elementos expuestos susceptibles al fenómeno de inundación.

Para determinar el nivel de peligros por el fenómeno de lluvias intensas, se utilizó el flujograma que se muestra en la Figura 28.

Figura 28:

Flujograma para generar el mapa de peligrosidad



Nota: La información fue obtenida del Manual de Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales Fuente: (CENEPRED, 2015)

Capítulo III

Metodología de Investigación

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. *Enfoque*

El enfoque de la presente investigación es cuantitativo ya que se usó la recolección de datos para probar la hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, estableciendo así patrones de comportamiento en la evaluación tanto de los factores condicionantes como de los factores desencadenantes obteniendo así los niveles de peligrosidad por Inundación de la Subcuenca del Río Llullán.

3.1.2. *Alcance*

Esta investigación surge como respuesta a la inquietud por conocer los niveles de peligro por inundación en la Subcuenca del Río Llullán, es por ello que se realizó una descripción del mencionado evento. Dado eso, se concluyó que el presente estudio tiene un alcance del tipo descriptivo.

Cabe recalcar que esta investigación se basa netamente a la metodología emitida por el CENEPRED.

3.1.3. *Diseño*

Se trata de una investigación no experimental ya que se buscó obtener los datos necesarios que caractericen a cada una de las variables, evitando cualquier tipo de manipulación de estas. Nuestra investigación es del tipo transversal, porque se centra en analizar a las variables en un momento dado, es decir, determinamos las características y en base a eso se realizó la ponderación de los factores condicionantes y desencadenantes para determinar el nivel de peligro por inundación de la Subcuenca del Río Llullán.

Nuestro diseño de investigación se divide de la siguiente manera:

- ✓ Técnicas e instrumentos
- ✓ Desarrollo matemático según CENEPRED
- ✓ Determinación de los niveles de peligro en el Software ArcGis
- ✓ Determinación de los Elementos Expuestos

Que a continuación se detallaran más a fondo

3.1.3.1. Técnicas e instrumentos

3.1.3.1.1. Análisis documental

Para la determinación de los parámetros y descriptores ponderados para la caracterización del fenómeno de inundación estudiamos a detalle el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales 02 versión del CENEPRED.

Para realizar la delimitación de la Subcuenca del Río Lullán, utilizamos curvas de nivel de imágenes satelitales, y el procesamiento de los parámetros y descriptores ponderados de la caracterización del fenómeno de inundación lo hicimos mediante el uso del software ArcGIS 10.5, y así determinamos el Nivel de Peligro por Inundación de la Subcuenca del Río Lullán.

3.1.3.1.2. Datos cartográficos

Para el mapa de isoyetas se utilizó la información histórica que proporcionan las estaciones de **Caraz** (H=2678 m.s.n.m Lat.: 9° 1' 51.29'' Long: 77° 46' 34.76''), **Yungay** (H=2466 m.s.n.m Lat.: 9° 8' 30.79'' Long: 77° 44' 59.91''), **Sihuas** (H=2716 m.s.n.m Lat.: 8° 34' 0'' Long: 77° 39' 0''), **Pomabamba** (H=2985 m.s.n.m Lat.: 8° 49' 18.13'' Long: 77° 27' 26.40'') y **Pira** (H=3720 m.s.n.m Lat.: 9° 35' 7'' Long: 77° 42' 25.9'') pertenecientes a la Autoridad Nacional del Agua.

Para el mapa de pendientes se utilizó un Modelo Digital de Elevación descargados de Alaska Satellite Facility – Nasa. Las características de las imágenes ALOS – AVNIR las hacen adecuadas para este tipo de estudios.

Para los mapas de geología y geomorfología se utilizaron información vectorial (SHAPEFILE), del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMET, dicha información fue descargada para los cuadrantes 18h y 19h.

3.1.3.2. Desarrollo Matemático según CENEPRED

En el presente estudio se utilizó el Proceso de análisis jerárquico de Saaty. Este método es utilizado para la determinación del valor de priorización de un conjunto de elementos, debido a su ámbito de aplicación y facilidad de cálculo, es el que se adecua más para este tipo de trabajos.

Este método fue desarrollado a finales de los años 60 por Thomas Saaty, este método (Proceso de análisis jerárquico) permite evaluar alternativas cuando se tienen en consideración varios criterios, utiliza comparaciones entre pares de elementos, construyendo marices, a través de elementos del algebra matricial para establecer prioridades entre los elementos. (CENEPRED, 2015)

3.1.3.2.1. Proceso de análisis jerárquico

Para la ponderación de los criterios, sub criterios y descriptores se utilizó el Proceso de Análisis Jerárquico el cual es un método multicriterio que permite incorporar criterios cuantitativos (infraestructura expuesta, pérdidas humanas, económicas, etc.) y cualitativos (programas de capacitación, creación y/o aplicación de la normatividad, etc.) que son considerados en la Gestión del Riesgo de Desastres. La matriz que se forma es una matriz cuadrada es decir el mismo número de filas y columnas. (CENEPRED, 2015)

La notación matemática sería: $A = A_{ij}$

3.1.3.2.2. Cálculo de los pesos ponderados

1. Se construyó la matriz de comparaciones pareadas, en el que se muestra la comparación entre criterios, sub criterios y/o descriptores según el caso de interés. En el caso de ponderación de criterios esta matriz nos permitió determinar la importancia de un criterio respecto a otro, lo que nos sirvió para realizar la ponderación de criterios.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Sumamos verticalmente los elementos de cada columna. Así se obtuvieron los valores:

$$v_1, v_2, \dots, v_n = \sum_{i=1}^n a_i$$

2. Construimos la matriz de comparaciones normalizada. El cual se obtuvo de dividir cada elemento de matriz entre la suma obtenida, para conseguir:

$$A = \begin{pmatrix} 1/v_1 & a_{12}/v_2 & \dots & a_{1n}/v_n \\ a_{21}/v_1 & 1/v_2 & \dots & a_{2n}/v_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1}/v_1 & a_{n2}/v_2 & \dots & 1/v_n \end{pmatrix}$$

3. El siguiente paso consistió en obtener el vector prioridad el cual nos mostró los pesos ponderados de cada criterio a partir de la matriz normalizada:

Para ello se calculó el vector columna:

$$P = \begin{pmatrix} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{1j} \\ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{2j} \\ \dots \\ \dots \\ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{nj} \end{pmatrix}$$

Y se obtuvo el vector de prioridades de los criterios:

$$P = \begin{pmatrix} P_{c11} \\ P_{c12} \\ \dots \\ \dots \\ P_{c1n} \end{pmatrix}$$

Se debe indicar que la suma de los elementos del vector prioridad debe ser igual a 1.

$$\sum_{i=1}^n P_{c1i} = P_{c11} + P_{c12} + \dots + P_{c1n} = 1$$

3.1.3.2.3. Cálculo de la Relación de Consistencia (RC)

Se paso a la verificación de la posible existencia de consistencia entre los juicios expresados.

1. Multiplicamos cada valor de la primera columna de la matriz de comparación pareada por la prioridad relativa del primer elemento que se consideró y así sucesivamente. Se sumaron los valores sobre las filas y así se obtuvo un vector de valores, denominado Vector Suma Ponderada (VSP).

$$\begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} P_{c11} \\ P_{c12} \\ \dots \\ \dots \\ P_{c1n} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} VSP_{11} \\ VSP_{12} \\ \dots \\ \dots \\ VSP_{1n} \end{pmatrix}$$

2. Dividimos los elementos del vector de suma ponderada entre el correspondiente valor de prioridad para cada uno de los criterios:

$$\begin{pmatrix} VSP_{11}/P_{c11} = \lambda_1 \\ VSP_{12}/P_{c12} = \lambda_2 \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ VSP_{1n}/P_{c1n} = \lambda_n \end{pmatrix}$$

3. Posteriormente se determinó la lambda máxima λ_{max}

$$\lambda_{max} = (\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n)/n$$

Esto nos permitió hallar el índice de consistencia

4. Calculamos el Índice de Consistencia (IC):

$$IC = (\lambda_{max} - n)/(n - 1)$$

Esto nos permitió hallar la relación de consistencia de la matriz para verificar si las decisiones fueron adecuadas.

5. Determinamos la Relación de Consistencia (RC);

$$RC = IC/IA$$

Donde IA es el Índice Aleatorio de una Matriz de Comparaciones Pareadas, generada, como su nombre sugiere, de forma aleatoria.

Los valores del Índice Aleatorio para los diferentes “n”, obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón y Moreno-Jiménez, 2001), se muestran en la Tabla 16:

Tabla 16*Índice Aleatorio de una Matriz de Comparaciones Pareadas*

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595

NOTA: Para matrices de 3 parámetros la RC debe ser menor a 0.04, para matrices de cuatro parámetros la RC debe ser menor a 0.08 y para matrices mayores a cuatro deben ser menores a 0.10. (CENEPRED, 2015)

3.1.3.3. Determinación de los niveles de peligro en el Software ArcGis

Luego de aplicar el Análisis Jerárquico del Satty para la determinación del valor de priorización de un conjunto de elementos, procedemos a crear el mapa de Niveles de Peligro de inundación de la subcuenca del Río Lullán, de la siguiente manera:

1. Descargamos del modelo digital de elevación (DEM) de la zona en estudio de Alaska Satélite Facility – Nasa y generamos el Mapa Temático de Pendientes.
2. Descargamos la información vectorial (SHAPEFILE), del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMET (18h y 19h.), tanto para la geología y la geomorfología, luego recortamos la zona de nuestro interés y generamos el Mapa Temático de la Geomorfología y el Mapa Temático de la Geología.
3. Descargamos los datos históricos de las estaciones pluviométricas cercanas a la zona de estudio y tras la interpolación obtenemos el Mapa de Isoyetas.

Una vez obtenido los mapas temáticos necesarios para la obtención de los niveles de peligrosidad, procedemos a cargar los datos obtenidas en las tablas de la siguiente manera:

1. Determinación de los parámetros y descriptores evaluados:

V parametro_i = Se obtiene del analisis jerarquico del Satty

$V \text{ descriptor}_i =$ Se obtiene de la matriz de normalización de cada par.

2. Determinación de los valores del factor condicionante y desencadenante:

$$\sum_{i=1}^n V \text{ descriptor}_i * V \text{ parametro}_i = V \text{ factor condicionante}$$

$$\sum_{i=1}^n V \text{ descriptor}_i * V \text{ parametro}_i = V \text{ factor desencadenante}$$

3. Determinación de la susceptibilidad:

$$Peso_1 * V \text{ factor cond.} + Peso_2 * V \text{ factor desencad.} = V \text{ sucep}$$

4. Determinación del parámetro de evaluación:

$$\sum_{i=1}^n V \text{ descriptor}_i * V \text{ parametro}_i = V \text{ parametro de evaluacion}$$

5. Determinación del nivel de peligrosidad:

$$Peso_3 * V \text{ sucep} + Peso_4 * V \text{ parametro de evaluacion} = V \text{ peligro}$$

Y de esta manera se obtiene el mapa de niveles de peligros por inundación de la subcuenca del Río Llullán.

3.1.3.4. Determinación de los Elementos Expuestos

Una vez obtenido los niveles de peligro por inundación de la subcuenca del Río Llullán, exportamos nuestros resultados en formato SHAPEFILE y procedemos a cargarlos en la plataforma del SIGRID (Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres) perteneciente al CENEPRED, una vez dentro de la mencionada plataforma y con nuestro mapa de niveles de riesgos cargados procedemos a navegar dentro de la capa “Elementos Expuestos” donde encontraremos información geoespacial de centros poblados e infraestructura educativa, de salud, de transporte, de recursos para la respuesta, de penitenciarias, hidráulica, de predios urbanos y rurales, de hidrocarburos y de agencias

bancarias. Esta capa permite la relación espacial con las fuentes de información de cartografía riesgos y peligros; para conocer su nivel de riesgo y/o susceptibilidad en relación a su ubicación y tras la activación de las subcapas de nuestro interés procederemos a obtener nuestro mapa de elementos expuestos.

3.2. Susceptibilidad del territorio

Para la evaluación de la susceptibilidad del área de influencia por la alta precipitación en la Subcuenca del Río Lullán, se consideraron los factores descritos en la Tabla 17:

Tabla 17:

Factores Condicionantes y Desencadenantes

Factor Desencadenante	Factores Condicionantes		
Precipitación	Pendiente	Geomorfología	Geología

Nota: Factores utilizados para la evaluación de la susceptibilidad en la zona de estudio

3.2.1. Análisis de Factores Condicionantes

Son parámetros propios del ámbito geográfico de estudio, el cual contribuye de manera favorable o no al desarrollo del fenómeno de origen natural (magnitud e intensidad), así como su distribución espacial. (CENEPRED, 2015). En la tabla 18 se consignan los 03 factores condicionantes utilizados en la presente evaluación

Tabla 18:

Factores Condicionantes

Factores Condicionantes	
Factor	Descripción
Pendiente	La pendiente es una forma de medir el grado de inclinación del terreno. A mayor inclinación mayor valor de pendiente.
Geomorfología	Estudia las formas superficiales de la tierra, describiéndola, ordenándolas sistemáticamente e investigando su origen y desarrollo.

Geología	Estudia la forma exterior e interior terrestre, la naturaleza de las materias que lo componen y de su formación, de los cambios o alteraciones que estas han experimentado desde su origen.
-----------------	---

Nota: Definiciones obtenidas del Manual de Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales (CENEPRED, 2015)

3.2.1.1. Parámetro condicionante: Pendiente

Paso 01: En la matriz de comparación de pares se evaluó la intensidad de preferencia de un parámetro frente a otro. Para la selección de los valores se usó la escala desarrollada por Saaty, escala que se presenta en la Figura 29. La escala ordinal de comparación se mueve entre valores de 9 y 1/9.

