



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y ARQUITECTURA**

**CARRERA: INGENIERÍA CIVIL**  
**INFORME FINAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Previo a la obtención del título de:  
**INGENIERO CIVIL**


**MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**  
EVALUACIÓN DE LA SOLUCION DE ESTABILIZACIÓN EJECUTADA EN LA  
CARRETERA CHONE - JUNÍN – PIMPIGUASI, SECTOR PUEBLO NUEVO  
(ENTRE LAS ABSCISAS 44+940 Y 45+040) Y SU AFECTACIÓN DURANTE LA  
ETAPA INVERNAL

**ELABORADO POR:**  
CARLOS IVÁN CAÑAR TINITANA  
LUIGI XAVIER PINARGOTE LOOR

**TUTOR (A):**  
ING. MARCELO OLEAS ESCALANTE

MANTA – MANABÍ – ECUADOR  
2025– 2

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

## CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

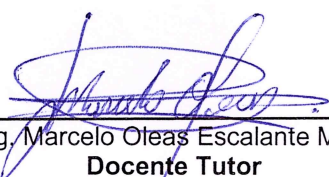
Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante LUIGI XAVIER PINARGOTE LOOR legalmente matriculados en la carrera de Ingeniería Civil, período académico 2025-2026 cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es " **EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE ESTABILIZACIÓN EJECUTADA EN LA CARRETERA CHONE - JUNÍN – PIMPIGUASI, SECTOR PUEBLO (ENTRE LAS ABSCISAS 44+940 Y 45+040) Y SU AFECTACIÓN DURANTE LA ETAPA INVERNAL**".

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.


Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 31 de enero de 2026

Lo certifico,

  
Ing. Marcelo Oleas Escalante MSc.  
**Docente Tutor**

**Área:** : Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

## CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

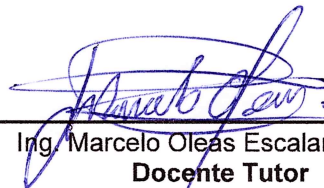
Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante CARLOS IVÁN CAÑAR TINITANA legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Civil, período académico 2025-2026 cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es " **EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE ESTABILIZACIÓN EJECUTADA EN LA CARRETERA CHONE - JUNÍN – PIMPIGUASI, SECTOR PUEBLO (ENTRE LAS ABSCISAS 44+940 Y 45+040) Y SU AFECTACIÓN DURANTE LA ETAPA INVERNAL**".

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 31 de enero de 2026

Lo certifico,



Ing. Marcelo Oleas Escalante MSc.

**Docente Tutor**

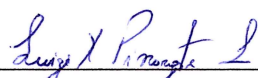
**Área:** : Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura

## DECLARACIÓN DE AUTORIA

Yo, Luigi Xavier Pinargote Loor con CC: 131570019-3, doy constancia de ser el autor del Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto de investigación con el tema "**EVALUACIÓN DE LA SOLUCION DE ESTABILIZACIÓN EJECUTADA EN LA CARRETERA CHONE - JUNÍN – PIMPIGUASI, SECTOR PUEBLO NUEVO (ENTRE LAS ABCISAS 44+940 Y 45+040) Y SU AFECTACIÓN DURANTE LA ETAPA INVERNAL**", el cual fue dirigido por el tutor, Ing. Marcelo Oleas Escalante.

Quiero resaltar la originalidad de este trabajo, que se fundamenta en la contribución de varios autores que enriquecieron la investigación, así como en la recopilación de datos e información provenientes de fuentes bibliográficas, visitas de campo, entre otros recursos.

En la ciudad de Manta, a los 30 días del mes de enero de dos mil veinte y seis.



---

Luigi Xavier Pinargote Loor

C.C. 1315700193-3

Autor

## DECLARACIÓN DE AUTORIA

Yo, Carlos Iván Cañar Tinitana con CC: 135056542-8, doy constancia de ser el autor del Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto de investigación con el tema "**EVALUACIÓN DE LA SOLUCION DE ESTABILIZACIÓN EJECUTADA EN LA CARRETERA CHONE - JUNÍN – PIMPIGUASI, SECTOR PUEBLO NUEVO (ENTRE LAS ABSCISAS 44+940 Y 45+040) Y SU AFECTACIÓN DURANTE LA ETAPA INVERNAL**", el cual fue dirigido por el tutor, Ing. Marcelo Oleas Escalante.

Quiero resaltar la originalidad de este trabajo, que se fundamenta en la contribución de varios autores que enriquecieron la investigación, así como en la recopilación de datos e información provenientes de fuentes bibliográficas, visitas de campo, entre otros recursos.

En la ciudad de Manta, a los 30 días del mes de enero de dos mil veinte y seis.



---

Carlos Iván Cañar Tinitana

C.C. 135056542-8

Autor

## CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

En calidad de tribunales de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, certifico:

Haber revisado el trabajo de titulación, bajo la modalidad de **Proyecto de Investigación**, cuyo tema es "**EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE ESTABILIZACIÓN EJECUTADA EN LA CARRETERA CHONE - JUNÍN - PIMPIGUASI, SECTOR PUEBLO (ENTRE LAS ABCISAS 44+940 Y 45+040) Y SU AFECTACIÓN DURANTE LA ETAPA INVERNA**" de la modalidad en mención y en apego al cumplimiento de los requisitos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico, por tal motivo **APRUEBO**, que el mencionado proyecto reúne los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para proceder a la defensa correspondiente.

Certifico lo anterior para los fines pertinentes, a salvo disposición de Ley en contrario.

En la ciudad de *Manta*, a los *25 días del mes de febrero de dos mil veinte y seis*.



**Ing. Alexi Morán Guzmán, Mg.**

C.C. 1204318248

Tribunal 1



**Ing. Gustavo Mero Baque, Mg**

C.C. 1303359366

Tribunal 2

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo primeramente a Dios, por brindarme fortaleza y guiarme en este camino tan importante como lo es mi formación profesional.

A mis padres, especialmente a mi mamá, que es mi pilar fundamental, por todo su esfuerzo, enseñanzas y apoyo incondicional, ya que en gran parte es gracias a ella que puedo cumplir esta meta.

Asimismo, a mis familiares que siempre me ha apoyado y han estado presente en todo momento especialmente a Helen Loor “la mima”, Karen, Massiel y Angelica.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco de manera especial, a mi mamá, por su amor, paciencia y apoyo constante.

Por ser mi mayor motivación y fortaleza, y creer en mi en todo momento.

A mi tutor el Ing. Marcelo Oleas, por guiarme en cada etapa del proyecto de titulación, a través de sus conocimientos y consejos los cuales fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo

A mi familia, por el apoyo brindado a lo largo de mi formación y estar presente en cada etapa de este proceso.

A los docentes que formaron parte de mi proceso formación académica, por cada conocimiento impartido. También agradezco al personal del laboratorio de suelos de la facultad, Tec. Hugo Panta e Ing. Javier Bravo por las enseñanzas, consejos y momentos compartidos.

A mis amigos Dhagmar, Hipson, Nayeli y a todos los que hice durante este proceso gracias por su apoyo incondicional y consejos que fueron de suma importancia para seguir adelante, especialmente a Iván Cañar, mi compañero de tesis, por el compromiso y dedicación en el desarrollo de este proyecto.

Finalmente, gracias a todos los que confiaron y estuvieron presentes a lo largo de este camino, brindando apoyo, palabras de aliento y confianza.

## **DEDICATORIA**

A Dios, por ser esa fortaleza que me acompañó día a día y que a pesar de las dificultades siempre estuvo presente y me ayudó a no dejarme caer.

A mis padres, que fueron parte fundamental de lo que estoy logrando ahora, por motivarme a seguir adelante y aprovechar mi capacidad y las oportunidades que se presentan.

A mi hermana Ing. Ximena Cañar que me ayudó mucho en mi formación, siendo un ejemplo a seguir, guiándome y aconsejándome en base a su experiencia como estudiante tiempo atrás y ahora como una excelente profesional.

A mi abuelita, que tengo la fortuna de tenerla conmigo y que pueda verme cumplir esta meta. Una de las motivaciones más importantes todos los días.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, por darme la fuerza, la paciencia, las ganas de seguir, avanzar a la siguiente meta, y permitirme culminar con éxito lo que años atrás me propuse alcanzar.

Al tutor de tesis, Ing. Marcelo Oleas, por estar en cada etapa del desarrollo de este proyecto, cada enseñanza y conocimiento impartido.

A mi familia, apoyo incondicional y soporte en los momentos difíciles, supieron motivarme de la mejor manera y aconsejarme.

A la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, por darme la oportunidad de continuar con mi formación académica, desarrollarme de la mejor manera, junto con cada docente que los conocimientos impartidos fueron clave para desarrollar de mejor manera mi capacidad y criterio.

Al Tec. Hugo Panta, “el comandante” como le digo, profesional y gran amigo que muchas veces me aconsejó, motivó y ayudó con sus conocimientos, y también por las risas, siempre dispuesto a escuchar.

A mis amigos, por los buenos momentos, el apoyo, y también los conflictos que no faltaron pero que parte del aprendizaje durante todo este proceso de formación.

Finalmente, a mi compañero de tesis, Luigi Pinargote, gran amigo, agradecido por haber confiado en que podríamos lograr desarrollar este trabajo.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar la afectación, de la carretera Chone - Junín - Pimpiguasi, a la altura del sector Pueblo Nuevo, la cual presenta problemas recurrentes de inestabilidad de taludes, especialmente durante la etapa invernal, afectando la seguridad y funcionalidad de la vía en el tramo comprendido entre las abscisas 44+940 hasta la 45+040 en el mismo que se evidencian deformaciones del terreno, asentamientos en la calzada y procesos de deslizamiento que persisten a pesar de las intervenciones realizadas en años anteriores.

Para el desarrollo de la investigación se utilizó una metodología mixta, con predominio cualitativo, basada en un análisis comparativo entre informes técnicos, antecedentes históricos e inspecciones de campo, complementada con el análisis de registros de precipitaciones y evidencia fotográfica, con el fin de identificar las causas que generan la inestabilidad del talud.

Los resultados indican que el proceso de inestabilidad se debe principalmente al control inadecuado del agua, la erosión de la quebrada, la modificación en la cobertura vegetal por actividades agrícolas y la aparición de sucesos de precipitación intensas. Además, se determinó que las intervenciones realizadas en años anteriores han dejado de ser efectivas para las condiciones actuales del terreno, por lo que planteamos posibles soluciones técnicas orientadas a mejorar la estabilidad del talud, así como la seguridad del tramo de vía analizado.

**Palabras clave:** talud, inestabilidad, deslizamiento, erosión, precipitaciones

## **ABSTRACT**

This research work aims to evaluate the damage on the Chone - Junín - Pimpiguasi highway, specifically at the Pueblo Nuevo sector. This area presents recurring slope instability problems, particularly during the winter season, affecting the safety and functionality of the road segment between stations 44+940 and 45+040. In this section, ground deformations, pavement settlements, and landslide processes are evident, persisting despite interventions carried out in previous years.

To develop this research, a mixed-method approach was used, with a qualitative predominance. It was based on a comparative analysis of technical reports, historical background, and field inspections, complemented by the analysis of rainfall records and photographic evidence, in order to identify the causes generating the slope instability.

The results indicate that the instability process is mainly due to inadequate water control, creek erosion, modification of vegetation cover caused by agricultural activities, and the occurrence of intense precipitation events. Furthermore, it was determined that the interventions performed in previous years are no longer effective for the current ground conditions. Therefore, we propose possible technical solutions aimed at improving slope stability, as well as the safety of the analyzed road segment.

**Keywords:** slope, instability, landslide, erosion, rainfall.

## TABLA DE CONTENIDO

1	CAPÍTULO I – PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
1.1	Hipótesis.....	20
1.2	Problemática.....	20
1.3	Delimitación del problema.....	20
1.3.1	Delimitación del contenido.....	20
1.3.2	Delimitación Espacial.....	21
1.3.3	Delimitación temporal.....	21
1.4	Objetivos.....	21
1.4.1	Objetivo General.....	21
1.4.2	Objetivos Específicos.....	21
1.5	Variables.....	22
1.5.1	Variable independiente.....	22
1.5.2	Variable dependiente.....	22
2	CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO.....	23
2.1	Estado del Arte.....	23
2.1.1	Antecedentes.....	23
2.2	Cerro Junín.....	24
2.3	Talud.....	24
2.4	Tipos de suelos.....	25
2.4.1	Arcillas Inorgánicas de Alta Plasticidad.....	25

2.4.2	Limolitas .....	26
2.4.3	Areniscas .....	26
2.5	Factores de Inestabilidad .....	27
2.5.1	Suelos Inestables .....	27
2.5.2	Factor agua .....	27
2.5.3	Factor Sismo .....	27
2.6	Estabilidad .....	27
2.7	Movimientos en masa.....	28
2.8	Tipos de movimientos .....	28
2.8.1	Desprendimiento o caídas.....	28
2.8.2	Vuelcos o desplomes .....	29
2.8.3	Deslizamientos .....	29
2.8.4	Flujos .....	30
2.8.5	Expansiones laterales.....	31
2.8.6	Movimientos complejos .....	31
2.9	Deformaciones gravitacionales profundas .....	32
2.10	Reptación.....	33
2.11	Avalanchas .....	33
2.12	Deslizamientos de Tierra .....	34
2.13	Tipos de deslizamientos .....	35
2.13.1	Deslizamientos rotacionales .....	35
2.13.2	Deslizamientos traslacionales.....	36

2.13.3	Deslizamientos planos .....	37
2.14	Asentamientos .....	37
2.14.1	Asentamiento inmediato o elástico.....	38
2.14.2	Asentamiento por consolidación primaria.....	38
2.14.3	Asentamiento por consolidación secundaria .....	38
2.14.4	Asentamiento uniforme .....	39
2.14.5	Asentamiento diferencial.....	39
2.15	Reconformación de Talud .....	40
2.15.1	Terraceo .....	40
2.16	Sistema de drenaje .....	40
2.16.1	Drenaje superficial.....	40
2.17	Condiciones climáticas .....	41
2.17.1	Clima .....	41
2.17.2	Precipitación .....	41
2.17.3	Escorrentía superficial .....	41
3	<b>CAPÍTULO III – DISEÑO METODOLÓGICO</b> .....	42
3.1	Tipo de Investigación .....	42
3.2	Diseño de la Investigación.....	42
3.3	Enfoque de la Investigación .....	42
3.4	Población y Muestra .....	43
3.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	43
3.6	Observación en campo .....	43

3.7	Procedimiento de la investigación.....	44
4	CAPÍTULO IV – RESULTADOS Y ANALISIS.....	45
4.1	Área de estudio .....	45
4.2	Resultado de la observación del trabajo de campo.....	45
4.2.1	Estado del terraceo .....	45
4.2.2	Fallos del sistema hidráulico .....	46
4.2.3	Movimientos del talud hacia la vía.....	49
4.2.4	Presencia de Agua subterránea .....	49
4.2.5	Erosión del talud.....	51
4.2.6	Zonas del talud inestables.....	52
4.2.7	Asentamiento en la vía .....	53
4.2.8	Modificación de la cobertura vegetal .....	54
4.3	Evolución histórica del deslizamiento.....	56
4.4	Análisis de las causas del deslizamiento rotacional .....	60
4.4.1	Incremento de las precipitaciones.....	60
4.4.2	Infiltración y falta de conducción de las aguas.....	63
4.4.3	Presencia de agua Subterránea .....	63
4.4.4	Erosión de la quebrada .....	64
4.4.5	Modificación de la cobertura vegetal .....	64
4.5	Evaluación de las soluciones que se implementaron.....	64
4.5.1	Obras de drenaje superficial .....	65
4.5.2	Sistemas drenaje subterráneo (drenes) .....	65

4.5.3	Terraceo y conformación del talud.....	66
4.5.4	Control de erosión en la quebrada y cobertura vegetal .....	66
4.6	Comparación entre el área de estudio y tramo vial afectado en 2012	67
4.7	Soluciones de estabilización aplicables al área de estudio .....	68
4.8	Conclusiones y Recomendaciones.....	70
4.8.1	Conclusiones.....	70
4.8.2	Recomendaciones .....	72
5	Bibliografía.....	73
6	ANEXOS.....	76

## TABLA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> <i>Talud de corte y terraplén</i> .....	24
<b>Figura 2.</b> <i>Modelo trifásico del elemento del suelo</i> .....	25
<b>Figura 3.</b> <i>Esquema de la caída de rocas</i> .....	28
<b>Figura 4.</b> <i>Esquema del vuelco en bloque</i> .....	29
<b>Figura 5.</b> <i>Esquema de flujos canalizados y no canalizados</i> .....	31
<b>Figura 6.</b> <i>Esquema de deformaciones gravitacionales profundas</i> .....	32
<b>Figura 7.</b> <i>Esquema de reptación y solifluxión</i> .....	33
<b>Figura 8.</b> <i>Avalancha en el cauce de un río</i> .....	34
<b>Figura 9.</b> <i>Esquema de deslizamiento</i> .....	35
<b>Figura 10.</b> <i>Deslizamiento rotacional</i> .....	36
<b>Figura 11.</b> <i>Deslizamientos traslacionales</i> .....	37
<b>Figura 12.</b> <i>Asentamiento diferencial</i> .....	39
<b>Figura 13.</b> <i>Área de estudio - Vía Pimpiguasi - Junín – Chone</i> .....	45
<b>Figura 14.</b> <i>Terraceo del talud superior de la vía en óptimas condiciones</i> .....	46
<b>Figura 15.</b> <i>Cunetas, drenaje lateral de la vía - 2015</i> .....	47
<b>Figura 16.</b> <i>Cunetas, drenaje lateral de la vía cubierto de vegetación - 2025</i> ...	47
<b>Figura 17.</b> <i>Junta de cuneta separada – 2025</i> .....	48
<b>Figura 18.</b> <i>Drenaje lateral de la vía, fíjese el bordillo desplazado</i> .....	48
<b>Figura 19.</b> <i>Desplazamiento del eje de la vía hacia el talud</i> .....	49
<b>Figura 20.</b> <i>Área de escasa vegetación – 2022</i> .....	50
<b>Figura 21.</b> <i>Área con abundante vegetación – 2024</i> .....	50
<b>Figura 22.</b> <i>Grietas en el talud de la vía</i> .....	51
<b>Figura 23.</b> <i>Grietas en el talud de la vía</i> .....	52
<b>Figura 24.</b> <i>Condiciones del talud de la vía – 2015</i> .....	52

<b>Figura 25.</b> <i>Inestabilidad del talud de la vía - 2025</i> .....	53
<b>Figura 26.</b> <i>Asentamiento del talud y pérdida de material</i> .....	54
<b>Figura 27.</b> <i>Producción agrícola en el talud de la vía</i> .....	55
<b>Figura 28.</b> <i>Producción agrícola en cauce natural de la quebrada</i> .....	55
<b>Figura 29.</b> <i>Vía Pimpiguasi - Junín - Calceta. Año 2012</i> .....	56
<b>Figura 30.</b> <i>Vía Pimpiguasi - Junín - Calceta. Año 2015</i> .....	57
<b>Figura 31.</b> <i>Vía Pimpiguasi - Junín - Calceta. Año 2019</i> .....	58
<b>Figura 32.</b> <i>Vía Pimpiguasi - Junín - Calceta. Año 2022</i> .....	59
<b>Figura 33.</b> <i>Vía Pimpiguasi - Junín - Calceta. Año 2025</i> .....	60
<b>Figura 34.</b> <i>Tabla de precipitaciones por año</i> .....	61
<b>Figura 35.</b> <i>Precipitación de febrero del 2025. SANTA ANA - MANABÍ</i> .....	62
<b>Figura 36.</b> <i>Precipitación de abril del 2024. SANTA ANA - MANABÍ</i> .....	62
<b>Figura 37.</b> <i>Presencia de vegetación de ciclo corto en zona de deslizamiento</i> ..	67

## INTRODUCCIÓN

En zonas con topografía accidentada, la ingeniería geotécnica y los estudios del suelo son fundamentales en el campo de la Ingeniería Civil para garantizar la estabilidad y seguridad de los proyectos de infraestructura. Las carreteras, como ejes clave del desarrollo regional son particularmente susceptibles a problemas de inestabilidad de taludes; las exposiciones más significativas al fallo del suelo son los deslizamientos de tierra y los asentamientos diferenciales. Ante estas condiciones, se requiere el diseño y la implementación de métodos de estabilización, cuya eficacia depende directamente de la precisión con la que se determinen las características geológicas, hidrológicas y geotécnicas del sitio.

La carretera que conecta Chone – Canuto – Calceta – Junín – Pimpiguasi constituye un caso de estudio importante en la Ingeniería de la región. Lo que corresponde a esta sección, se ha presentado una recurrente inestabilidad de talud a la altura de Pueblo Nuevo, que se ha manifestado en asentamientos progresivos en la vía. Como respuesta a esta problemática se implementaron algunas soluciones geotécnicas para estabilizar la zona tales como el terracedo del talud y la implementación de sistemas de drenaje tanto superficial como subterráneo para la captación de aguas. A medida que ha pasado el tiempo, se ha evidenciado que los problemas como asentamiento y grietas estructurales se han hecho presentes nuevamente. Lo que nos indica que las soluciones ejecutadas no han sido suficientes, esto sugiere a realizar un diagnóstico exhaustivo buscando identificar el factor causal principal que afecta la estabilidad del talud.