Figura 29:

Escala Saaty

ESCALA NUMÉRICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACION
9	absolutamente o muchísimo más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo.
5	Más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo.
1	Igual o diferente a ...	Al comparar un elemento con el otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.
1/5	Menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo.
1/7	Mucho menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/9	Absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

Nota: La tabla fue obtenida de la fuente (Saaty, 1980)

Paso 02: El análisis se inició comparando la fila con respecto a la columna (fila/columna). La diagonal de la matriz siempre será la unidad por ser una comparación entre parámetros de igual magnitud. En la Tabla 19 se muestra la matriz de comparación de las diferentes pendientes que existen en el área de estudio

Tabla 19:

Matriz de comparación de pares

PENDIENTE DEL TERRENO	Terrenos llanos y/o inclinados con pendiente suave (<5°)	Pendiente moderada (5°-20°)	Pendiente fuerte (20°-35°)	Pendiente abrupta (35°-50°)	Pendiente muy escarpada (> 50°)
Terrenos llanos y/o inclinados con pendiente suave (<5°)	1,000	1,000	3,000	5,000	7,000
Pendiente moderada (5°-20°)	1,000	1,000	1,000	3,000	5,000
Pendiente fuerte (20°-35°)	0,333	1,000	1,000	1,000	3,000
Pendiente abrupta (35°-50°)	0,200	0,333	1,000	1,000	1,000
Pendiente muy escarpada (> 50°)	0,143	0,200	0,333	1,000	1,000
SUMA	2,676	3,533	6,333	11,000	17,000
1/SUMA	0,374	0,283	0,158	0,091	0,059

Paso 03: La matriz de normalización presentada en la Tabla 20 nos muestra el vector de priorización (peso ponderado). Indica la importancia de cada parámetro en el análisis del fenómeno

Tabla 20:

Matriz de normalización

PENDIENTE DEL TERRENO	Terrenos llanos y/o inclinados con pendiente suave (<5°)	Pendiente moderada (5°-20°)	Pendiente fuerte (20°-35°)	Pendiente abrupta (35°-50°)	Pendiente muy escarpada (> 50°)	Vector Priorización
Terrenos llanos y/o inclinados con pendiente suave (<5°)	0,374	0,283	0,474	0,455	0,412	0,399
Pendiente moderada (5°-20°)	0,374	0,283	0,158	0,273	0,294	0,276
Pendiente fuerte (20°-35°)	0,125	0,283	0,158	0,091	0,176	0,167
Pendiente abrupta (35°-50°)	0,075	0,094	0,158	0,091	0,059	0,095
Pendiente muy escarpada (> 50°)	0,053	0,057	0,053	0,091	0,059	0,062
	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Paso 04: Se calculó la Relación de Consistencia, el cual debe ser menor al 10% (RC <0.1), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados. En la tabla 21 podemos apreciar el vector suma ponderada de la pendiente del terreno

Tabla 21:

Vector suma ponderado

	Resultados de la operación de matrices					Vector Suma Ponderada
Terrenos llanos y/o inclinados con pendiente suave (<5°)	0,399	0,276	0,500	0,477	0,437	2,089
Pendiente moderada (5°-20°)	0,399	0,276	0,167	0,286	0,312	1,441
Pendiente fuerte (20°-35°)	0,133	0,276	0,167	0,095	0,187	0,859
Pendiente abrupta (35°-50°)	0,080	0,092	0,167	0,095	0,062	0,496
Pendiente muy escarpada (> 50°)	0,057	0,055	0,056	0,095	0,062	0,326

Hallando el λ_{max}

	Vector suma ponderado / vector priorización
	5,232
	5,214
	5,155
	5,206
	5,213
Suma	26,020
Promedio	5,204

Hallando el índice de consistencia

$$IC = \frac{PROMEDIO - N}{N - 1}$$

IC	0,051
----	-------

Hallando la relación de consistencia

$$RC = \frac{IC}{IA}$$

RC	0,046
----	-------

3.2.1.2. Parámetro condicionante: Geomorfología

Paso 01: En la matriz de comparación de pares se evaluó la intensidad de preferencia de un parámetro frente a otro. Para la selección de los valores se usó la escala desarrollada por Saaty. La escala ordinal de comparación se mueve entre valores de 9 y 1/9. (Ver Figura 29).

Paso 02: El análisis se inició comparando la fila con respecto a la columna (fila/columna). La diagonal de la matriz siempre será la unidad por ser una comparación entre parámetros de igual magnitud. En la Tabla 22 se muestra la matriz de comparación de las unidades geomorfológicas que existen en el área de estudio

Tabla 22:

Matriz de comparación de pares

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	Abanico pie de monte (Ab)	Vertiente glacio - fluvial (V-gfl)	Valle glaciár en laguna (VII-gl/l)	Montaña en roca sedimentaria (RM-rs)	Montaña en roca intrusiva (RM-ri)
Abanico pie de monte (Ab)	1,000	3,000	5,000	7,000	9,000
Vertiente glacio - fluvial (V-gfl)	0,333	1,000	3,000	5,000	7,000
Valle glaciár en laguna (VII-gl/l)	0,200	0,333	1,000	3,000	5,000
Montaña en roca sedimentaria (RM-rs)	0,143	0,200	0,333	1,000	3,000
Montaña en roca intrusiva (RM-ri)	0,111	0,143	0,200	0,333	1,000
SUMA	1,787	4,676	9,533	16,333	25,000
1/SUMA	0,560	0,214	0,105	0,061	0,040

Paso 03: La matriz de normalización, presentada en la Tabla 23 nos muestra el vector de priorización (peso ponderado). Indica la importancia de cada parámetro en el análisis del fenómeno.

Tabla 23:*Matriz de normalización*

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	Abanico pie de monte (Ab)	Vertiente glacio - fluvial (V-gfl)	Valle glaciario en laguna (VII-gl/l)	Montaña en roca sedimentaria (RM-rs)	Montaña en roca intrusiva (RM-ri)	Vector Priorización
Abanico pie de monte (Ab)	0,560	0,642	0,524	0,429	0,360	0,503
Vertiente glacio - fluvial (V-gfl)	0,187	0,214	0,315	0,306	0,280	0,260
Valle glaciario en laguna (VII-gl/l)	0,112	0,071	0,105	0,184	0,200	0,134
Montaña en roca sedimentaria (RM-rs)	0,080	0,043	0,035	0,061	0,120	0,068
Montaña en roca intrusiva (RM-ri)	0,062	0,031	0,021	0,020	0,040	0,035
	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Paso 04: Se calculó la Relación de Consistencia, el cual debe ser menor al 10% (RC >0.1), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados. En la Tabla 24 se muestra el vector suma ponderado de las unidades geomorfológicas

Tabla 24:*Vector suma ponderado*

	Resultados de la operación de matrices					Vector Suma Ponderada
Abanico pie de monte (Ab)	0,503	0,781	0,672	0,474	0,313	2,743
Vertiente glacio - fluvial (V-gfl)	0,168	0,260	0,403	0,339	0,244	1,414
Valle glaciario en laguna (VII-gl/l)	0,101	0,087	0,134	0,203	0,174	0,699
Montaña en roca sedimentaria (RM-rs)	0,072	0,052	0,045	0,068	0,104	0,341
Montaña en roca intrusiva (RM-ri)	0,056	0,037	0,027	0,023	0,035	0,177

Hallando el λ_{max}

	Vector Suma Ponderado / Vector Priorización
	5,455
	5,432
	5,204
	5,030
	5,093
SUMA	26,213
PROMEDIO	5,243

Hallando el índice de consistencia .

$$IC = \frac{PROMEDIO - N}{N - 1}$$

IC	0,061
----	-------

Hallando la relación de consistencia

$$RC = \frac{IC}{IA}$$

RC	0,054
----	-------

3.2.1.3. Parámetro condicionante: Geología

Paso 01: En la matriz de comparación de pares se evaluó la intensidad de preferencia de un parámetro frente a otro. Para la selección de los valores se usó la escala desarrollada por Saaty. La escala ordinal de comparación se mueve entre valores de 9 y 1/9. (Ver Figura 29).

Paso 02: El análisis se inició comparando la fila con respecto a la columna (fila/columna). La diagonal de la matriz siempre será la unidad por ser una comparación entre parámetros de igual magnitud. En la Tabla 25 se muestra la matriz de comparación de las unidades geológicas que existen en el área de estudio

Tabla 25:

Matriz de comparación de pares

UNIDADES GEOLÓGICAS	Deposito aluvial (Qh-al)	Deposito glaciar fluvial (Q-gl,fl)	Laguna	Formación yungay (Nm-yu)	Batolito cordillera blanca (Nm-bcb-gd,tn)
Deposito aluvial (Qh-al)	1,000	3,000	5,000	7,000	9,000
Deposito glaciar fluvial (Q-gl,fl)	0,333	1,000	3,000	5,000	7,000
Laguna	0,200	0,333	1,000	3,000	5,000
Formación yungay (Nm-yu)	0,143	0,200	0,333	1,000	3,000
Batolito cordillera blanca (Nm-bcb-gd,tn)	0,111	0,143	0,200	0,333	1,000
SUMA	1,787	4,676	9,533	16,333	25,000
1/SUMA	0,560	0,214	0,105	0,061	0,040

Paso 03: La matriz de normalización mostrada en la Tabla 26, nos muestra el vector de priorización (peso ponderado). Indica la importancia de cada parámetro en el análisis del fenómeno.

Tabla 26:

Matriz de normalización

UNIDADES GEOLÓGICAS	Deposito aluvial (Qh-al)	Deposito glaciar fluvial (Q-gl,fl)	Laguna	Formación Yungay (Nm-yu)	Batolito cordillera blanca (Nm-bcb-gd,tn)	Vector Priorización
Deposito aluvial (Qh-al)	0,560	0,642	0,524	0,429	0,360	0,503
Deposito glaciar fluvial (Q-gl,fl)	0,187	0,214	0,315	0,306	0,280	0,260
Laguna	0,112	0,071	0,105	0,184	0,200	0,134
Formación Yungay (Nm-yu)	0,080	0,043	0,035	0,061	0,120	0,068
Batolito cordillera blanca (Nm-bcb-gd,tn)	0,062	0,031	0,021	0,020	0,040	0,035
	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Paso 04: Se calculó la Relación de Consistencia, el cual debe ser menor al 10% (RC >0.1), lo que nos indicara que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados. En la Tabla 27 se muestra el vector de suma ponderado de las unidades geológicas

Tabla 27:

Vector de suma ponderado

	Resultados de la operación de matrices					Vector Suma Ponderada
Deposito aluvial (Qh-al)	0,503	0,781	0,672	0,474	0,313	2,743
Deposito glaciar fluvial (Q-gl,fl)	0,168	0,260	0,403	0,339	0,244	1,414
Laguna	0,101	0,087	0,134	0,203	0,174	0,699
Formación Yungay (Nm-yu)	0,072	0,052	0,045	0,068	0,104	0,341
Batolito cordillera blanca (Nm-bcb-gd,tn)	0,056	0,037	0,027	0,023	0,035	0,177

Hallando el λ_{max}

	Vector Suma Ponderado / Vector Priorización
	5,455
	5,432
	5,204
	5,030
	5,093
SUMA	26,213
PROMEDIO	5,243

Hallando el índice de consistencia

$$IC = \frac{PROMEDIO - N}{N - 1}$$

IC	0,061
-----------	-------

Hallando la relación de consistencia

$$RC = \frac{IC}{IA}$$

RC	0,054
-----------	-------

3.2.1.4. Análisis de parámetros de los factores condicionantes

Paso 01: En la matriz de comparación de pares se evaluó la intensidad de preferencia de un parámetro frente a otro. Para la selección de los valores se usó la escala desarrollada por Saaty. La escala ordinal de comparación se mueve entre valores de 9 y 1/9. (Ver Figura 30)

Paso 02: El análisis se inició comparando la fila con respecto a la columna (fila/columna). La diagonal de la matriz siempre será la unidad por ser una comparación entre parámetros de igual magnitud. En la Tabla 28 se muestra la matriz de comparación de pares de los factores condicionantes

Tabla 28:*Matriz de comparación de pares*

PARÁMETRO	Pendiente del Terreno	Unidades Geomorfológicas	Unidades Geológicas
Pendiente Del Terreno	1,000	2,000	3,000
Unidades Geomorfológicas	0,500	1,000	2,000
Unidades Geológicas	0,333	0,500	1,000
SUMA	1,833	3,500	6,000
1/SUMA	0,545	0,286	0,167

Paso 03: La matriz de normalización mostrada en la Tabla 29, nos muestra el vector de priorización (peso ponderado). Indica la importancia de cada parámetro en el análisis del fenómeno

Tabla 29:*Matriz de normalización*

PARÁMETRO	Pendiente del Terreno	Unidades Geomorfológicas	Unidades Geológicas	Vector Priorización
Pendiente del Terreno	0,545	0,571	0,500	0,539
Unidades Geomorfológicas	0,273	0,286	0,333	0,297
Unidades Geológicas	0,182	0,143	0,167	0,164
	1,000	1,000	1,000	1,000

Paso 04: Se calculó la Relación de Consistencia, el cual debe ser menor al 10% (RC >0.1), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados. En la Tabla 30 se muestra el vector de suma ponderado de los factores condicionantes