El presente trabajo se enfoca específicamente en el tramo comprendido entre las abscisas 44 + 940 hasta la 45 + 040 y se desarrolla en cuatro capítulos. El Capítulo I establece el planteamiento del problema, la justificación y los objetivos de la investigación. El Capítulo II aborda el marco teórico relacionado con la estabilidad de

taludes y la mecánica de suelos. El Capítulo III nos describe la metodología empleada para el diagnóstico de campo y los ensayos (si aplica). Finalmente, el Capítulo IV analiza los resultados obtenidos, expone las conclusiones y recomendaciones, incluyendo una propuesta de solución.

# **1 CAPÍTULO I – PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

## **1.1 Hipótesis**

La presencia de asentamiento y de grietas estructurales en la vía que comprende Chone - Junín - Pimpiguasi, a la altura de Pueblo Nuevo entre las abscisas 44 + 940 hasta 45 + 040, se debe a la presencia de un movimiento en masa que afecta a las soluciones estructurales implementadas para la estabilización del talud cuya obra de estabilización se ejecutó entre los años 2014 - 2015.

## **1.2 Problemática**

La desestabilización de los suelos en regiones con topografía accidentada genera un gran desafío para la conectividad que supone ser generador del desarrollo económico, comercial y social, como las carreteras. El daño ocasionado por problemas derivados de movimientos en masa resulta como consecuencias inseguridad y peligro. Por este motivo, la Ingeniería Civil, ha desarrollado diferentes mecanismos, medidas o soluciones para este tipo de problemas, sin embargo, existen ocasiones en que las soluciones que se implementan no llegan a contrarrestar el problema. Este estudio se rigiere en diagnosticar las soluciones implementadas en la vía que comprende Chone - Junín -Pimpiguasi, a la altura de Pueblo Nuevo entre las abscisas 44 + 940 hasta 45 + 040 ya que, no han logrado contrarrestar la desestabilización del suelo, generando un daño notorio en la vía y, por ende, se dispone a encontrar la causa principal, exponerlo y definir una solución definitiva.

## **1.3 Delimitación del problema**

### **1.3.1 Delimitación del contenido**

El presente proyecto contiene una evaluación de las medidas ejecutadas en la vía que comprende Chone - Junín - Pimpiguasi, a la altura de Pueblo Nuevo, entre las abscisas

44 + 940 hasta 45 + 040 y una solución complementaria a la reactivación del movimiento en masa.

### **1.3.2 Delimitación Espacial**

La visita de campo para llevar a cabo la evaluación se realizará en el tramo vial que comprende Chone - Junín - Pimpiguasi, a la altura de Pueblo Nuevo, entre las abscisas 44 + 940 hasta 45 + 040 lugar donde se evidencia las afectaciones a la vía por reactivación del movimiento en masa.

### **1.3.3 Delimitación temporal**

La presente investigación fue realizada entre los meses de abril del 2025 a enero del 2026.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Evaluación de la afectación del tramo de vía que abarca Chone – Junín – Pimpiguasi, a la altura de Pueblo Nuevo entre las abscisas 44 + 940 hasta 45 + 040.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Identificar las posibles causas que originan inestabilidad en el talud de la vía.
- Analizar la eficacia de las soluciones implementadas.
- Describir las condiciones actuales del talud y la vía.
- Plantear una posible solución para mejorar la estabilización del talud.

## **1.5 Variables**

### **1.5.1 Variable independiente**

- Factores climáticos: Influencia de las precipitaciones, principalmente en la etapa invernal, que pueden agravar el movimiento en masa.
- Condiciones geotécnicas: Características del suelo y del subsuelo, como el tipo de material, cohesión, permeabilidad, nivel freático, etc.
- Asentamientos humanos.

### **1.5.2 Variable dependiente**

- Frecuencia del movimiento en masa: Número de eventos ocurridos en un periodo determinado como consecuencia de las condiciones del terreno y el clima.
- Magnitud del movimiento en masa: Dimensión física y severidad del evento, volumen del material movilizado, alcance del daño, impacto sobre la vía.

## 2 CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

### 2.1 Estado del Arte

#### 2.1.1 Antecedentes

Para el año 2012, debido al fuerte periodo invernal sucedido en la provincia de Manabí, se presentaron daños en la vía que se extiende por el Cerro Junín y comprende la carretera Chone – Canuto – Calceta – Junín – Pimpiguasi, específicamente problemas de estabilidad de taludes, a causa de la sobresaturación del terreno y otros factores. A causa de esta situación se efectuaron en ese mismo año estudios geológicos geotécnicos a profundidad, debido a los movimientos de masa presentados en dos puntos del Cerro.

La morfología del sitio esta caracterizada por tener colinas alargadas que siguen patrones de roca bajo la superficie y presenta sistema de drenaje paralelos a subdendríticos, es decir, ríos que fluyen alineadamente o ramificados a causa de la composición del subsuelo que tiene rocas sedimentarias y material suelto que se ha acumulado con el paso del tiempo, la presencia de un pozo lo que nos indica presencia de agua subterránea, depósitos superficiales y coluviales son datos arrojados por parte de los estudios realizados.

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), dictaminó en su momento medidas a realizarse como: una consolidación de los materiales del terrazo y una reforestación de estos con vegetación nativa con la finalidad de generar estabilidad en la estructura que lo conforma. Realización de sondeos para saber la profundidad de deslizamientos, la presencia del agua subterránea, y la redistribución del suelo. Además de la construcción de drenes para la evacuación del agua de escorrentía superficial que escurre en la época invernal y evitar la erosión del talud inferior que comprende la vía, y monitoreos constantes.

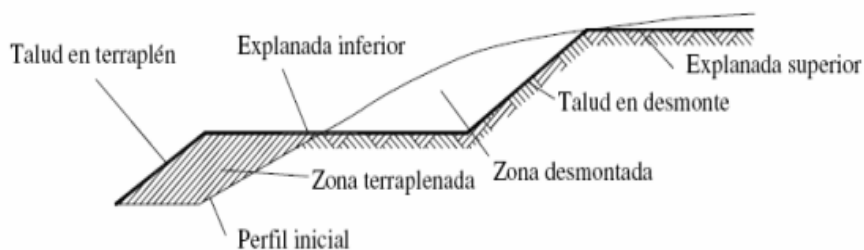
## 2.2 Cerro Junín

El cerro Junín, situado aproximadamente a 2 km al noreste de la comunidad de Pueblo Nuevo en línea recta, es el accidente geográfico más notable de la región estudiada. El Estero Bejuco, que fluye en dirección noreste-suroeste, es el principal canal de drenaje. Mientras que las partes más bajas se corresponden con los estuarios que también desembocan en el estuario principal en dirección norte-sur, las construcciones alargadas más altas suelen mostrar una tendencia preferencial norte-sur. Las actividades de elevación y erosión que afectan al lecho rocoso, compuesto por rocas sedimentarias formadas por arenisca, limolita y lutita, son las responsables de los depósitos superficiales, el relieve y los sistemas de drenaje paralelos y subdendríticos de la región (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2012).

## 2.3 Talud

Un talud es una inclinación de cualquier superficie respecto de la horizontal que las estructuras de tierra adoptan permanentemente. Este tipo de estructuras son complejas de analizar debido a que en su estudio coinciden los problemas de mecánica de suelos y mecánica de rocas, sin dejar de lado el papel que la geología aplicada desempeña en la formulación de cualquier criterio aceptable. (De Matteis, 2003).

*Talud de corte y terraplén*

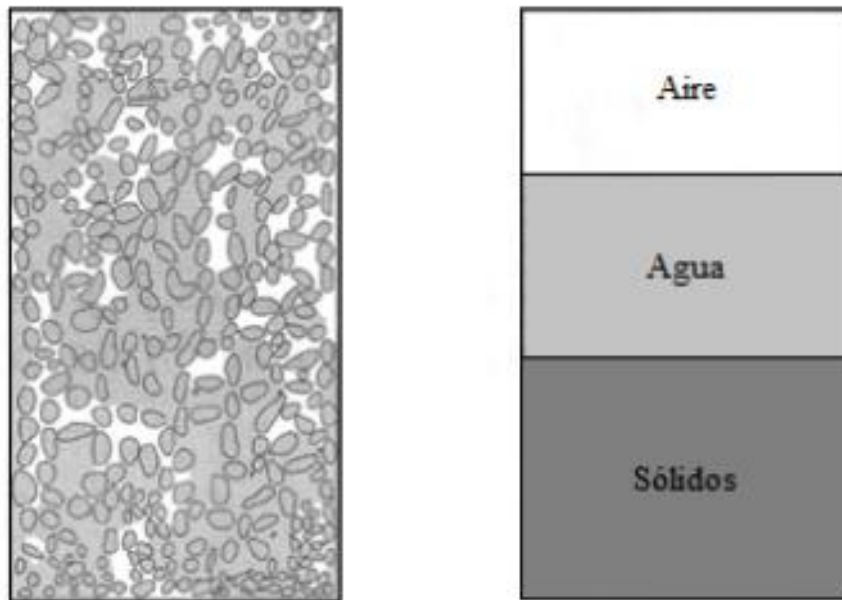


**Figura 1.** *Talud de corte y terraplén*

*Nota.* Obtenido de (Poblete,2006)

## 2.4 Tipos de suelos

Se entiende por suelo al conjunto de partículas minerales y/o de materia orgánica en forma de depósito, generalmente minerales, y/o de origen orgánico, que pueden separarse por medio de una acción mecánica sencilla y que incluyen cantidades variables de agua y aire. A partir de esta definición, podemos distinguir tres partes componentes, que ayudan a definir el comportamiento físico del suelo en su conjunto y nos permiten representarlo, para su estudio, mediante un modelo trifásico como se muestra. (Zapata , 2018).



**Figura 2.** *Modelo trifásico del elemento del suelo*

Nota. Obtenido de (Zapata , 2018)

### 2.4.1 Arcillas Inorgánicas de Alta Plasticidad

Con la designación CH, las arcillas de este tipo se clasifican en el sistema unificado de suelos. Estos materiales tienen un índice de plasticidad (PI) elevado debido a que su límite líquido (LL) es superior al 50 %. El predominio de filosilicatos y la existencia de estructuras laminares, que favorecen la retención de agua entre sus partículas, son las causas de estas propiedades.

Cuando están secas o moderadamente húmedas, las arcillas CH presentan una excelente cohesión; sin embargo, su resistencia al corte disminuye significativamente cuando aumenta su contenido de agua, como puede ocurrir durante la temporada de lluvias. Este proceso es una reacción a la reorganización de las partículas y a la pérdida de succión de la matriz, lo que crea el entorno ideal para que se produzcan deslizamientos de tierra en pendientes con gradientes significativos (Aranda Jiménez, Suarez Domínguez, & García Izaguirre, 2015).

#### **2.4.2 Limolitas**

Cuando están intactas, las limolitas formadas por partículas cementadas del tamaño de limo tienen una resistencia mecánica moderada. Por otro lado, se comportan de manera similar a un suelo cohesivo blando cuando hay fracturas o saturación.

La aparición de permeabilidades diversas, que provocan la acumulación de agua en lugares concretos y crean presiones que, en última instancia, disminuyen la estabilidad de los taludes, es una característica de las limolitas altamente fragmentadas (Hermenejildo & Proaño Cadena, 2010).

#### **2.4.3 Areniscas**

La composición química es muy similar a la arena, el cuarzo principalmente y pequeñas cantidades de feldespato y otros minerales componen la roca. La sílice, carbonato de calcio u óxido de hierro conforman el material que mantiene a los granos de la arenisca unidos. Las areniscas, aunque poseen una mayor resistencia en comparación con las limolitas, cuando presentan niveles de fracturación y meteorización importantes, parte de la capacidad portante se pierde (Aguirre Herrera & Chávez Moncayo, 2009).

## **2.5 Factores de Inestabilidad**

### **2.5.1 Suelos Inestables**

El suelo eminentemente granulares en los cuales no existe ningún tipo de cementación o material que pueda producir adherencia, la cohesión se supone igual a cero, es a estos suelos que se les denomina suelos no cohesivos, por lo tanto, se puede decir también que son suelos inestables (Anyelo Jhon Soto, 2011).

### **2.5.2 Factor agua**

Representa uno de los factores más negativos que intervienen en las fallas de los taludes sobre todo de las zonas tropicales y en periodos lluviosos, en los que además de tratar con el agua superficial tenemos que controlar también el agua subterránea ya que el agua está íntegramente relacionada con los deslizamientos (Anyelo Jhon Soto, 2011).

### **2.5.3 Factor Sismo**

Los movimientos sísmicos también afectan de gran medida la estabilidad de un talud, puesto que pueden activar los deslizamientos ya que aumenta el esfuerzo cortante y disminuye la resistencia debido al aumento de la presión de los poros, y puede producirse una falla cortante y hasta la licuación en el caso de suelos granulares saturados (Anyelo Jhon Soto, 2011).

## **2.6 Estabilidad**

Según (De Matteis, 2003) entendemos por estabilidad a la seguridad de una masa de tierra contra la falla o movimiento. Como primera medida es necesario definir criterios de estabilidad de taludes, entendiéndose por tales algo tan simple como el poder decir en un instante dado cuál será la inclinación apropiada en un corte o en un terraplén.

## 2.7 Movimientos en masa

Los movimientos en masa son procesos de la Geodinámica externa, las cuales modifican las diferentes formas del terreno. Son todos aquellos movimientos ladera debajo de una masa de roca, detritos o suelos por efectos de la gravedad (Sernageomin , 2007).

## 2.8 Tipos de movimientos

### 2.8.1 Desprendimiento o caídas

Los desprendimientos o caídas son los movimientos en caída libre de distintos materiales tales como rocas, detritos o suelos. Se origina por el desprendimiento del material de una superficie inclinada, el cual puede rebotar, rodar, deslizarse o fluir ladera abajo posteriormente.

Alguna de las condiciones que lo provocan son la erosión y pérdida de apoyo o descalce de los bloques previamente independizados o sueltos, el agua en las discontinuidades y grietas, los movimientos sísmicos, entre otros. (López Castillo, 2015).



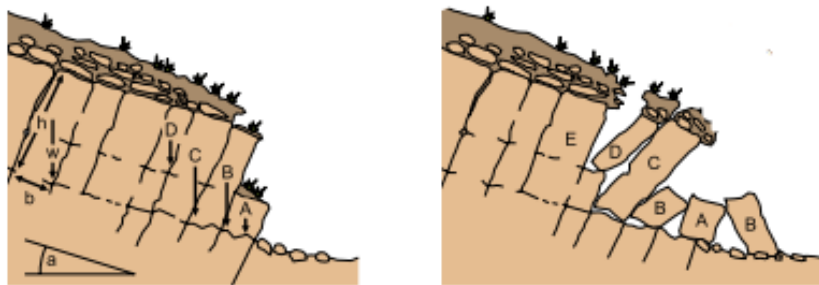
**Figura 3.** Esquema de la caída de rocas

Nota. Obtenido de (Sernageomin , 2007)

### 2.8.2 Vuelcos o desplomes

Un vuelco o desplome consiste en la rotación de una masa de suelo, detritos o roca en torno a un eje o pivote determinado por su centro de gravedad. Su movimiento es hacia adelante o hacia la parte externa, por lo cual involucra inclinación o basculamiento, pero no implica colapso. (López Castillo, 2015).

Se denomina volcamiento a un tipo de movimiento en masa en el cual hay una rotación generalmente hacia delante de uno o varios bloques de roca o suelo, alrededor de un punto o pivote de giro en su parte inferior. Este movimiento ocurre por acción de la gravedad, por empujes de las unidades adyacentes o por la presión de fluidos en grietas (Sernageomin, 2007).



**Figura 4.** Esquema del vuelco en bloque  
*Nota.* Obtenido de (Sernageomin, 2007)

### 2.8.3 Deslizamientos

Según (González de Vallejo, 2006), los deslizamientos son movimientos de masas de suelo o roca que se deslizan, que se mueven respecto al sustrato, en una o en varias capas de rotura netas al no aguantar la resistencia al corte de estas capas; una masa comúnmente se desplaza en conjunto, tomando un comportamiento de una sola unidad en su recorrido, la velocidad puede variar, pero generalmente son procesos rápidos y alcanzan grandes volúmenes. Existen casos, en los que ocurre que este movimiento de

masas no encuentra un punto de equilibrio al pie del talud y, por ende, pueden seguir ganando metros de terreno y velocidad, generando un flujo.

Son movimientos que se generan a partir del corte que generan desplazamiento de un material a lo largo de una o varias superficies, las cuales pueden llegar a detectarse muy fácil dentro de una zona relativamente delgada, el movimiento puede ser progresivo, es decir, que no necesariamente comienza en todo lo que comprende el plano de falla. (Suarez Diaz, 1998).

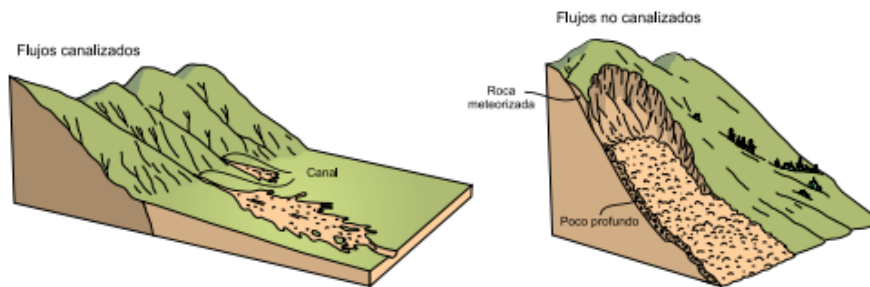
#### **2.8.4 Flujos**

Son movimientos especialmente continuos, en los que las superficies de cizalla son muy próximas, de poca duración y, por consiguiente, difíciles de observar. Los flujos envuelven todos los tipos de materiales disponibles y se clasifican con base en su contenido, por tanto, se dividen en flujos de rocas, flujos o corrientes de derrubios y flujos de arena o suelo.

Para (Suarez Diaz, 1998) en un flujo existe la presencia de movimientos relativos de las partículas o bloques pequeños dentro de una masa que se mueve o desliza sobre una superficie de falla. Los flujos pueden ser lentos o rápidos, así como secos o húmedos y los puede hacer de roca, de residuos o de suelo o tierra.

Para (Highland, 2008) es un tipo rápido de movimiento masivo que se produce cuando el agua se mezcla con rocas sueltas y tierra para crear una pasta que fluye hacia abajo. En ocasiones, el aumento de la velocidad de traslación o rotación transforma la masa interior en un flujo de escombros al hacer que pierda cohesión (el agua gana terreno).

Debido a que pueden ocurrir de forma repentina y a gran velocidad, los flujos de escombros pueden ser mortales.



**Figura 5.** Esquema de flujos canalizados y no canalizados

*Nota.* Obtenido de (Sernageomin , 2007)

### 2.8.5 Expansiones laterales

Estos movimientos son resultado de la fracturación y expansión de suelos o masas de roca compactos, debido a la licuefacción o fluidización del material subyacente, ocurren cuando materiales gruesos, como fragmentos de rocas, grava. Etc., están inmersos en una matriz de material más fino o contienen arcillas (López Castillo, 2015).

(Sernageomin , 2007) nos indica que una expansión lateral es un tipo de movimiento en masa cuyo desplazamiento ocurre predominantemente por deformación interna (expansión) del material. La mayoría de los deslizamientos y flujos involucran algún grado de expansión. Las propagaciones laterales pueden considerarse como la etapa final en una serie de movimientos donde la deformación interna predomina decididamente sobre otros mecanismos de desplazamiento como los que imperan en el deslizamiento o el flujo.