Tabla 30:*Vector de suma ponderado*

	Resultados de la operación de matrices			Vector Suma Ponderada
Pendiente Del Terreno	0,539	0,595	0,491	1,625
Unidades Geomorfológicas	0,269	0,297	0,328	0,894
Unidades Geológicas	0,180	0,149	0,164	0,492

Hallando el λ_{max}

	Vector Suma Ponderado / Vector Priorización
	3,015
	3,008
	3,004
SUMA	9,028
PROMEDIO	3,009

Hallando el índice de consistencia -

$$IC = \frac{PROMEDIO - N}{N - 1}$$

IC	0,005
-----------	-------

Hallando la relación de consistencia

$$RC = \frac{IC}{IA}$$

RC	0,009
-----------	-------

3.2.2. Análisis de Factores Desencadenantes:

Son parámetros que desencadenan eventos y/o sucesos asociados que pueden generar peligros en un ámbito geográfico específico. (CENEPRED, 2015)

3.2.2.1. Parámetro Desencadenante: Precipitación

En la Tabla 31 se muestra la matriz de comparación de pares del factor desencadenante

Tabla 31:

Matriz de comparación de pares

RANGO DE ANOMALÍAS (%) Enero-Marzo 2017 -2021	Lluvias ≥ 120 mm/mes	120 mm/mes >Lluvias ≥ 110 mm/mes	110 mm/mes >Lluvias ≥ 105 mm/mes	105 mm/mes >Lluvias ≥ 100 mm/mes	100 mm/mes >Lluvias
Lluvias ≥ 120 mm/mes	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000
120 mm/mes >Lluvias ≥ 110 mm/mes	0,500	1,000	2,000	3,000	4,000
110 mm/mes >Lluvias ≥ 105 mm/mes	0,333	0,500	1,000	2,000	3,000
105 mm/mes >Lluvias ≥ 100 mm/mes	0,250	0,333	0,500	1,000	2,000
100 mm/mes >Lluvias	0,200	0,250	0,333	0,500	1,000
SUMA	2,283	4,083	6,833	10,500	15,000
1/SUMA	0,438	0,245	0,146	0,095	0,067

La matriz de normalización mostrada en la Tabla 32, nos muestra el vector de priorización (peso ponderado) del factor desencadenante.

Tabla 32:

Matriz de normalización

RANGO DE ANOMALÍAS (%) Enero-Marzo 2017 -2021	Lluvias ≥ 120 mm/mes	120 mm/mes $>$ Lluvias ≥ 110 mm/mes	110 mm/mes $>$ Lluvias ≥ 105 mm/mes	105 mm/mes $>$ Lluvias ≥ 100 mm/mes	100 mm/mes $>$ Lluvias	Vector Priorización
Lluvias ≥ 120 mm/mes	0,438	0,490	0,439	0,381	0,333	0,416
120 mm/mes $>$ Lluvias ≥ 110 mm/mes	0,219	0,245	0,293	0,286	0,267	0,262
110 mm/mes $>$ Lluvias ≥ 105 mm/mes	0,146	0,122	0,146	0,190	0,200	0,161
105 mm/mes $>$ Lluvias ≥ 100 mm/mes	0,109	0,082	0,073	0,095	0,133	0,099
100 mm/mes $>$ Lluvias	0,088	0,061	0,049	0,048	0,067	0,062
	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

En la Tabla 33 se muestra el vector de suma ponderada del factor desencadenante

Tabla 33:

Vector de suma ponderada

	Resultados de la operación de matrices					Vector Suma Ponderada
Lluvias ≥ 120 mm/mes	0,416	0,524	0,483	0,394	0,312	2,129
120 mm/mes $>$ Lluvias ≥ 110 mm/mes	0,208	0,262	0,322	0,296	0,250	1,337
110 mm/mes $>$ Lluvias ≥ 105 mm/mes	0,139	0,131	0,161	0,197	0,187	0,815
105 mm/mes $>$ Lluvias ≥ 100 mm/mes	0,104	0,087	0,081	0,099	0,125	0,495
100 mm/mes $>$ Lluvias	0,083	0,065	0,054	0,049	0,062	0,314

Hallando el λ_{max}

	Vector Suma Ponderado / Vector Priorización
	5,115
	5,108
	5,060
	5,023
	5,035
SUMA	25,342
PROMEDIO	5,068

Hallando el índice de consistencia

$$IC = \frac{PROMEDIO - N}{N - 1}$$

IC	0,017
-----------	-------

Hallando la relación de consistencia

$$RC = \frac{IC}{IA}$$

RC	0,015
-----------	-------

3.3. Parámetros de evaluación

3.3.1. *Parámetro de evaluación: Nivel de espejo de agua de la Laguna Parón*

En la matriz de comparación de pares se evaluó la intensidad de preferencia de un parámetro frente a otro. Para la selección de los valores se usó la escala desarrollada por Saaty. La escala ordinal de comparación se mueve entre valores de 9 y 1/9. En la Tabla 34 se muestra la matriz de comparación de pares del parámetro de evaluación.

Tabla 34:

Matriz de comparación de pares

NIVEL DE ESPEJO DE AGUA	H agua ≥ 4195 m.s.n.m	4195 m.s.n.m >H agua ≥ 4190 m.s.n.m	4190 m.s.n.m >H agua ≥ 4187,5 m.s.n.m	4187,5 m.s.n.m >H agua ≥ 4185 m.s.n.m	4185 m.s.n.m >H agua
H agua ≥ 4195 m.s.n.m	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000
4195 m.s.n.m >H agua ≥ 4190 m.s.n.m	0,500	1,000	2,000	3,000	4,000
4190 m.s.n.m >H agua ≥ 4187,5 m.s.n.m	0,333	0,500	1,000	2,000	3,000
4187,5 m.s.n.m >H agua ≥ 4185 m.s.n.m	0,250	0,333	0,500	1,000	2,000
4185 m.s.n.m >H agua	0,200	0,250	0,333	0,500	1,000
SUMA	2,283	4,083	6,833	10,500	15,000
1/SUMA	0,438	0,245	0,146	0,095	0,067

La matriz de normalización mostrada en la Tabla 35, nos muestra el vector de priorización (peso ponderado) del parámetro de evaluación.

Tabla 35:

Matriz de normalización

NIVEL DE ESPEJO DE AGUA	H agua \geq 4195 m.s.n.m	4195 m.s.n.m $>$ H agua \geq 4190 m.s.n.m	4190 m.s.n.m $>$ H agua \geq 4187,5 m.s.n.m	4187,5 m.s.n.m $>$ H agua \geq 4185 m.s.n.m	4185 m.s.n.m $>$ H agua	Vector Priorización
H agua \geq 4195 m.s.n.m	0,438	0,490	0,439	0,381	0,333	0,416
4195 m.s.n.m $>$ H agua \geq 4190 m.s.n.m	0,219	0,245	0,293	0,286	0,267	0,262
4190 m.s.n.m $>$ H agua \geq 4187,5 m.s.n.m	0,146	0,122	0,146	0,190	0,200	0,161
4187,5 m.s.n.m $>$ H agua \geq 4185 m.s.n.m	0,109	0,082	0,073	0,095	0,133	0,099
4185 m.s.n.m $>$ H agua	0,088	0,061	0,049	0,048	0,067	0,062
	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

En la Tabla 36 se muestra el vector de suma ponderada del parámetro de evaluación.

Tabla 36:

Vector de suma ponderado

	Resultados de la operación de matrices					Vector Suma Ponderada
H agua \geq 4195 m.s.n.m	0,416	0,524	0,483	0,394	0,312	2,129
4195 m.s.n.m $>$ H agua \geq 4190 m.s.n.m	0,208	0,262	0,322	0,296	0,250	1,337
4190 m.s.n.m $>$ H agua \geq 4187,5 m.s.n.m	0,139	0,131	0,161	0,197	0,187	0,815
4187,5 m.s.n.m $>$ H agua \geq 4185 m.s.n.m	0,104	0,087	0,081	0,099	0,125	0,495
4185 m.s.n.m $>$ H agua	0,083	0,065	0,054	0,049	0,062	0,314

Hallando el λ_{max}

	Vector Suma Ponderado / Vector Priorización
	5,115
	5,108
	5,060
	5,023
	5,035
SUMA	25,342
PROMEDIO	5,068

Índice de consistencia	IC	0,017
Relación de consistencia $<$ 0.1 (*)	RC	0,015

3.4. Cálculo del peligro por inundación

3.4.1. Cálculo de factores condicionantes y desencadenantes

Tras la elaboración de la matriz de Saaty para los parámetros de pendiente, geomorfología, geología y precipitación, se procedió a asignar un peso a cada uno de ellos y se obtuvo el valor del Factor condicionante y desencadenante, tal como se puede observar en la Tabla 37.

Tabla 37:

Cálculo del factor condicionante y desencadenante

FACTOR CONDICIONANTE (FC)						FACTOR DESENCADENANTE (FD)			
PENDIENTE DEL TERRENO		UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS		UNIDADES GEOLÓGICAS		VALOR	PESO	ANOMALÍA DE PRECIPITACIÓN	
Ppar (1)	Pdesc	Ppar (2)	Pdesc	Ppar (3)	Pdesc			Valor	Peso
0,539	0,399	0,297	0,503	0,164	0,503	0,447	0,800	0,416	0,200
0,539	0,276	0,297	0,260	0,164	0,260	0,269	0,800	0,262	0,200
0,539	0,167	0,297	0,134	0,164	0,134	0,152	0,800	0,161	0,200
0,539	0,095	0,297	0,068	0,164	0,068	0,083	0,800	0,099	0,200
0,539	0,062	0,297	0,035	0,164	0,035	0,050	0,800	0,062	0,200

Nota: En la tabla se muestra el cálculo del valor del factor condicionante y desencadenante

3.4.2. Cálculo de la susceptibilidad y valor de peligro

Luego de obtener los valores de los factores condicionantes y factores desencadenantes, se procedió a asignar un peso a cada uno de ellos, obteniendo así el valor de la susceptibilidad; luego de esto, se procede a otorgar un peso tanto a la susceptibilidad como al parámetro de evaluación, obteniendo así los valores del peligro; dicho procedimiento se encuentra plasmado en la Tabla 38 y Tabla 39.

Tabla 38:*Cálculo del valor de la Susceptibilidad*

SUSCEPTIBILIDAD (S)		PARÁMETROS DE EVALUACIÓN (PE)		VALOR DE PELIGRO
VALOR	PESO	VALOR	PESO	
0,441	0,4	0,416	0,6	0,426
0,267	0,4	0,262	0,6	0,264
0,154	0,4	0,161	0,6	0,158
0,086	0,4	0,099	0,6	0,093
0,052	0,4	0,062	0,6	0,058

Tabla 39:*Niveles de Peligro*

RANGO	NIVELES DE PELIGRO
0,264 ≤ P ≤ 0,426	MUY ALTO
0,158 ≤ P < 0,264	ALTO
0,093 ≤ P < 0,158	MEDIO
0,058 ≤ P < 0,093	BAJO

Nota: En la tabla se muestra los valores de peligro que vendrían a ser los niveles de peligro para el área de estudio

3.5. Estratificación de Peligro

En la Tabla 40 se muestra la estratificación de los niveles de peligros de la subcuenca del Río Llullán y la ciudad de Caraz, y su distribución espacial se muestra en la Figura 30

Tabla 40:*Estratificación de Peligro*

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
MUY ALTO	<p>Unidades geomorfológicas: Abanico de piedemonte, Terraza aluvial, Vertiente glacio - fluvial, Morrenas, Valle glaciario con laguna, Terraza aluvial, Planicie inundable, Colina y lomada en roca sedimentaria, Vertiente o piedemonte coluvio - deluvial. Pendiente: Pendiente menor a 5ª (Pendiente llana y suave), Pendiente entre 5ª y 20ª (Pendiente Moderada). Unidades geológicas: Deposito aluvial, Deposito glaciario, fluvial, Formación Chimú, Formación Oyon. Nivel de precipitación máxima mensual: menor a 100 mm/mes, 100 a 105 mm/mes, 105 a 110 mm/mes, 110 a 120 mm/mes, mayor a 120 mm/mes</p>	0,264 ≤ P ≤ 0,426
ALTO	<p>Unidades geomorfológicas: Montaña en roca sedimentaria, montaña en roca intrusiva, Vertiente glacial o de gelifracción, Vertiente coluvial de detritos. Pendiente: Pendiente entre 5ª y 20ª (Pendiente Moderada). Unidades geológicas: Formación Yungay, Deposito glaciario. Nivel de precipitación máxima mensual: menor a 100 mm/mes, 100 a 105 mm/mes, 105 a 110 mm/mes, 110 a 120 mm/mes, mayor a 120 mm/mes</p>	0,158 ≤ P < 0,264
MEDIO	<p>Unidades geomorfológicas: Montaña en roca sedimentaria, montaña en roca intrusiva, Vertiente glacial o de gelifracción, Montaña con cobertura glaciario. Pendiente: pendiente entre 20ª y 35ª (Pendiente fuerte). Unidades geológicas: Formación Yungay, deposito glaciario, Batolito cordillera blanca, Granodiorita, Tonalita. Nivel de precipitación máxima mensual: menor a 100 mm/mes, 100 a 105 mm/mes, 105 a 110 mm/mes, 110 a 120 mm/mes, mayor a 120 mm/mes</p>	0,093 ≤ P < 0,158