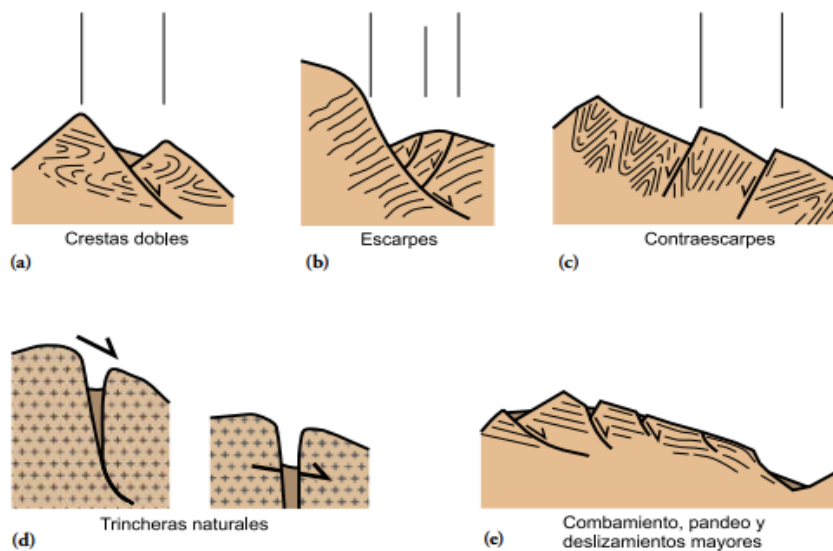
### 2.8.6 Movimientos complejos

Los movimientos complejos ocurren cuando el tipo de movimiento inicial se transforma en otro al ir desplazándose ladera abajo, entre lo más importante cabe destacar los aludes o avalanchas de rocas y los flujos deslizantes. Las avalanchas o aludes de rocas

consisten en la movilización a gran distancia de grandes masas de rocas y detritos los cuales viajan a gran velocidad. Los flujos deslizantes son resultado del colapso repentino y de gran extensión de unas masas de material granular o detritos que viajan a velocidades rápidas o extremadamente rápidas (López Castillo, 2015).

## 2.9 Deformaciones gravitacionales profundas

Según (Sernageomin , 2007) hay una variedad de procesos que podrían describirse como deformaciones de laderas o deformaciones gravitacionales profundas. Estos tipos presentan rasgos de deformación, pero sin el desarrollo de una superficie de ruptura y usualmente con muy baja magnitud de velocidad y desplazamiento. Se consideran como precursoras de deslizamientos en gran escala. Otras deformaciones que se presentan son combadura, pandeo de valles, roturas confinadas, expansión en crestas, flujos en roca, expansión gravitacional, entre otros.

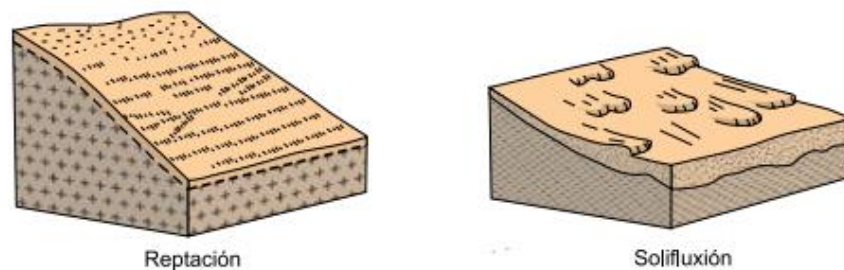


**Figura 6.** Esquema de deformaciones gravitacionales profundas

*Nota: Obtenido de (Sernageomin , 2007)*

## 2.10 Reptación

Se refiere a aquellos movimientos lentos del terreno en donde no se distingue una superficie de falla. Puede ser de tipo estacional, cuando asocia a cambios climáticos o de humedad del terreno, y verdadera cuando hay un desplazamiento relativamente continuo. Dentro de este movimiento se incluyen la solifluxión y la gelifluxión. Ambos procesos son causados por cambios de volumen de carácter estacional en capas superficiales del orden 1 a 2 metros de profundidad, combinados con el movimiento lento del material ladera abajo.



**Figura 7.** Esquema de reptación y solifluxión

*Nota: Obtenido de (Sernageomin , 2007)*

## 2.11 Avalanchas

En este tipo movimiento la falla progresiva es muy rápida y el flujo desciende formando una especie de “ríos de roca y suelo”. Estos flujos comúnmente se relacionan con lluvias ocasionales de índices pluviométricos excepcionales muy altos, deshielo de nevados o movimientos sísmicos en zonas de alta montaña y la ausencia de vegetación, aunque es un factor influyente, no es prerequisite para que ocurran. Son generadas a partir de un gran aporte de materiales de uno o varios deslizamientos o flujos combinados con un volumen importante de agua, los cuales forman una masa de comportamiento de líquido viscoso que puede lograr velocidades muy altas con un gran poder destructivo y

que corresponden generalmente, a fenómenos regionales dentro de una cuenca de drenaje (Anyelo Jhon Soto, 2011).

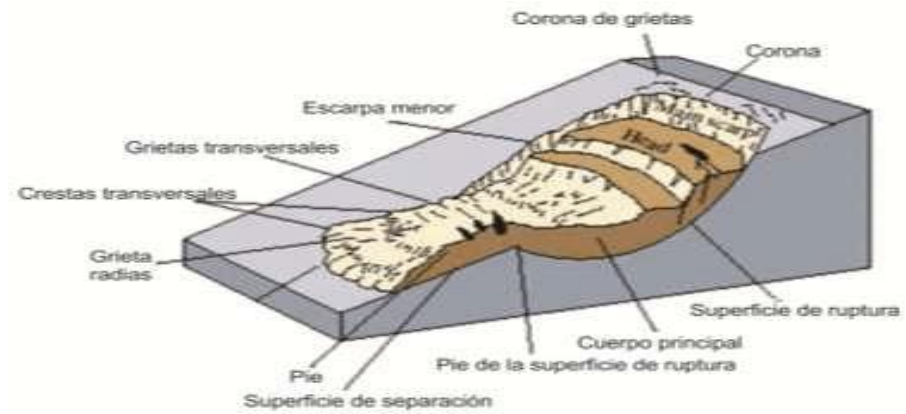


**Figura 8.** *Avalancha en el cauce de un río*  
*Nota: Obtenido de (Anyelo Jhon Soto, 2011)*

## 2.12 Deslizamientos de Tierra

El movimiento descendente de rocas, tierra y materiales orgánicos causado por la gravedad se conoce como deslizamiento de tierra. Este movimiento se produce cuando el material que resiste en la pendiente experimenta más resistencia por fricción que las fuerzas gravitatorias que lo impulsan. (Montero, 2003)

Las circunstancias específicas en las que se produce un movimiento se conocen como desencadenantes o activadores del movimiento. Por lo general, están relacionadas con cambios en el terreno provocados por lluvias inusuales, actividad sísmica o actividad humana relacionada con obras civiles, así como, de manera más general, con cambios en el uso del suelo. (Montero, 2003)



**Figura 9.** *Esquema de deslizamiento.*

*Nota. Obtenido de (AventurasGeológicas, 2018)*

## 2.13 Tipos de deslizamientos

### 2.13.1 Deslizamientos rotacionales

La rotura se produce a lo largo de una superficie curvilínea y cóncava. El terreno experimenta un giro según el eje situado por encima del centro de gravedad de la masa deslizada. El material de cabecera efectúa una inclinación contra la ladera, generando depresiones donde se acumula el agua e induce nuevas reactivaciones. Este tipo de mecanismo es característico de suelos cohesivos homogéneos y de macizos rocosos intensamente fracturados. El movimiento tiende a estabilizarse por disminución del momento de giro y aumento del momento estabilizador, no obstante, cualquier cambio en las condiciones piezométricas o la remoción del pie pueden dar lugar a una nueva inestabilidad.

Los deslizamientos rotacionales se clasifican en simples, y sucesivos, clasificación que también se aplica a las variantes resultantes el tipo de material.

La superficie del deslizamiento ocurre internamente en el material, de forma aproximadamente circular o cóncava. Las salidas de las superficies circulares donde ocurre el rompimiento pueden darse en diferentes zonas del talud.

La velocidad que generalmente presentan este tipo de movimientos va variando de lento a moderado y llega a verse acelerada principalmente con lluvia excesiva. (Eird.org).



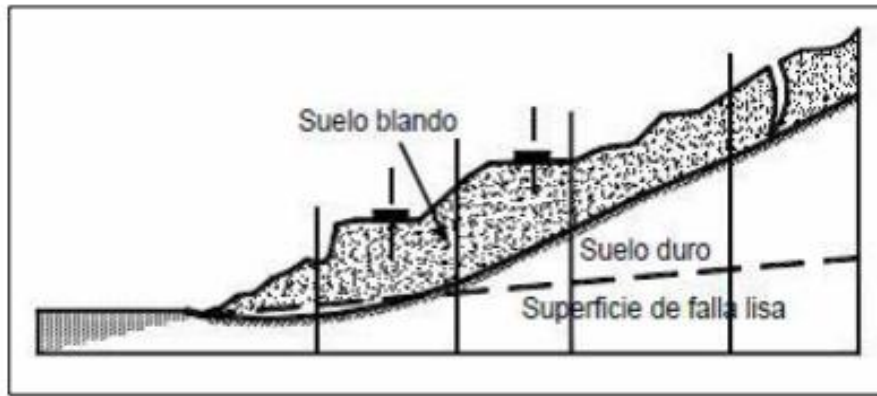
**Figura 10.** *Deslizamiento rotacional*

*Nota.* Obtenido de *Deslizamiento rotacional* [Fotografía], Vallejo, 2002, ResearchGate.

© 2008 – 2025 ResearchGate

### 2.13.2 Deslizamientos traslacionales

Los deslizamientos traslacionales son menos profundos que los rotacionales, y al igual que los planos, involucran un movimiento paralelo a la superficie, el cual está a gran medida controlado por superficies de debilidad de los materiales formadores. La masa deslizada puede proseguir por la ladera. Los componentes de la masa desplazada se mueven a la misma velocidad y siguen trayectorias paralelas. A medida que un deslizamiento traslacional progresa puede romperse, en particular si aumenta la velocidad. Entonces, la masa disgregada deviene un flujo. Se subdividen en deslizamientos de roca en bloque, deslizamientos de derrubio en bloque y deslizamientos traslacionales de suelos. (De Matteis, 2003).



**Figura 11.** *Deslizamientos traslacionales*

*Nota.* Obtenido de Deslizamientos: análisis geotécnico [Fotografía], Suárez, (s.f.).

Repositorio: USAC

### 2.13.3 Deslizamientos planos

Los deslizamientos planos se clasifican en simples términos a partir también del material involucrado, por lo cual los principales tipos son los deslizamientos de rocas, deslizamientos de derrubios y las coladas de barro (De Matteis, 2003).

### 2.14 Asentamientos

Según (Rosero Narvárez, 2021), los suelos experimentan deformaciones o cambios en su volumen cuando son sometidos a esfuerzos que son aplicados sobre ellos.

Se contempla en la mayoría de los casos, que los suelos no poseen resistencia a la tensión, por lo tanto, se enfocan los estudios en las particularidades de la deformación por compresión.

Existen dos tipos de deformación, la primera es con variación de volumen que presenta el suelo, pero preservando su forma, y segundo el suelo cambia de forma, pero mantiene su volumen constante. No obstante, en términos reales los procesos se presentan simultáneamente. Los asentamientos provocados por las cargas impuestas por una construcción se dividen generalmente en tres tipos:

- Asentamiento inmediato o elástico
- Asentamiento por consolidación primaria
- Asentamiento por consolidación secundaria

#### **2.14.1 Asentamiento inmediato o elástico**

La compresión ocurre de inmediato después de la aplicación de la carga. Movimiento vertical debido a la deformación elástica del medio poroso. Este tipo de asentamiento la deformación elástica vertical es relevante a otra deformación.