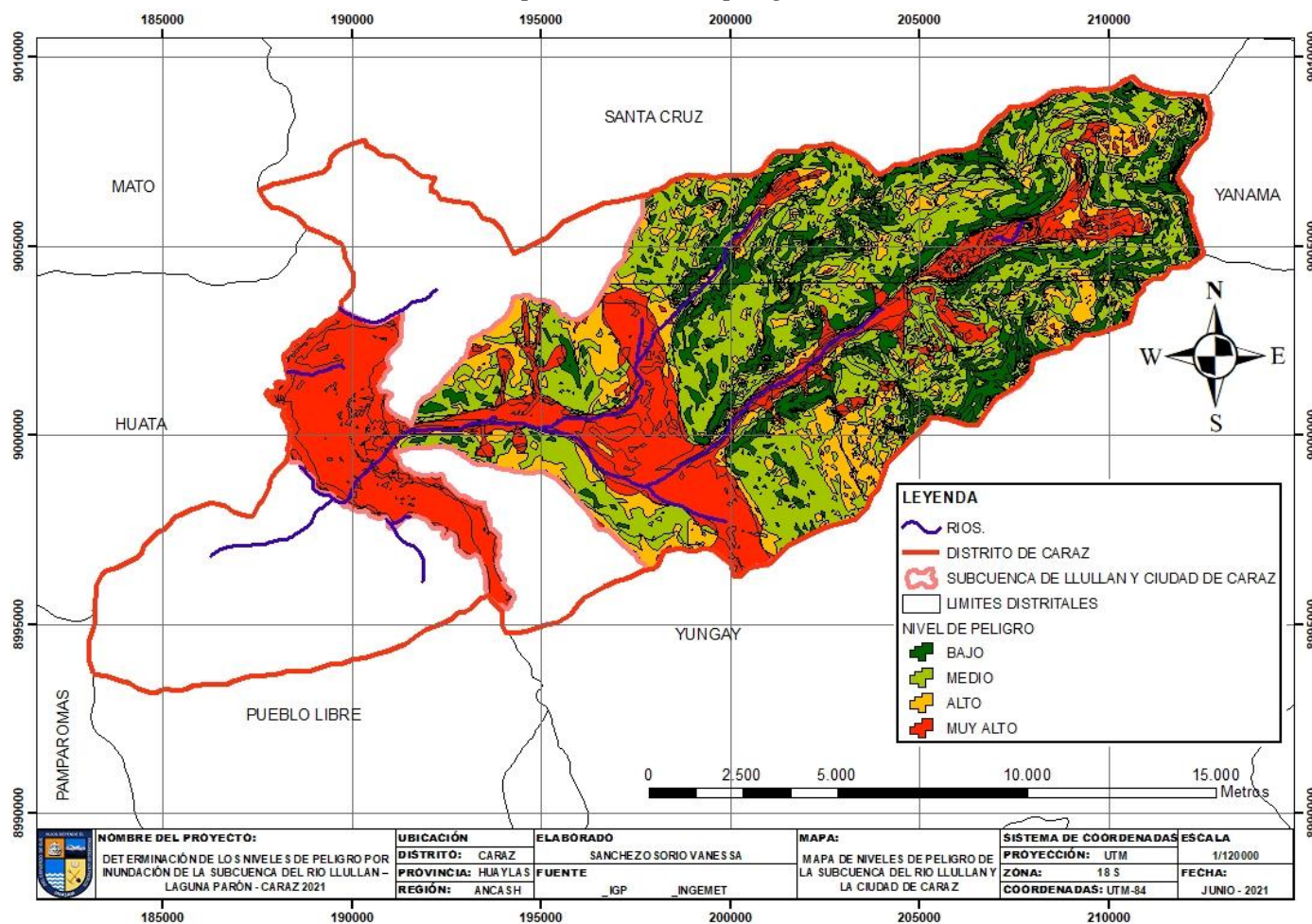
BAJO	<p>Unidades geomorfológicas: Montaña en roca intrusiva, Vertiente glacial o de gelifracción, Montaña con cobertura glacial, Montaña estructural en roca intrusiva. Pendiente: pendiente entre 35ª y 50ª (pendiente abrupta), pendiente mayor a 50ª (pendiente muy escarpada). Unidades geológicas: Formación Yungay, Deposito glacial. Nivel de precipitación máxima mensual: menor a 100 mm/mes, 100 a 105 mm/mes, 105 a 110 mm/mes, 110 a 120 mm/mes, mayor a 120 mm/mes</p>	$0,056 \leq P < 0,091$
-------------	--	------------------------

Nota: En la tabla se muestra la estratificación de los niveles de peligros de la subcuenca del Río Lullán y la ciudad de Caraz

3.6. Mapa de Peligro

Figura 30:

Mapa de niveles de peligro



Nota: En el mapa se muestra la estratificación de los niveles de peligros de la subcuenca del Río Lullán y la ciudad de Caraz

3.7. Elementos expuestos

3.7.1. Población

El área de influencia de la Subcuenca del Río Lullán y la ciudad de Caraz por peligro de inundación cuenta 27 Centros poblados descritos en la Tabla 41, que son considerados como elementos expuestos susceptibles ante el impacto del peligro y cuya ubicación se muestra en la Figura 31.

Tabla 41:

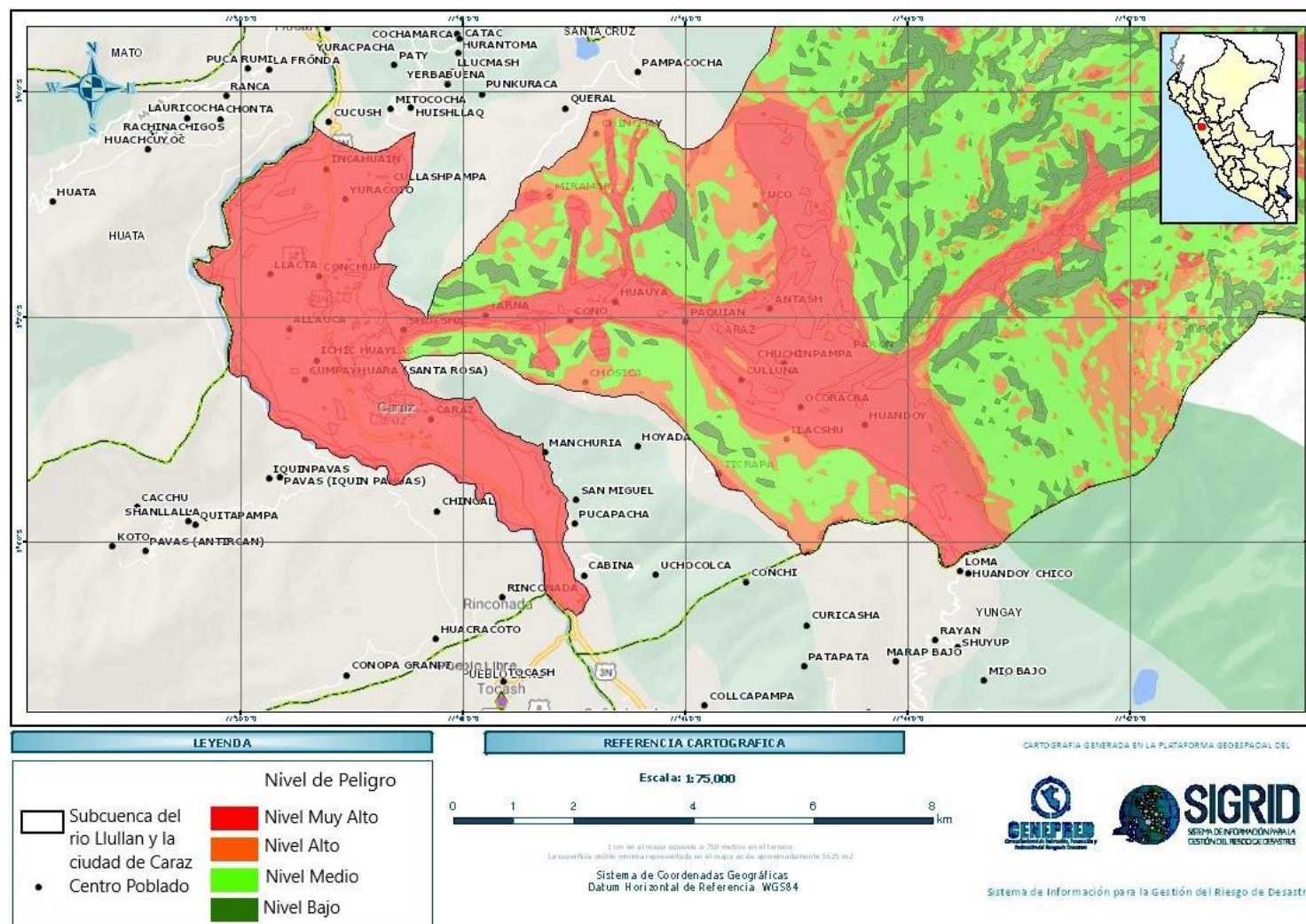
Elementos expuestos susceptibles de la población

N ^a	Nombre del Centro Poblado	Población Total	Fuente
1	Caraz	15204	INEI
2	Parón	174	INEI
3	Chosica	108	INEI
4	Culluna	117	INEI
5	Huandoy	232	INEI
6	Ocoracra	108	INEI
7	Llacshu	302	INEI
8	Ticrapa	207	INEI
9	Chuchinpampa	67	INEI
10	Conchup	298	INEI
11	Cam. De .Yanahuara	212	INEI
12	Llacta	332	INEI
13	Allauca	351	INEI
14	Shocsha	172	INEI
15	Tarna	63	INEI
16	Huauya	257	INEI
17	Antash	257	INEI
18	Paquian	127	INEI
19	Cono	79	INEI
20	Chinchay	82	INEI
21	Cullashpampa	644	INEI
22	Miramar	154	INEI
23	Yuco	308	INEI
24	Yuracoto	437	INEI
25	Incahuain	203	INEI
26	Ichic Huaylas	375	INEI
27	Cumpayhuara	585	INEI

Nota: Los datos fueron obtenidos de la plataforma SIGRID (Fuente: (CENEPRED, SIGRID, 2021))

Figura 31:

Mapa de elementos expuestos susceptibles de la población



Nota: Los datos fueron obtenidos de la plataforma SIGRID (Fuente: (CENEPRED, SIGRID, 2021))

3.7.2. Salud

El área de influencia de la Subcuenca del Río Llullán y la ciudad de Caraz por peligro de inundación cuenta con los Establecimientos de Salud mencionados en la Tabla 42, que son consideradas como elementos expuestos susceptibles ante el impacto del peligro y cuya ubicación se muestra en la Figura 32.

Tabla 42:

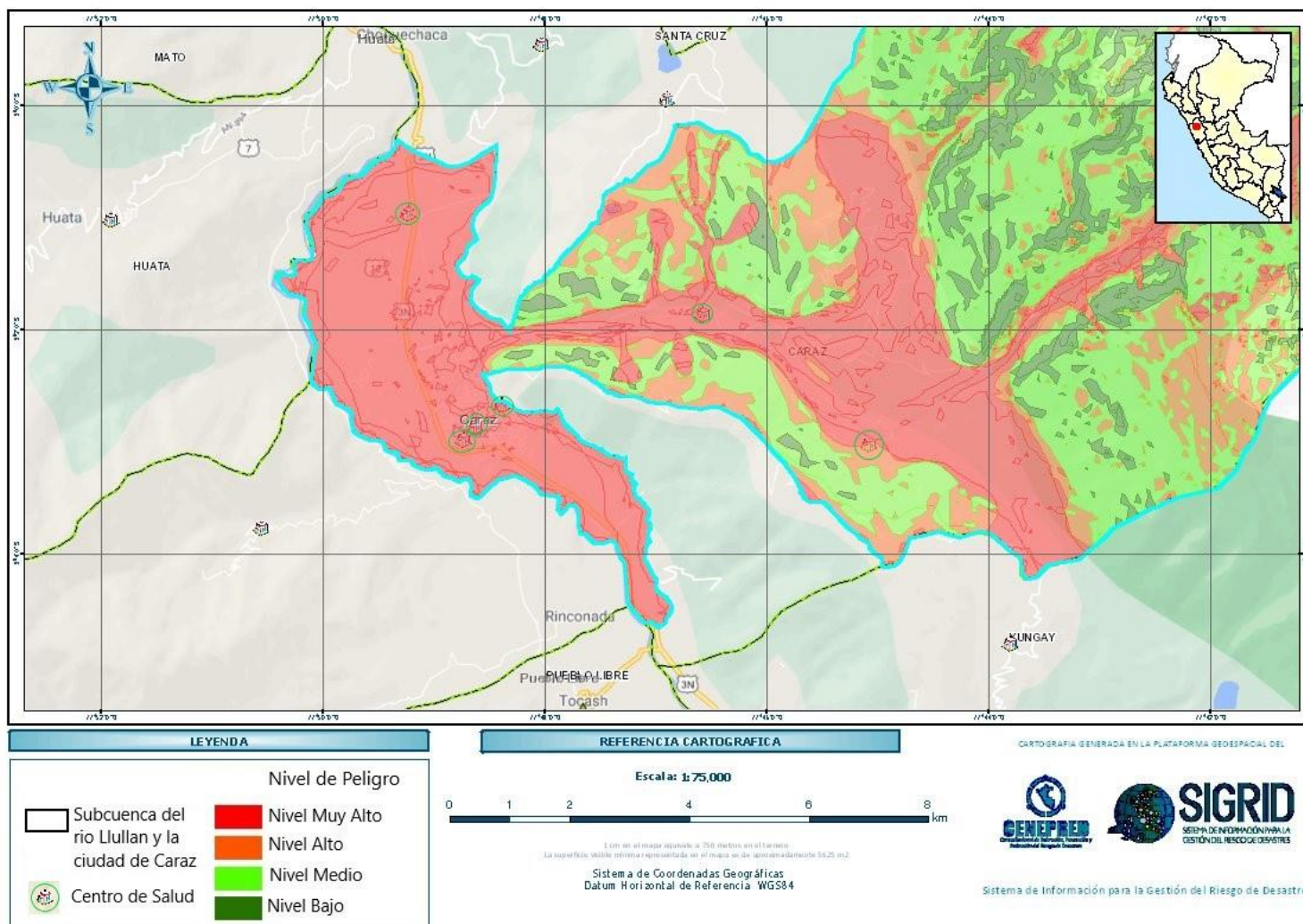
Elementos expuestos susceptibles en el sector Salud

Nombre del establecimiento	Institución	Red	Condición del establecimiento	Fuente
Centro De Aislamiento Temporal "Dulzura"	Gobierno Regional	Huaylas Norte	En funcionamiento	MINSA
Hospital De Apoyo Caraz	Gobierno Regional	Huaylas Norte	En funcionamiento	MINSA
Centro Médico Caraz	Essalud	No pertenece a ninguna red	En funcionamiento	MINSA
Puesto De Salud Yuracoto	Gobierno Regional	Huaylas Norte	En funcionamiento	MINSA
Puesto De Salud Llacshu	Gobierno Regional	Huaylas Norte	En funcionamiento	MINSA
Puesto De Salud Huauya	Gobierno Regional	Huaylas Norte	En funcionamiento	MINSA

Nota: Los datos fueron obtenidos de la plataforma SIGRID (Fuente: (CENEPRED, SIGRID, 2021))

Figura 32:

Mapa de elementos expuestos susceptibles en el sector Salud



Nota: Los datos fueron obtenidos de la plataforma SIGRID (Fuente: (CENEPRED, SIGRID, 2021))

3.7.3. Educación

El área de influencia de la Subcuenca del Río Lullán y la ciudad de Caraz por peligro de inundación cuenta con las instituciones educativas descritas en la Tabla 43, que son consideradas como elementos expuestos susceptibles ante el impacto del peligro y cuya ubicación en el área de estudio se muestra en la Figura 33.

Tabla 43:

Elementos expuestos susceptibles en el sector Educación

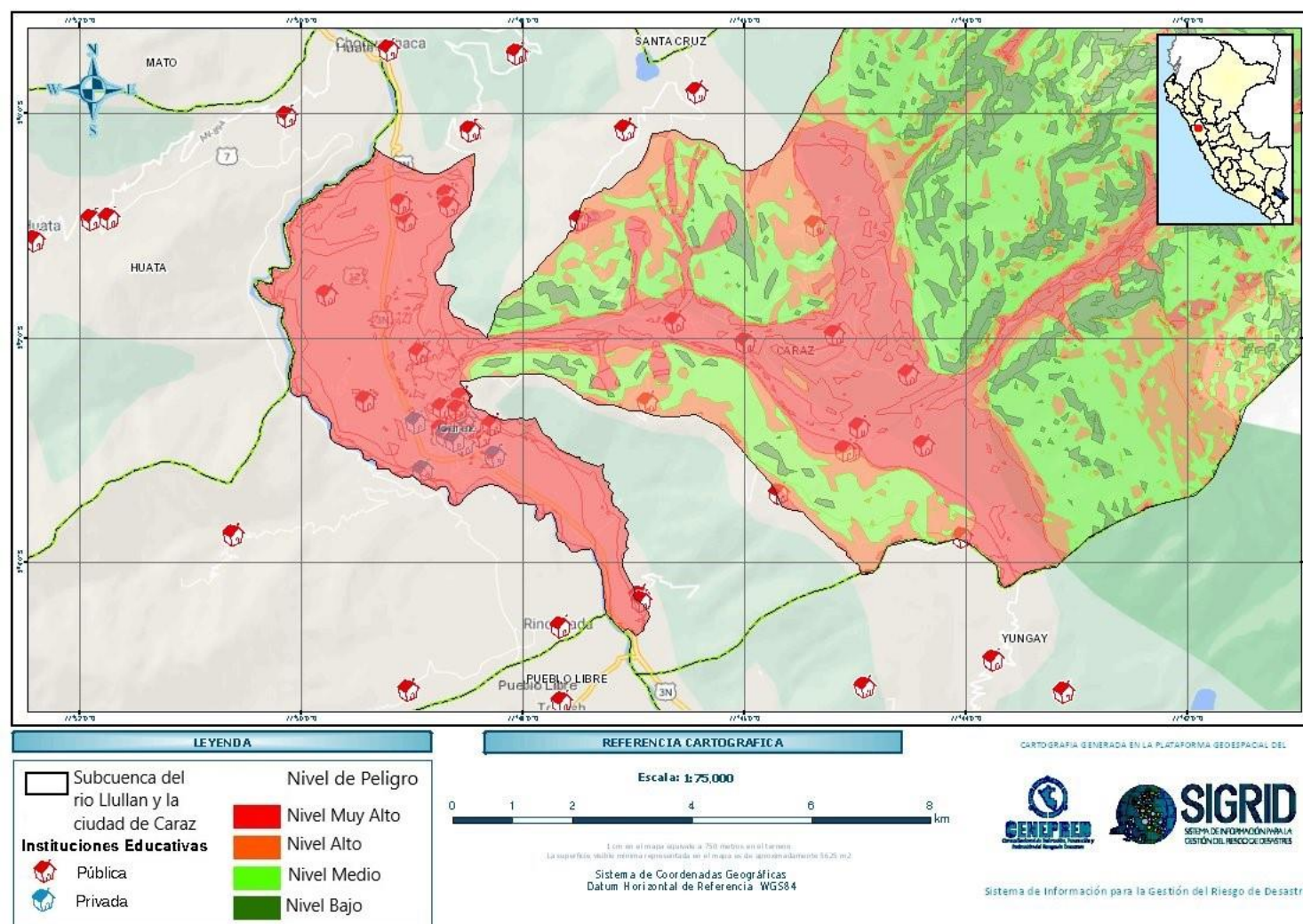
Nombre	Total, hombres	Total, mujeres	Total, alumno	Fuente
86756	8	19	27	ESCALE
86914 San Juan De Chosica	19	23	42	ESCALE
355 Juan Martínez Vargas	46	62	108	ESCALE
San Antonio De Padua	7	9	16	ESCALE
86815	17	15	32	ESCALE
Nuestra Señora De Guadalupe	10	7	17	ESCALE
1610	15	11	26	ESCALE
Niño Jesús De Praga	43	34	77	ESCALE
Ceba - San Francisco De Asís	22	20	42	ESCALE
86525	15	7	22	ESCALE
409 María Auxiliadora	34	29	63	ESCALE
87009-06 Virgen De Fátima	12	3	15	ESCALE
Dos De Mayo	422	427	849	ESCALE
86830 Señor De Mayo	16	29	45	ESCALE
Ceba - San Viator	22	14	36	ESCALE
86848	3	3	6	ESCALE
Juan Jacobo Rousseau	22	12	34	ESCALE
86514	4	6	10	ESCALE
86483 Constantino Pedro Jaramillo	79	89	168	ESCALE
86930	22	28	50	ESCALE
Alberto Cornejo Ramos	18	128	146	ESCALE
Ceba - 86473 Micelino Sandoval Torres	6	3	9	ESCALE
Trilce	19	24	43	ESCALE
American School	8	2	10	ESCALE
127 María Candelaria Del Villar	177	140	317	ESCALE
Caraz Easy Way	44	41	85	ESCALE
260 Nuestra Señora De Las Mercedes	68	64	132	ESCALE
Daniel Villar	192	203	395	ESCALE
86477 Estenio Torres Ramos	48	42	90	ESCALE
Nuestra Señora De La Paz	41	38	79	ESCALE

Dos De Mayo	453	465	918	ESCALE
Ceba - María Montesori	29	14	43	ESCALE
Daniel Villar	212	409	621	ESCALE
Trilce	6	10	16	ESCALE
Divino Jesús	11	7	18	ESCALE
269	20	16	36	ESCALE
Compus Systems	40	35	75	ESCALE
86847	4	2	6	ESCALE
86519	15	19	34	ESCALE
1611	11	9	20	ESCALE
86526 Jesucristo Redentor	19	25	44	ESCALE
86867	14	9	23	ESCALE
86523 San Miguel Arcangel	53	47	100	ESCALE
86480 Román Villon Alba	21	5	26	ESCALE
372	16	19	35	ESCALE

Nota: Los datos fueron obtenidos de la plataforma SIGRID (Fuente: (CENEPRED, SIGRID, 2021))

Figura 33:

Mapa de elementos expuestos susceptibles en el sector Educación



Nota: Los datos fueron obtenidos de la plataforma SIGRID (Fuente: (CENEPRED, SIGRID, 2021))

3.7.4. Vías de comunicación

El área de influencia de la Subcuenca del Río Lullán y la ciudad de Caraz por peligro de inundación cuenta con las Vías de Comunicación descritas en la Tabla 44, que son consideradas como elementos expuestos susceptibles ante el impacto del peligro y cuya ubicación en el área de estudio se muestra en la Figura 34.

Tabla 44:

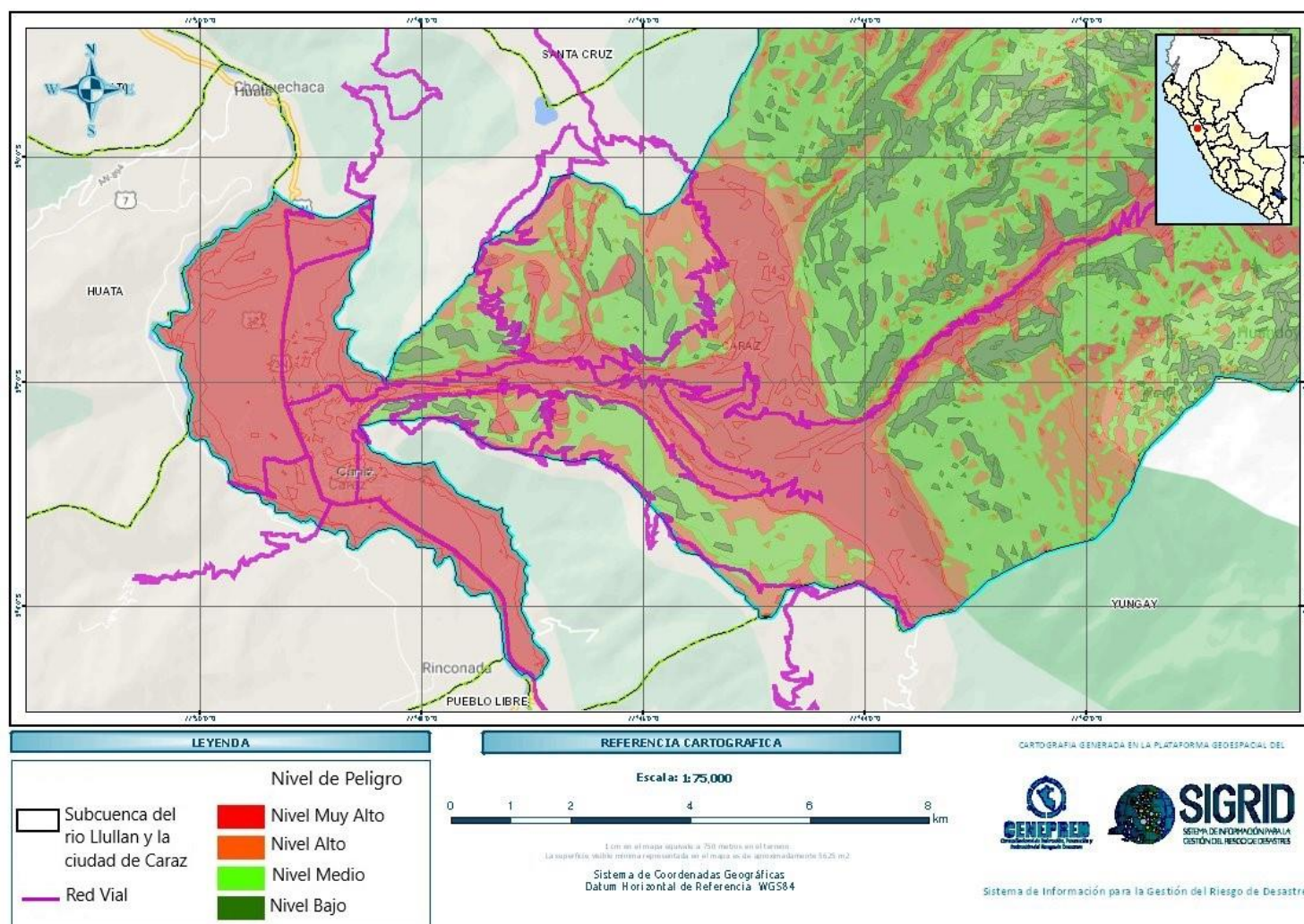
Elementos expuestos susceptibles en el sector Transporte

Nombre	Código Ruta	Longitud (Km) que sería afectada	Fuente
Emp. AN-561- Emp. R03 (Pampacocha)	R05	12,675	MTC
Emp. PE-3N (Caraz) - Paron - Laguna Paron.	AN-561	32,566	MTC
Emp. AN-561- Emp. AN-564	R03	21,642	MTC
Emp. R02 - Huandoy	R04	11,17	MTC
Emp. PE-3N (Caraz) a Loma (Yungay)	R02	20,399	MTC
ANCASH - Ldptal LA LIBERTAD	PE-3N	0,035	MTC
Emp. PE-3N (Puracoto) - Cullaspampa - Huaripampa.	AN-562	13,035	MTC
Emp. AN-104 (Caraz) - Pavas.	AN-563	6,714	MTC
Emp. PE-3N (Punyan) - Quillash - Mazac - Lomac	AN-638	18,721	MTC
Emp. AN-104 - Hacienda Huashca	R48	2,324	MTC
Emp. R05 (Km. 20+272) - Emp. R-05 (Km. 24+213)	R07	4,087	MTC
Emp. AN-561 (Km. 9+285) - Emp. R04 (Pte. Llacsho)	R59	3,131	MTC
Emp. R02 - Emp. R04	R01	3,504	MTC
Emp. AN-638 - Marap - Tinko - Mazra - Rayan - Emp. AN- 638 (Lomac)	R63	0,871	MTC
ANCASH - ldptal LA LIBERTAD	PE-3N	10,203	MTC
ANCASH - LDptal LA LIBERTAD	PE-3N	1,5	MTC
ANCASH - LDptal LA LIBERTAD	PE-3N	4,916	MTC

Nota: Los datos fueron obtenidos de la plataforma SIGRID (Fuente: (CENEPRED, SIGRID, 2021))

Figura 34:

Mapa de elementos expuestos susceptibles en el sector Transporte



Nota: Los datos fueron obtenidos de la plataforma SIGRID (Fuente: (CENEPRED, SIGRID, 2021))

Capítulo IV

Resultados y Discusiones

4.1. Resultados:

a) Factores condicionantes

Luego de realizar el recorrido por la Subcuenca del Río Lullán, se ha seleccionado el descriptor mencionado en la Tabla 45 debido a que es el que mayor influencia tiene en la pendiente.