Para una estimación del asentamiento elástico también se debe tomar en cuenta el tipo de cimentación si es rígida o flexible por lo cual en algunas bibliografías se expone como resolver el cálculo de asentamientos inmediatos con esta consideración de las cimentaciones, como en el libro Principios de Ingeniería de Cimentaciones de Braja M. Das, en el cual dice, teóricamente, si la profundidad de la cimentación se considera despreciable  $D_f = 0$ , el espesor del estrato es sumamente grande  $H = \infty$  por lo tanto la cimentación se considera perfectamente flexible. (Rosero Narváez, 2021).

#### **2.14.2 Asentamiento por consolidación primaria**

Se puede presentar en años en suelos de media a baja permeabilidad generalmente en suelos arcillosos plásticos con condiciones de drenaje y saturados. (Rosero Narváez, 2021).

#### **2.14.3 Asentamiento por consolidación secundaria**

Se presenta después que el agua drenable es expulsada del suelo. Esto puede ocurrir con el tiempo con una tensión efectiva constante en suelos arcillosos plásticos con condiciones de drenaje saturados. (Rosero Narváez, 2021).

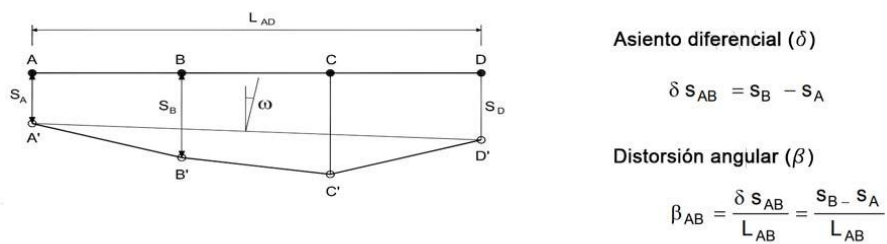
#### 2.14.4 Asentamiento uniforme

Constituye un descanso vertical de toda la estructura en forma similar en todos los puntos de apoyo con el suelo de cimentación, este tipo de asentamiento produce daños en instalaciones de servicio sin una afectación severa a la estructura como tal, generando problemas más estéticos que estructurales en las obras civiles que padecen este fenómeno. (Rosero Narváez, 2021).

#### 2.14.5 Asentamiento diferencial

Los asentamientos diferenciales se producen por deformaciones relativas de dos diferentes cimientos, estos si no son tolerables pueden causar daños significativos en la estructura y acabados.

Se relacionan con una distribución particular de las cargas estáticas, la rigidez de la cimentación y la variabilidad de las características del suelo de cimentación. (Rosero Narváez, 2021).



**Figura 12.** Asentamiento diferencial

Nota. Obtenida de *Tipos de asentamientos* [Fotografía], 2022, BLOG CYPE (www.CYPE.PE/BLOG/). © CYPE

## **2.15 Reconformación de Talud**

### **2.15.1 Terraceo**

Según (Cabrera Bustos & Dutan Sanango, 2021) es “la actividad que consiste en la conformación de terrazas que permiten reducir el peso y por ende las fuerzas que generan el movimiento del suelo, logrando de esta manera un equilibrio de masas. Entre las principales ventajas que tiene este proceso de estabilización es la facilidad de ejecución debido a que no se requieren materiales ni equipos especiales, además, facilita la implementación de métodos de control de erosión, mientras que las desventajas principales corresponden a la necesidad de grandes movimientos de tierras y actividades relacionadas como son el transporte y disposición final del material retirado del talud”.

## **2.16 Sistema de drenaje**

### **2.16.1 Drenaje superficial**

El drenaje superficial tiene por objetivo la reducción del agua que fluye por el camino, mediante la captación de esta y también dar rápida salida al agua que entra al camino inevitablemente. Existen dos tipos que son longitudinales y transversales (Mújica Dávalos, 2013).

El drenaje longitudinal es aquel que tiene por objetivo captar los escurrimientos para evitar que lleguen al camino o que permanezcan en el, de tal manera que no le causen daños a la estructura, en esta clasificación entra los; bordillos, cunetas, contracunetas y canales de cruzamiento (Mújica Dávalos, 2013).

## **2.17 Condiciones climáticas**

### **2.17.1 Clima**

El clima es un conjunto de variables meteorológicas que caracteriza el estado medio de la atmósfera en un punto determinado en la superficie terrestre. Se puede definir como el conjunto fluctuante de condiciones atmosféricas, caracterizados por los estados de la atmósfera y la evolución del tiempo, en el curso de un periodo suficientemente largo y en un dominio espacial determinado (Rodríguez Ayala, 2014).

Según (Linés Escardó, 2010) “el clima es el conjunto de condiciones atmosféricas caracterizado por los estados y la evolución del tiempo, en el curso de un periodo suficientemente largo y en un dominio espacial determinado”.

### **2.17.2 Precipitación**

Se define “precipitación a toda forma de humedad, que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie terrestre. De acuerdo con esta definición, las lluvias, las granizadas, las garuas y las nevadas son formas distintas del mismo fenómeno de la precipitación” (Gamarra Aronés, 2016).

### **2.17.3 Escorrentía superficial**

La escorrentía superficial en problemas de drenaje, y particularmente en problemas de drenaje vial, parte del hecho desde el punto de vista conservador de que las cuencas hidrográficas se encuentran húmedas cuando acontece el aguacero de diseño, de tal manera que la intercepción y detención superficial ya han sido copadas por lluvias previas, y el único elemento que descuenta agua de la precipitación es el proceso de infiltración (Ministerio de Transporte de Colombia, 2009).

### **3 CAPÍTULO III – DISEÑO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Tipo de Investigación**

Este tipo de investigación es de carácter descriptivo y explicativo. Es descriptivo porque se enfoca en caracterizar las afectaciones ocasionadas por el movimiento en masa y la eficiencia de las soluciones implementadas, detallando las características de la zona a través de los informes técnicos y visitas en campo. Por otro lado, es explicativo porque busca comprender y analizar las causas de las afectaciones generadas en dicha zona, mediante la interpretación del desarrollo de los eventos y evaluación de por qué las soluciones implementadas han resultado eficaces o no.

#### **3.2 Diseño de la Investigación**

El diseño de la presente investigación es no experimental y longitudinal. Se considera no experimental porque no se manipulan las variables estudiadas, sino que se analizan las afectaciones y soluciones implementadas a partir de los informes técnicos y visitas de campo. Es longitudinal debido a que realizamos comparaciones temporales del sitio a lo largo del tiempo mediante imágenes satelitales. A partir de ello, es posible identificar los cambios más significativos y evaluar la efectividad de las intervenciones aplicadas.

#### **3.3 Enfoque de la Investigación**

Esta investigación cuenta con un enfoque mixto, con predominio del análisis cualitativo. El enfoque cualitativo se da a partir de la interpretación de los informes técnicos, la observación directa en campo y el análisis de evidencia fotográfica. Por su parte el enfoque cuantitativo se aplica de manera complementaria mediante el análisis de registros pluviométricos, los cuales permiten evaluar la incidencia de la etapa invernal en la reactivación del proceso de inestabilidad.

### **3.4 Población y Muestra**

La población de estudio corresponde al tramo de la vía afectado por la inestabilidad del talud ubicado en el sector Pueblo Nuevo entre las abscisas 44 + 940 hasta 45 + 040, considerando tanto el área directamente afectada como su zona de influencia inmediata. La muestra es conformada por la documentación técnica, las imágenes satelitales y los puntos de observación seleccionados en campo, definidos por su nivel de afectación, accesibilidad y relevancia para el análisis del fenómeno. Esto nos permite obtener información representativa de la evolución del deslizamiento y de la efectividad de las intervenciones aplicadas.

### **3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Las técnicas empleadas para la recolección de datos incluyeron la observación directa en campo, el análisis de documentación técnica, el registro fotográfico y registros pluviométricos de estaciones meteorológicas de la Provincia de Manabí. Durante la visita técnica se realizó una inspección visual detallada tanto del talud afectado, el tramo vial y de la quebrada, documentando las condiciones morfológicas, e hidráulicas presentes. La información recopilada permite analizar la incidencia de cada uno de estos factores para comprender el proceso de inestabilidad que afecta a la zona de estudio.

### **3.6 Observación en campo**

Durante la visita realizada in situ se efectuó un registro detallado de las afectaciones del talud y del tramo vial que comprende Pimpiguasí - Junín - Calceta, a la altura de Pueblo Nuevo abscisas 44 + 940 hasta 45 + 040, mediante inspección visual y toma de notas técnicas en el recorrido. En el cual se apreciaron ciertos aspectos como:

- Estado del terraceo y las condiciones de estabilidad
- Funcionamiento del canal existente y las fallas que presenta

- Se evidenció un movimiento del talud hacia el eje de la vía
- Presencia de agua subterránea
- Erosión generada por la quebrada continua
- Existencia de taludes inestables y zonas con material suelto
- Asentamiento progresivo en la vía
- Zonas de cambio de vegetación natural por cultivos de ciclo corto

### **3.7 Procedimiento de la investigación**

El procedimiento de la investigación se realizó mediante varias etapas que garantizan la obtención y organización de la información recopilada. Cuyas fases desarrolladas fueron:

1. Planificación del estudio: Definición de la problemática, delimitar el área de estudio y establecer los objetivos metodológicos.
2. Revisión de la documentación técnica: Análisis de informes y estudios previos realizados.
3. Trabajo de campo: Inspección visual del talud, vía y la quebrada.
4. Levantamiento de evidencias: Obtención de fotografías y notas descriptivas de campo, recopilación de imágenes satelitales evaluando la evolución a través del tiempo.
5. Análisis de las condiciones climáticas: Recopilación de precipitaciones mensuales a través de la página del INAHMI.
6. Clasificación de la información: Organización de los datos obtenidos en campo, así como de la información recopilada a través de los informes técnico, para estructurar una base de análisis coherente.
7. Interpretación de los hallazgos: Análisis preliminar sobre los hallazgos observados para su posterior análisis formal en capítulo correspondiente

## 4 CAPÍTULO IV – RESULTADOS Y ANALISIS

### 4.1 Área de estudio

El área estudiada esta entre las abscisas 44+940 hasta 45+040, ubicado a la altura de Pueblo Nuevo, por la carretera que conecta Pimpiguasi – Junín – Chone



**Figura 13.** Área de estudio - Vía Pimpiguasi - Junín – Chone

*Nota. Imagen obtenida de Google Earth*

### 4.2 Resultado de la observación del trabajo de campo

En la inspección técnica realizada en campo, fueron identificados varios aspectos que describen el estado actual de la zona de estudio, lo cual, provee información importante para el diagnóstico, a partir de las condiciones iniciales en las que se encontraba esta obra, al momento de su operación.