Tabla 45:

Descriptor de la pendiente

Parámetro	Pendiente	Peso ponderado:0.539	
Descriptor	Terrenos llanos y/o inclinados con pendiente suave (<5°)	Peso	0.399

Luego de realizar el recorrido por la Subcuenca del Río Lullán, se ha seleccionado el descriptor mencionado en la Tabla 46 debido a que es el que mayor influencia tiene en la geomorfología.

Tabla 46:

Descriptor de la geomorfología

Parámetro	Geomorfología	Peso ponderado:0.297	
Descriptor	Abanico pie de monte (ab)	Peso	0.503

Luego de realizar el recorrido por la Subcuenca del Río Lullán, se ha seleccionado el descriptor mencionado en la Tabla 47 debido a que es el que mayor influencia tiene en la geología.

Tabla 47:*Descriptor de la geología*

Parámetro	Geología	Peso ponderado:0.164	
Descriptor	Deposito aluvial (qh-al)	Peso	0.503

Tras seleccionar los descriptores con mayor influencia en cada parámetro procedemos a calcular el valor del factor condicionante, tal como se muestra en la Tabla 48.

Tabla 48:*Factores condicionantes*

Pendiente	Parámetro	0.539
	Descriptor	0.399
Geomorfología	Parámetro	0.297
	Descriptor	0.503
Geología	Parámetro	0.164
	Descriptor	0.503
Valor		0.447

b) Factor desencadenante

Se procedió a seleccionar el descriptor con mayor influencia dentro de factores hidrometeorológicos, la cual se muestra en la Tabla 49.

Tabla 49:*Descriptor hidrometeorológico*

Parámetro	Hidrometeorológico	Peso ponderado:1.00	
Descriptor	120 mm/mes >lluvias \geq 110 mm/mes	Peso	0.262
Valor		0.262	

Nota: El principal desencadenante para una inundación es la precipitación

c) Valor de susceptibilidad

Tras la obtención de los valores del factor condicionante y desencadenante se procedió a calcular el valor de la susceptibilidad, como se puede observar en la Tabla 50.

Tabla 50:

Valor de la susceptibilidad

Susceptibilidad	Factor condicionante	Valor	0.447
		Peso	0.80
	Factor desencadenante	Valor	0.262
		Peso	0.20
Valor		0.410	

d) Valor de peligrosidad

Tras la obtención del valor de la susceptibilidad y con la elección del para metro de evaluación con mayor influencia en el área de estudio, se procedió a calcular el valor de la peligrosidad, tal como se muestra en la Tabla 51 y Tabla 52.

Tabla 51:

Valor de peligrosidad

Susceptibilidad	Valor	0.41
	Peso	0.60
Parámetro de evaluación (Nivel de Espejo de agua)	Valor	0.262
	Peso	0.40
Valor		0.351

Tabla 52:

Nivel de peligrosidad

Nivel	Valor
Nivel Muy Alto	0.351

Nota: El valor de peligrosidad obtenido es 0.351, el cual se encuentra dentro del rango de peligro

Muy Alto

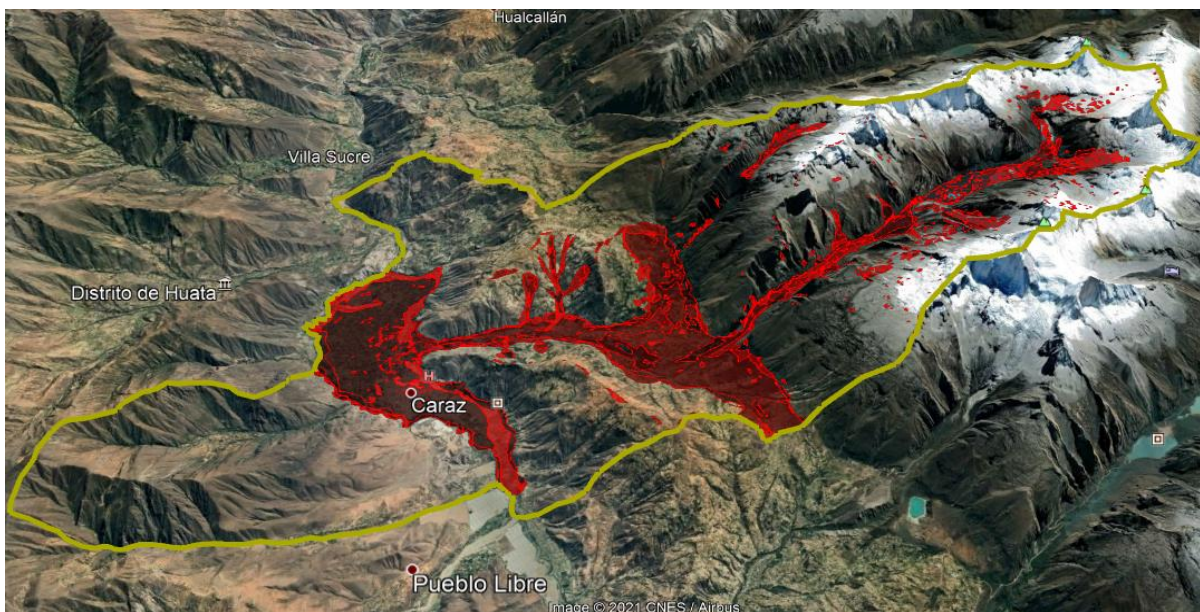
4.2. Discusión

La aplicación de la metodología descrita en el Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales– CENEPRED, nos permitió hallar los niveles de peligro por inundación en la subcuenca del Río Llullán, localizada en el distrito de Caraz, provincia de Huaylas.

Los niveles de peligrosidad de inundación que presenta la subcuenca del Río Llullán son los siguientes: el nivel de peligro Muy Alto abarca 4705.60 Ha (ver Figura 35), comprometiendo áreas urbanas y de cultivo; el nivel de peligro Alto abarca 2557.89 Ha (ver Figura 36); el nivel de peligro Medio abarca 6140.07 Ha (ver Figura 37) y el nivel de peligro Bajo abarca 2729.64 Ha (ver Figura 38) y se encuentran distribuidos tal como se muestra en las siguientes imágenes:

Figura 35:

Imagen de la distribución del Nivel de Peligro Muy Alto



Nota: Imagen obtenida del Google Earth y Arcgis

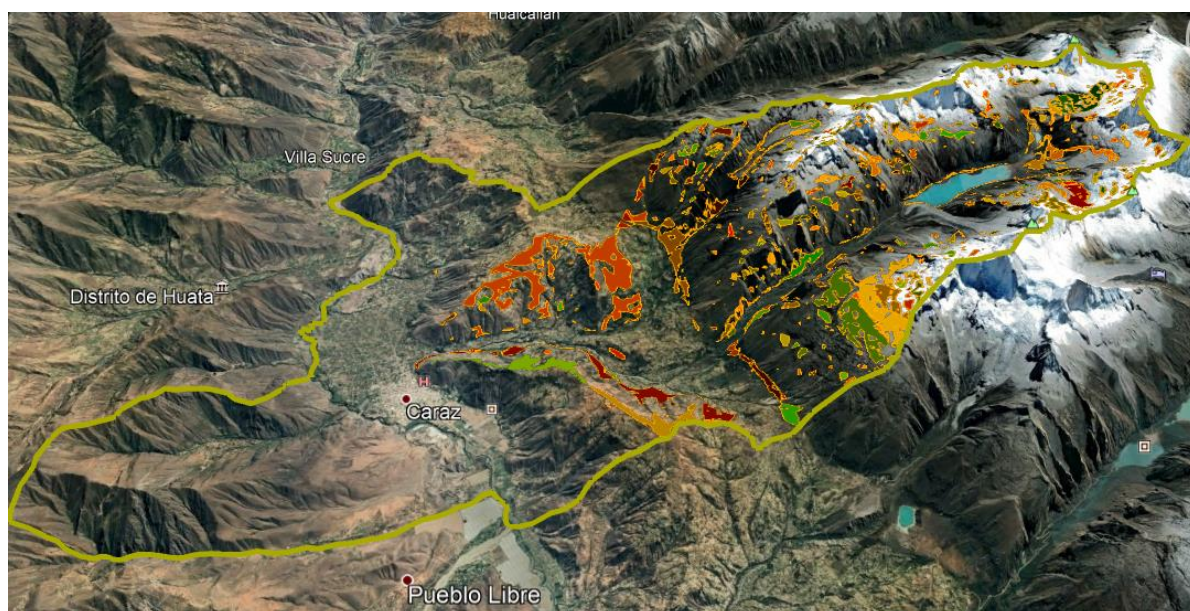
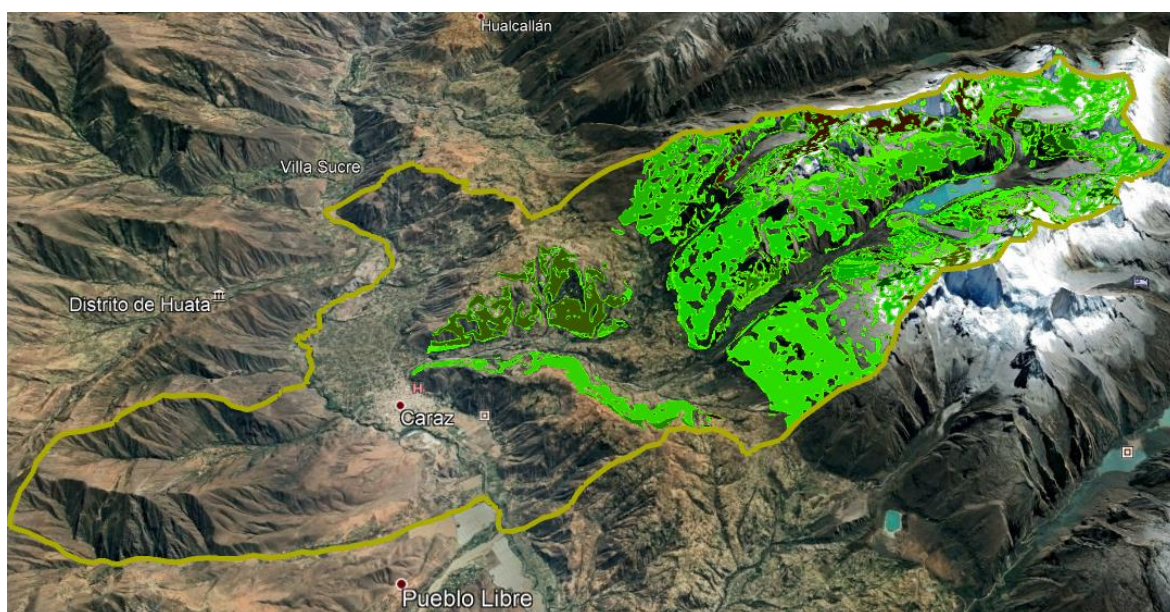
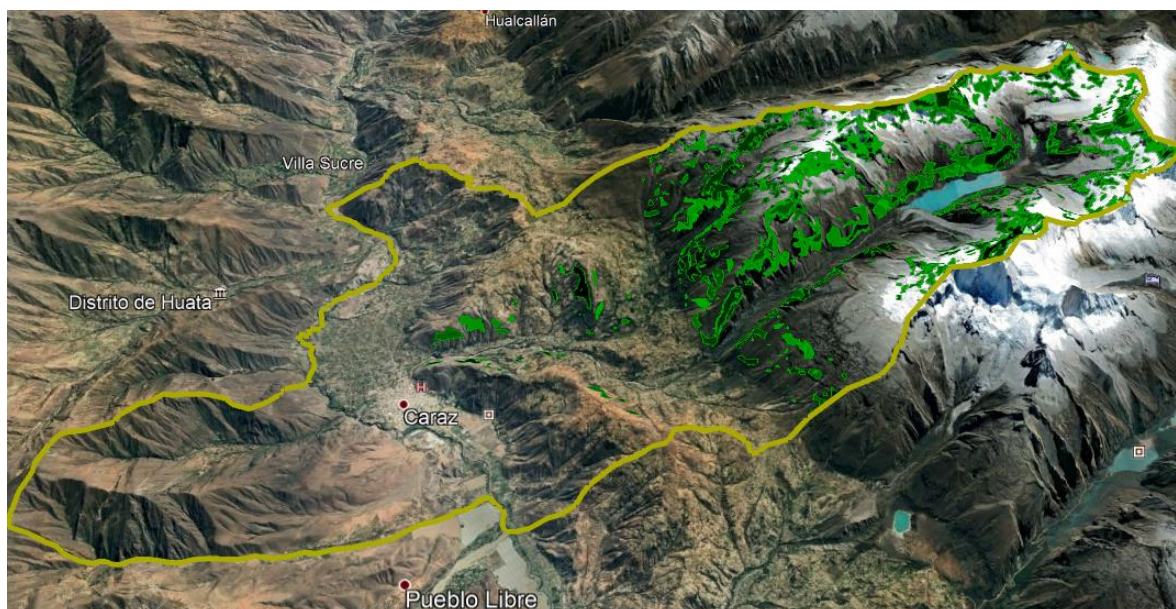
Figura 36:*Imagen de la distribución del Nivel de Peligro Alto**Nota: Imagen obtenida del Google Earth y Arcgis***Figura 37:***Imagen de la distribución del Nivel de Peligro Medio**Nota: Imagen obtenida del Google Earth y Arcgis*