#### 4.2.1 Estado del terraceo

En el punto central del deslizamiento traslacional, el método constructivo aplicado “terraceo” se encuentra en excelentes condiciones, sin evidencias de deformaciones

mayores no solo en el punto de estudio sino en toda la longitud que abarca esta solución constructiva, su funcionalidad es óptima, pero puede verse afectada por otros factores del entorno.



**Figura 14.** *Terraceo del talud superior de la vía en óptimas condiciones*

*Nota.* Elaboración propia

#### **4.2.2 Fallos del sistema hidráulico**

Actualmente el sistema de drenaje presenta un deterioro significativo y no cumple con su función, tal como se observó la caja de revisión bastante dañada, sumado a la acumulación de escombros y sedimentos, separación de juntas y tramos en las cunetas debido al movimiento en masa, lo que ocasiona la infiltración de agua hacia el talud donde se está evidenciando la afectación principal.



**Figura 15.** *Cunetas, drenaje lateral de la vía (2015)*

*Nota.* Elaboración propia



**Figura 15.** *Cunetas, drenaje lateral de la vía cubierto de vegetación (2025)*

*Nota.* Elaboración propia



**Figura 16.** Junta de cuneta separada (2025)

*Nota.* Elaboración propia



**Figura 17.** Drenaje lateral de la vía, fíjese el bordillo desplazado

*Nota.* Elaboración propia

### 4.2.3 Movimientos del talud hacia la vía

Se evidenció que hay presencia de desplazamientos del terreno hacia el eje de la vía, lo cual refleja que aún hay actividad en el proceso de desplazamiento, siendo la época de lluvias donde se provoca mayores probabilidades de darse este fenómeno al arrastrar material del suelo y aumentar el nivel freático.



**Figura 18.** Desplazamiento del eje de la vía hacia el talud

*Nota.* Elaboración propia

### 4.2.4 Presencia de Agua subterránea

Durante la inspección en campo se identificaron zonas con humedad, cerca de la quebrada ubicada en el terraplén de la vía. Estas condiciones evidencian la posible presencia de agua subterránea, lo cual estaría contribuyendo a la inestabilidad del talud.



**Figura 19.** Área de talud con leve presencia de movimiento en suelo (2022)

*Nota. Imagen obtenida de Google Earth*



**Figura 20.** Área de talud de la vía, proceso de pérdida de masa de suelo (2024).

*Nota. Imagen obtenida de Google Earth*

#### 4.2.5 Erosión del talud

La quebrada ubicada al pie del terraplén continúa erosionando la base, debido a varios factores como la época de lluvias y las plantaciones producto de la producción agrícola que se evidencia en el cauce natural, lo cual provoca pérdida de soporte y equilibrio de la estructura que conforma el talud y, por ende, da paso a que se genere un deslizamiento traslacional y la aparición de grietas como se pudo evidenciar en la zona de estudio.



**Figura 21.** *Grietas en el talud de la vía*

*Nota: Elaboración propia*



**Figura 22.** Grietas en el talud de la vía

*Nota.* Elaboración propia

#### 4.2.6 Zonas del talud inestables

Se observaron áreas del talud con ciertos tipos de inclinaciones no seguras “inestables”, lo cuales requieren intervención con obras de estabilización, así mismo se muestra el cambio manifestado en el talud desde su construcción a la actualidad.



**Figura 23.** Condiciones del talud de la vía (2015)

*Nota.* Obtenido de Google Earth



**Figura 24.** *Inestabilidad del talud de la vía (2025)*

*Nota.* Elaboración propia

#### **4.2.7 Asentamiento en la vía**

El tramo vial donde se realizó la investigación de campo presenta un asentamiento aproximado de 40 cm, evidenciado por el desnivel del pavimento y la pérdida de material granular. Esta condición, señala un proceso de hundimiento progresivo el cual podría incrementar (temporada invernal) si no se intervienen los factores que inciden en la estabilidad de la zona de estudio.



**Figura 25.** *Asentamiento del talud y pérdida de material*

*Nota.* Elaboración propia

#### **4.2.8 Modificación de la cobertura vegetal**

Se observaron ciertos sectores del talud los cuales han sido modificados para actividades agrícolas, lo cual evidencia el remplazo parcial de la cobertura vegetal original por cultivos de ciclo corto. Estos sectores presentan una menor cobertura que las zonas no intervenidas, lo que deja el terreno expuesto a la acción de la escorrentía superficial durante la etapa invernal.



**Figura 26.** *Producción agrícola en el talud de la vía*

*Nota. Elaboración propia*



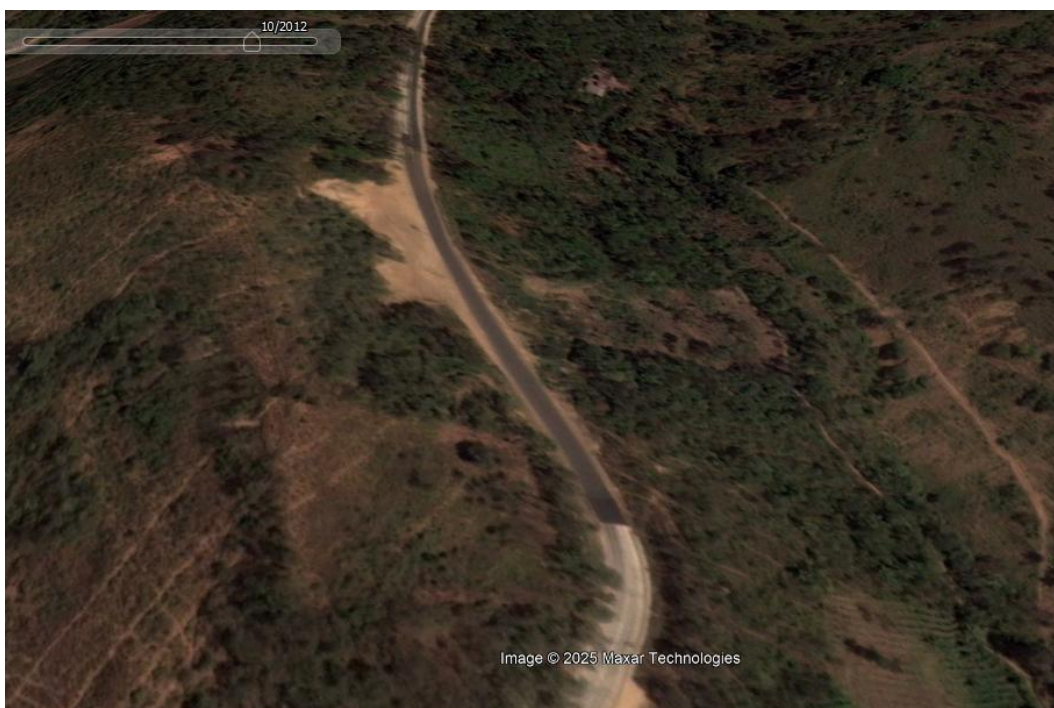
**Figura 27.** *Producción agrícola en cauce natural de la quebrada*

*Nota. Elaboración propia*

### 4.3 Evolución histórica del deslizamiento

Se presenta un histórico de los acontecimientos en la zona donde se realizó la investigación. Abarca desde el año 2012 hasta el 2025, justamente donde existe información técnica de los estudios realizados y las medidas tomadas, hasta el presente año en conjunto con observación en campo.

En el informe elaborado en el año 2012 se llevaron a cabo estudios geológicos geotécnicos en el tramo vial afectado por la etapa invernal, con el fin de evaluar las problemáticas derivadas de las condiciones climáticas y de otros factores condicionantes. Como resultado de estos estudios, fueron identificados ocurrencia de procesos de inestabilidad del terreno, es decir, movimientos en masa del tipo deslizamiento rotacional. De acuerdo con esto, se plantearon soluciones técnicas orientadas a la mitigación y estabilización del área afectada.



**Figura 28.** *Vía Pimpiguasi - Junín - Calceta. Año (2012)*

*Nota.* Imagen obtenida de *Google Earth* (2012). © Google.

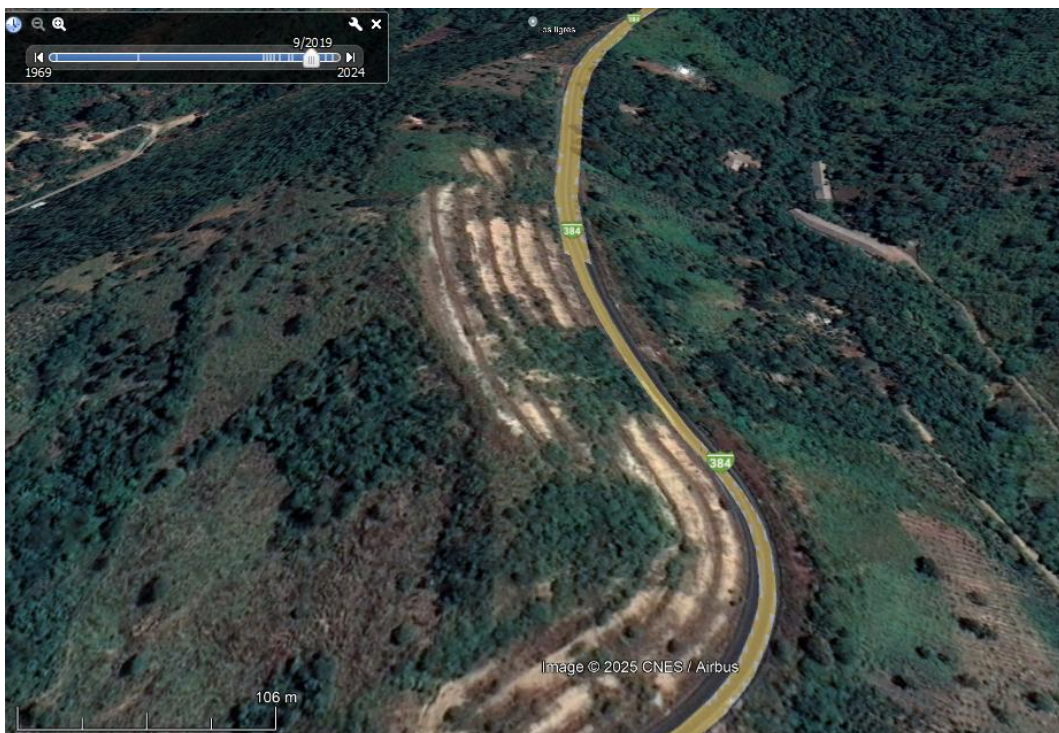
Año 2015, como se muestra en la figura 29, las soluciones propuestas fueron ejecutadas, podemos identificar el talud conformado por el método constructivo “terraceo”, no existen indicios de haber sufrido mayores cambios en tres años, es decir, se encuentra en óptimas condiciones. Según el uso previsto, el sistema de drenes, donde es notorio el drenaje construido alado del talud de la vía (línea color rojo) en dirección de la quebrada, no presenta alteraciones significativas. Sin embargo, se evidencia la presencia de actividad agrícola en la zona inferior del terraplén que forma la carretera, suponiendo avance hacia la vía con el tiempo, lo que podría provocar deslizamientos y grietas debido a la erosión del suelo provocada por esta actividad y el agua de escorrentía que se desliza durante la época de lluvias, aumento del nivel freático, provocando el arrastre del material que conforma el suelo.