Figura 38:*Imagen de la distribución del Nivel de Peligro Bajo**Nota:* Imagen obtenida del Google Earth y Arcgis

Los mapas de peligro de inundación muestran las inundaciones en relación con los impactos potenciales que éstas pueden llegar a producir en personas, bienes y actividades; por otro lado, los mapas de peligro se elaboran, por una parte, a partir de cartografía que localiza y caracteriza el fenómeno físico de las inundaciones, y, por la otra, a partir de cartografía que localiza y caracteriza los elementos expuestos; es así que en nuestro estudio se establecieron los siguientes elementos expuestos: a nivel de población se determinó que la ciudad de Caraz y 26 centros poblados son susceptibles a este peligro, afectando a un total de 21455 habitantes según el Censo Nacional del 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas; de la misma manera en el sector de Salud, el cual brinda asistencia médica y auxilio en caso de emergencias, se determinó que 06 Establecimientos de Salud son susceptibles a dicho peligro; por otro lado en el sector Educación, educación porque debe haber continuidad educativa en los tres niveles pese a los desastres, se determinó que 12 colegios particulares y 33 colegios públicos

son susceptibles al mencionado peligro y finalmente en el sector de transporte, debido a que facilita el acceso de ayuda para los afectados y damnificados dependiendo de las necesidades, se determinó que 17 emplazamientos viales se encontrarían susceptibles a este peligro con un total de 167.89 km de vías terrestres comprometidas; cabe recalcar que las infraestructuras de agua potable no se analizaron debido a que no se cuenta con base de datos de todos las JASS y las características del sistema.

Los mapas de peligro por inundación son una herramienta insustituible para detectar las áreas y los elementos sometidos a riesgo y así poder distribuir los esfuerzos proporcionalmente a los niveles de afectación. Es decir, conocer el nivel potencial de impacto de la inundación sobre los diversos elementos distribuidos en el territorio ayuda a analizar, a tomar decisiones y a desarrollar medidas de gestión

4.3. Contrastación de la Hipótesis

Hipótesis planteada:

- El nivel de peligro por inundación en la Subcuenca del Río Lullán – Laguna Parón es **Muy alto**.

El Nivel de peligrosidad obtenido:

- El nivel de peligro por inundación en la Subcuenca del Río Lullán – Laguna Parón es **Muy alto**.

Luego de hacer la contrastación se observa que se planteó inicialmente como hipótesis, que el Riesgo por inundación era Alto, y luego de hacer todo el análisis en campo y gabinete usando la metodología del CENEPRED, se encontró que efectivamente el riesgo por Inundación es Muy Alto, validando así nuestra hipótesis, encontrándola real, verdadera y coherente.

Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

- La información hidrológica necesaria para el presente estudio se obtuvo de la data histórica que brinda la Autoridad Nacional del Agua (ANA), se descargaron datos hidrometeorológicos de las siguientes estaciones: **Caraz, Yungay, Sihuas, Pomabamba y Pira**, las cuales fueron procesadas y de esta manera se obtuvo el mapa de isoyetas máximas de la Subcuenca del Río Lullán y la ciudad de Caraz.
- Se determinó los factores condicionantes y factores desencadenantes necesarios para la ejecución del presente estudio, es así que dentro de los factores condicionantes tenemos al factor pendiente, a las unidades geomorfológicas y a las unidades geológicas, mientras que en el factor desencadenante tenemos a las precipitaciones máximas mensuales en épocas de lluvias.
- Tras la aplicación de la metodología emitida por el CENEPRED, en la subcuenca del Río Lullán y la ciudad de Caraz se identificaron cuatro niveles de peligro por inundación: Muy alto, Alto, Medio y Bajo; y obteniendo un valor de peligrosidad de 0.351 para la subcuenca del Río Lullán, el cual se encuentra dentro del rango de peligro Muy Alto.
- Tras la evaluación de los niveles de peligro por inundación en la Subcuenca el Río Lullán y la ciudad de Caraz, se establecieron elementos expuestos a nivel de población, en el sector de Salud, en el sector Educación y finalmente en el sector de transporte.

5.2. Recomendaciones

- Se deberán de realizar medidas de mitigación a fin de evitar el desbordamiento del Río Lullán en el área de estudio, estas medidas podrán ser muros de contención, limpieza de cauce y/o otros similares de acuerdo a las técnicas y metodologías que garanticen la protección de inundación a ambas márgenes del Río Lullán, todo ello en base a los estudios geológicos, geotécnicos, geofísicos y otros necesarios para la ejecución de dichas obras de seguridad.
- Elaboración de un Plan de mantenimiento de la infraestructura de la laguna Parón, como podría ser el reforzamiento del dique y a su vez realizar un proyecto de inversión para obras de seguridad e hidráulicas para la reducción del peligro ante el desborde u oleaje en la laguna Parón.
- La instalación de un sistema de alerta temprana SAT, ya que es una medida complementaria que ayuda a pronosticar posibles inundaciones y a prevenir los potenciales daños.
- Desarrollar un Plan de Prevención del Peligro por inundación en la Subcuenca del Río Lullán a través de mecanismo financieros para implementar estrategias en reducción de riesgo de desastres.
- Fortalecer las capacidades de la población en materia de inundación, contemplando aspectos relacionados con rutas de evacuación y zonas seguras ante inundaciones.

Bibliografía

- Ambiente, M. d. (2005). *Guía Climática Turística*. Lima: Q&P Impresores.
- Autoridad Nacional del Agua. (06 de Enero de 2020). *Ministerio de Agricultura y Riego*.
Obtenido de Autoridad Nacional del Agua: <https://www.ana.gob.pe/noticia/regulan-compuertas-de-laguna-paron-para-reducir-su-cota-niveles-de-maxima-seguridad>
- CENEPRED. (2015). *Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Inundaciones Fluviales*. Lima, Lima, Perú: Neva Estudio.SAC.
- CENEPRED. (2015). *Manual para la Evaluación del Riesgo Originado por Fenómenos Naturales.02 Version*. Lima: Neva Studio.SAC.
- CENEPRED. (2017). *Informe de Evaluación de Riesgo por Inundación Fluvial y Flujo de Detritos en el Centro Poblado de Ascope, Distrito de Ascope, Provincia de Ascope y Departamento la Libertad*. Ascope: <https://sigrid.cenepred.gob.pe>.
- CENEPRED. (Junio de 2021). *SIGRID*. Obtenido de SIGRID:
<http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigrivid3/>
- Dirección Desconcentrada Ancash. (2019). *INFORME N° 011-2019 INDECI/30.0/DIR*. Instituto Nacional de Defensa Civil , Ancash. Huaraz: Casa de Gobierno, PCM, Ministerios, Gobiernos Regionales y Locales.
- Dirven , B. B., Pérez, R., Cáceres, R. J., Tito, A. T., Gómez , R. K., & Ticona, A. (2018). *El desarrollo rural establecido en las áreas Vulnerables*. Lima: Colección Racso.
- GEOGSPERU. (Junio de 2021). *GEO GPS PERU*. Obtenido de GEO GPS PERU:
<https://www.geogpsperu.com/2017/08/descarga-gratis-centros-poblados-censo.html>

- INEI, I. N. (2018). *Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. Lima:
https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales.
- INGEMET. (1995). *Geología de los cuadrangulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari Hojas: 17-h, 17-i, 18-h,18-i,19-h y 19-i*. Lima: Trama fina EIRL.
- Iparraguirre, M. P. (2017). “*Cuantificación e Impacto del Retroceso Glaciar sobre los Recursos Naturales Determinados Mediante el Sig y Teledetección – Microcuenca Llullán, Ancash – Perú*”. Lima: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2913>.
- Loyola Morales, J. F. (2019). *Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada del cauce del Rio Grande, tramo desde el Puente Candopata hasta el Puente Cumbicus de la ciudad de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión - La Libertad*. Escuela de Postgrado de la Universidad Cesar Vallejo, La Libertad. Trujillo:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31347>.
- Sanjinez, C. A. (2019). *Informe Tecnico N°098-2019-INDECI*. Lima: INDECI.
- SENAMHI, S. N. (2014). *Estimacion de umbrales de precipitaciones extremas para la emision de avisos meteorologicos*. Lima: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01402SENA-6.pdf>.
- SENAMHI, S. N. (2021). *Guia Climatica Turistica*. Lima: Red Activa Soluciones Graficas S.A.C.
- SENAMI. (junio de 2021). *Datos Hidrometeorologicos de Ancash*. Obtenido de Datos Hidrometeorologicos de Ancash:
<https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=ancash&p=estaciones>

- Social, C. E. (2017). *Vida y Agua en Caraz y Espinar*. Lima: Tarea Asociacion Grafica Educativa.
- Solis, M. A. (2017). *Evaluación del Riesgo por Inundación en la Quebrada Romero, del Distrito de Cajamarca, Periodo 2011-2016*. Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo , Cajamarca. Cajamarca: <http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/289>.
- Suaza, J. G. (2014). *SIG aplicado a la estimación de la vulnerabilidad en zonas de amenaza por inundación, municipio del Agrado - Huila (Colombia)*. Colombia: Universidad de Salzburg.
- Vazquez, C. L. (2012). *Elaboracion de los Mapas de Peligrosidad y Riesgo de Inundacion en el Arpsi 02 Alto Ebro a su paso por el municipio de Frias y elaboracion del Plan de Gestion del Riesgo de Inundacion*. Escuela de Organizacion Industrial. España: Escuela de Organizacion Industrial.

Anexo

Anexo 01: Guía de Proceso Jerárquico Según CENEPRED

MATRIZ DE 3x3 (03 parámetros)

Paso 01: En la matriz de comparación de pares se evalúa la intensidad de preferencia de un parámetro frente a otro. Para la selección de los valores se usa la escala desarrollada por Saaty. La escala ordinal de comparación se mueve entre valores de 9 y 1/9.

ESCALA NUMÉRICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACION
9	absolutamente o muchísimo más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo.
5	Más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo.
1	Igual o diferente a ...	Al comparar un elemento con el otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.
1/5	Menos importante o preferido que..	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo.
1/7	Mucho menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/9	Absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

Paso 02: El análisis se inicia comparando la fila con respecto a la columna (fila/columna). La diagonal de la matriz siempre será la unidad por ser una comparación entre parámetros de igual magnitud. Se introducen los valores en las celdas de color rojo y automáticamente se muestran los valores inversos de las celdas azules (debido a que el análisis es inverso).

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

PARÁMETRO	A1	A2	A3
A1	1.00	1.00	1.00
A2	1.00	1.00	1.00
A3	1.00	1.00	1.00
SUMA	3.00	3.00	3.00
1/SUMA	0.33	0.33	0.33

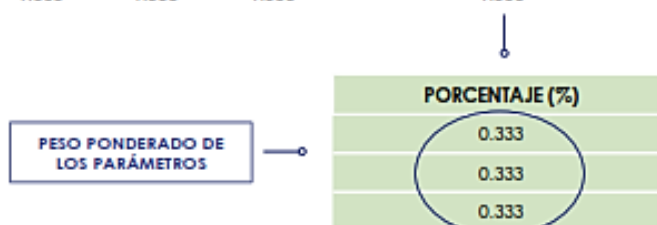
Nota: Datos extraídos del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos

Naturales. 02 Versión

Paso 03: La matriz de normalización nos muestra el vector de priorización (peso ponderado). Indica la importancia de cada parámetro en el análisis del fenómeno.

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

PARÁMETRO	A1	A2	A3	VECTOR PRIORIZACIÓN
A1	0.333	0.333	0.333	0.333
A2	0.333	0.333	0.333	0.333
A3	0.333	0.333	0.333	0.333
	1.000	1.000	1.000	1.000



Paso 04: Se calcula la Relación de Consistencia, el cual debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indicara que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados.

HALLANDO EL λ_{max}

VECTOR SUMA PONDERADO/VECTOR PRIORIZACIÓN	
	3.000
	3.000
	3.000
SUMA	9.000
PROMEDIO	3.000

ÍNDICE DE CONSISTENCIA
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)

IC	0.000
RC	0.000

↓

El valor del coeficiente debe ser menor a 0.1. Si el coeficiente es mayor a 0.1 se debe volver a analizar los criterios en la matriz de comparación de pares

(*) Para determinar el índice aleatorio que ayuda a determinar la relación de consistencia se utilizó la tabla obtenida por Aguarón y Moreno, 2001. Donde "n" es el número de parámetros en la matriz.

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595

Nota: Datos extraídos del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos

Naturales. 02 Versión

Anexo 02: Panel Fotográfico

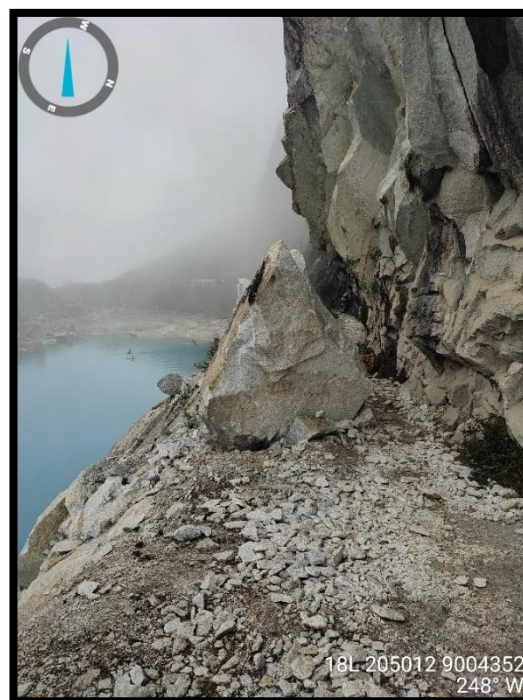
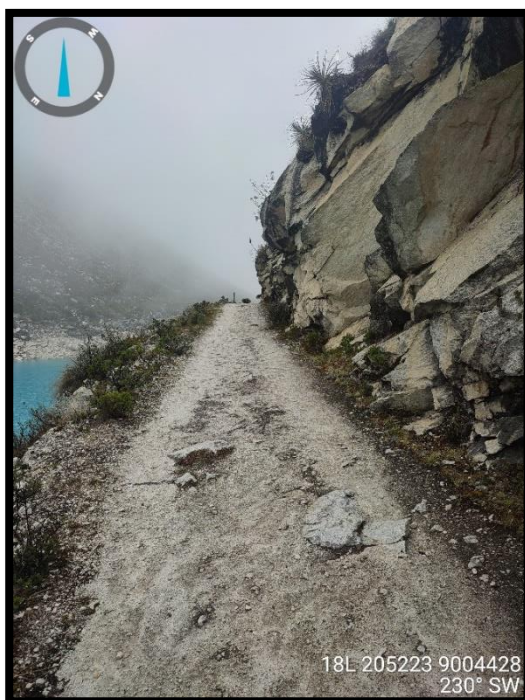
Fotografía 01: Vista panorámica de la Laguna Parón



Fotografía 02: Compuerta inicial del túnel de descarga de la Laguna Parón



Fotografía 03: Camara de mandos del sistema de regulacion de la Laguna Parón



Fotografía 04 - 05: Camino de herradura que bordea la Laguna Parón



Fotografía 06 – 07: Salida del tunnel de descarga de la Laguna Parón



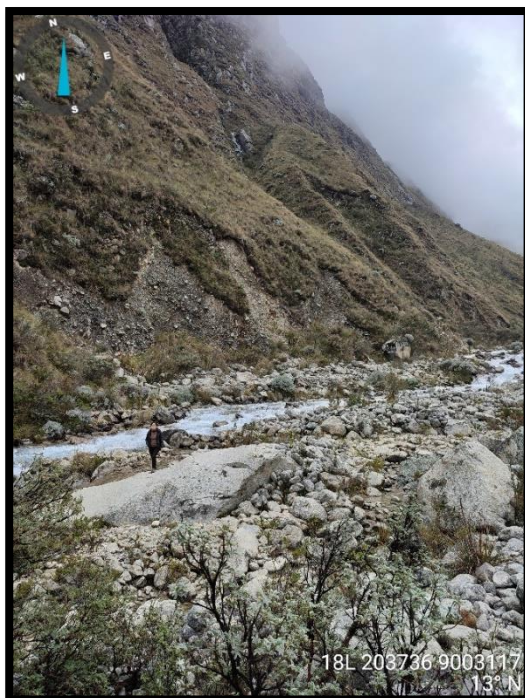
Fotografía 08: Se observa que tunnel de descarga de la Laguna Parón cuenta con un canal rapido y un tanque disipador



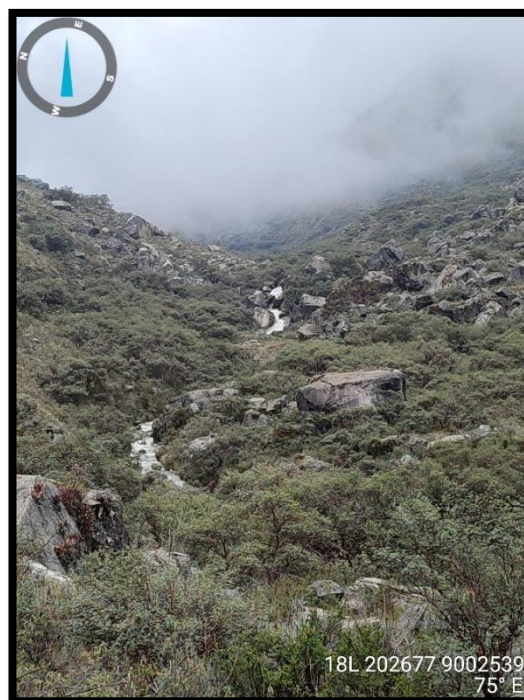
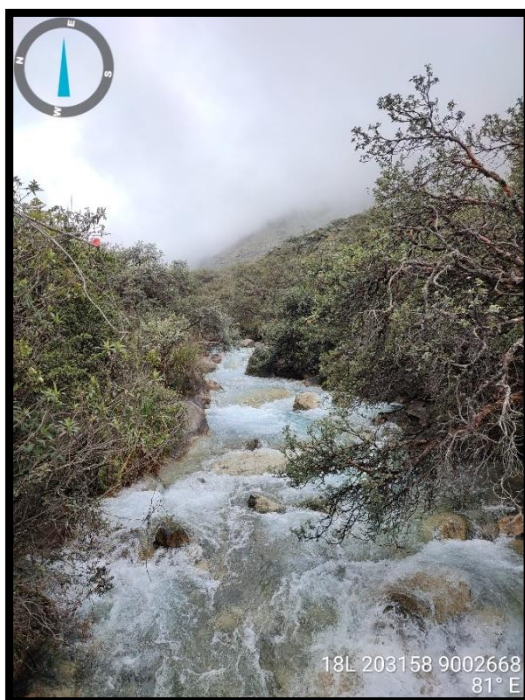
Fotografía 09: Inicio de la Subcuenca del Río Lullán



Fotografía 10 - 11: Transcurrir de la quebrada de la Subcuenca del Río Lullán



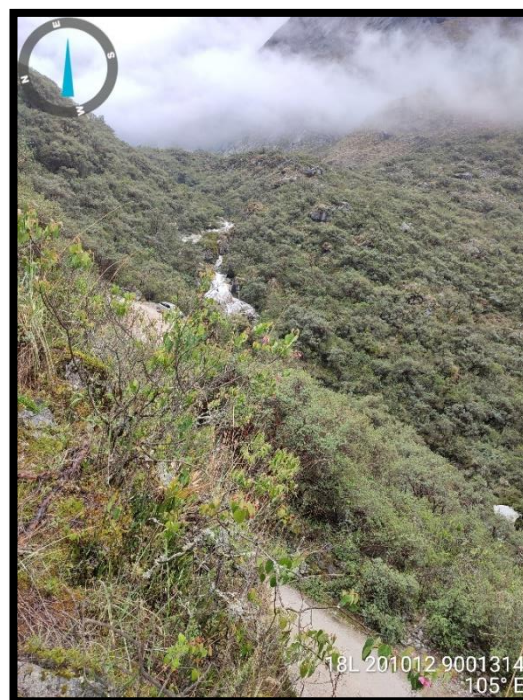
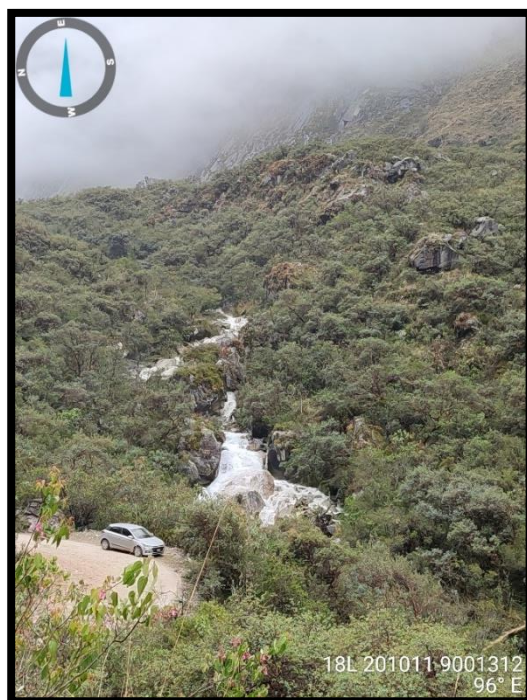
Fotografía 12 - 13: Se puede observar gran presencia de rocas en la quebrada Llullán



Fotografía 14 - 15: Transcurrir de la quebrada del Río Llullán



Fotografía 16: En la quebrada se observa la presencia de vegetacion



Fotografía 17 - 18: En la quebrada se observa la presencia de vegetacion



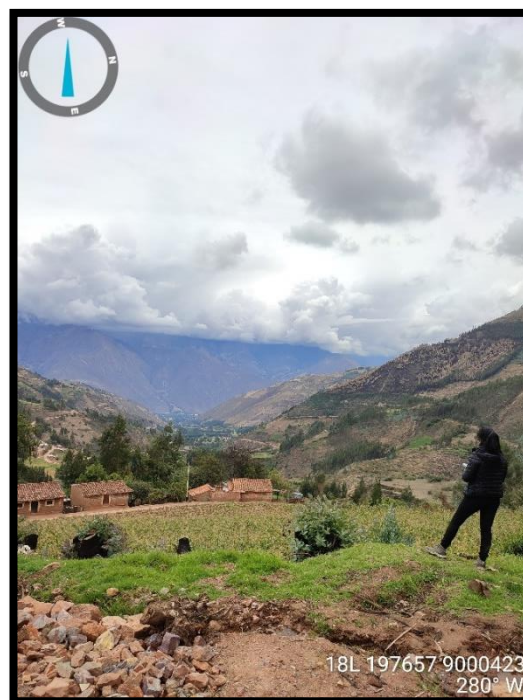
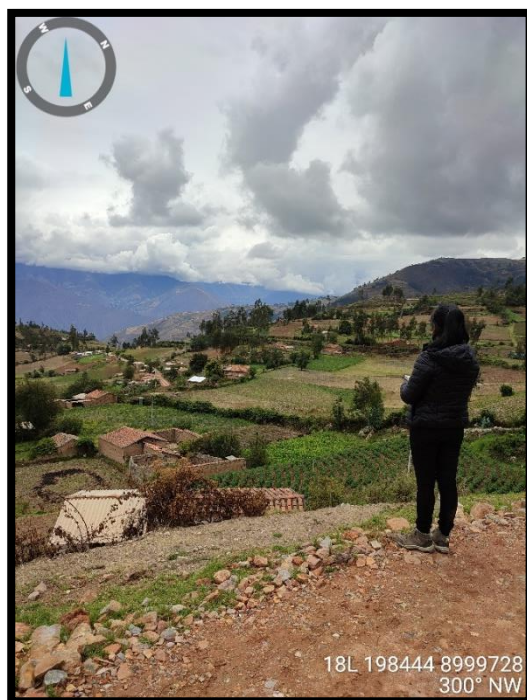
Fotografía 19: Presencia de viviendas aledañas a la quebrada



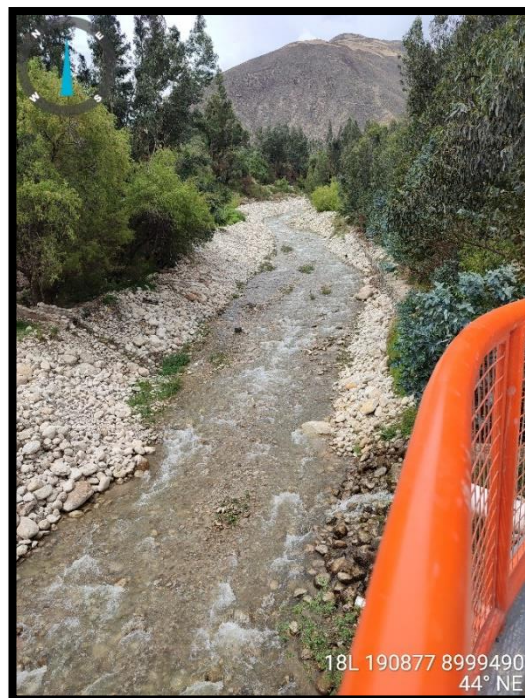
Fotografía 20: Presencia de viviendas aledañas a la quebrada



Fotografía 21: El material predominante de las viviendas es de adobe y tejas



Fotografía 22 - 23: El material predominante de las viviendas es de adobe y tejas



Fotografía 24 - 25: Se observa la llegada del río Llullan llegando a la ciudad de Caraz y cuenta con gaviones de encausamiento



Fotografía 26 - 27: Fin de la quebrada Llullan e intersección con el Río Santa; se puede observar que la zona se encuentra llena de desmonte y desechos