**Figura 29.** Vía Pimpiguasi - Junín - Calceta. Año (2015)

*Nota.* Imagen obtenida de *Google Earth* (2015). © Google.

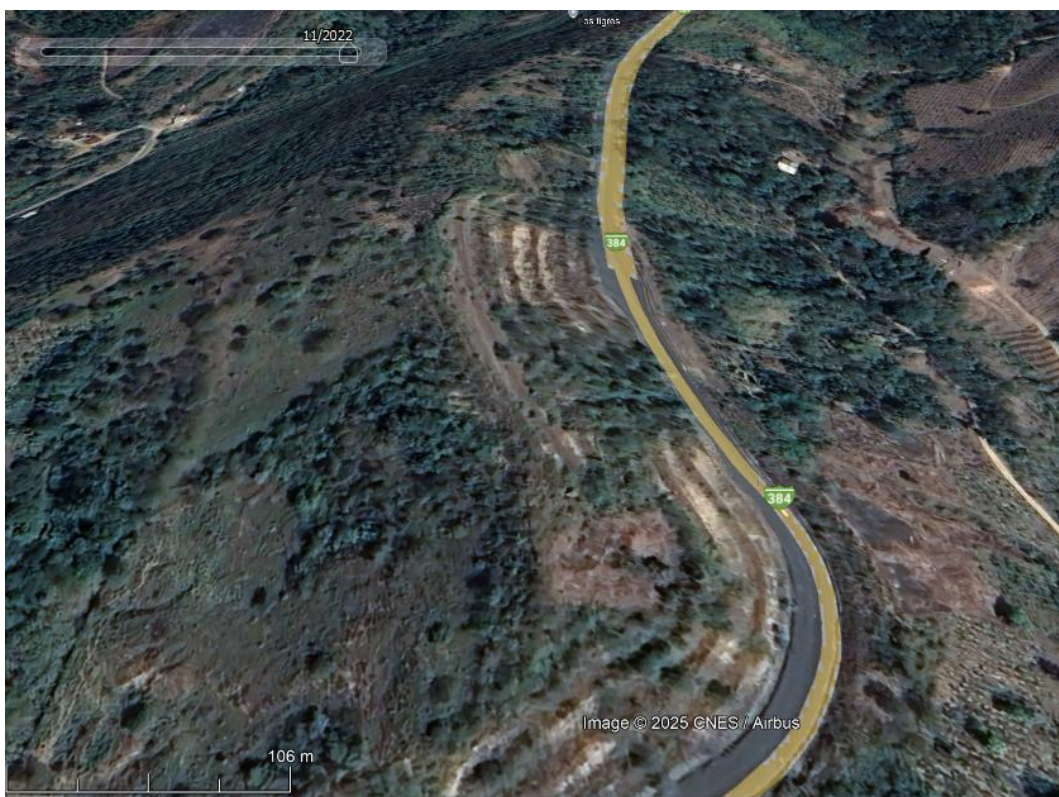
Año 2019, en la figura 30, verificamos la estructura que corresponde al terraceo del talud superior, se mantiene en excelentes condiciones, con presencia de vegetación en lo que constituye su estructura a causa de las lluvias y el paso del tiempo, lo que contribuye al fortalecimiento del equilibrio y la estabilidad de esta obra. No obstante, se identifican alteraciones notorias es en el sistema de drenaje, no existe una apreciación visual clara de esta obra debido al crecimiento de vegetación en el sitio y deslizamiento traslacional del talud. Incremento de la actividad agrícola en la zona que comprende el cauce natural de la quebrada provocando en época de lluvias la erosión del suelo y agrietamientos, principalmente, afectación al funcionamiento del drenaje de la quebrada, lo ideal es que el cauce natural se encuentre libre de vegetación producto de esta actividad, para la correcta evacuación del agua de escorrentía de la época de lluvias.



**Figura 30.** *Vía Pimpiguasi - Junín - Calceta. Año (2019)*

*Nota.* Imagen obtenida de *Google Earth* (2019). © Google.

Año 2022, en la figura 31, el método constructivo de terraceo se encuentra recubierto de vegetación, es decir, un crecimiento notable de plantas nativas, no obstante, su funcionamiento sigue siendo óptimo. Aumento del crecimiento agrícola hacia el talud de la vía, convirtiéndose en una de las principales causas que ocasiona problemas, es decir, continúa generando erosión del suelo en la época invernal, por este motivo, se genera una afectación en la estabilidad del talud de la vía provocando que continúe asentándose año tras año, lo que, hoy en día es bastante notorio.

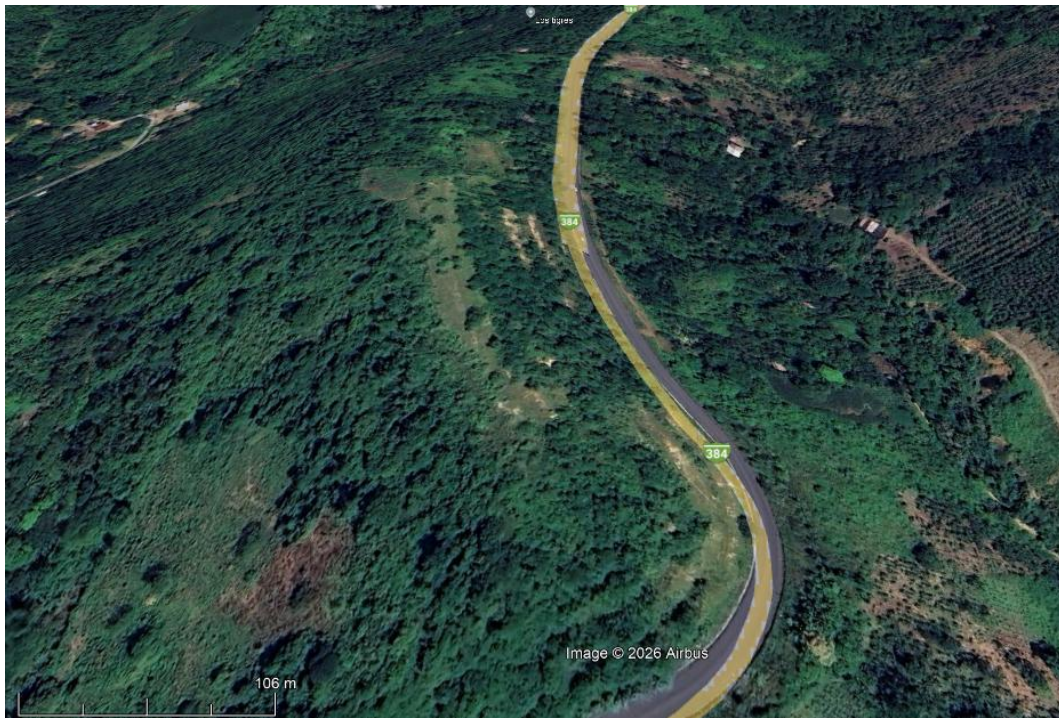


**Figura 31.** Vía Pimpiguasi - Junín - Calceta. Año (2022)

*Nota.* Imagen obtenida de *Google Earth* (2022). © Google.

En el año 2025, el crecimiento agrícola de la zona ha llegado a su punto más alto, evidencia de esto es la exuberante vegetación que se puede observar en la figura 32, el drenaje que desemboca hacia la quebrada no existe a simple vista, a causa del asentamiento que se evidencia en el talud de la vía, se cree que este no está funcionando

como es debido, por lo que, en la etapa invernal de cada año, continúa asentándose parte del talud de la vía, lo que ocasiona un peligro serio para los vehículos que transitan por esta vía.



**Figura 32.** *Vía Pimpiguasi - Junín - Calceta. Año (2025)*

*Nota.* Imagen obtenida de *Google Earth* (2024). © Google.

#### **4.4 Análisis de las causas del deslizamiento traslacional**

Una vez recopilada la información proveniente de informes técnicos, la inspección en campo y las imágenes satelitales, fue posible identificar los principales factores que contribuyeron a la inestabilidad del talud en la zona de estudio. A continuación, presentamos las más relevantes:

##### **4.4.1 Incremento de las precipitaciones**

El incremento de las precipitaciones ha sido un factor determinante en el comportamiento e inestabilidad de los taludes del sector Pueblo Nuevo. Durante la etapa

invernal en los primeros meses del año 2012 se registraron los primeros problemas significativos de inestabilidad, asociados a lluvias de elevada intensidad.

De acuerdo con los registros pluviométricos de la estación meteorológica ESPAM MFL – Calceta, los meses de febrero y marzo presentaron las mayores precipitaciones, con parámetros de 474 mm y 390 mm de precipitación acumulada y una precipitación máxima diaria de 52,2 mm y 75,5 mm respectivamente. (López, García, & Arteaga, 2021)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Media	± Error estándar
Enero	323	268	210	107	254	368	72	200	81	209	35,28
Febrero	474	164	200	209	337	372	370	300	233	296	33,91
Marzo	390	372	160	146	119	316	162	199	111	219	36,59
Abril	152	111	56	166	161	115	65	75	101	111	13,83
Mayo	167	16	81	134	12	98	28	94	31	73	18,45
Junio	84	3	27	57	7	27	1	43	5	28	9,49
Julio	7	1	2	61	0	0	3	10	9	10	6,41
Agosto	0	1	2	3	1	7	0	0	0	1	0,73
Septiembre	0	0	0	0	14	1	0	1	0	2	1,53
Octubre	1	4	13	8	0	13	4	0	9	6	1,72
Noviembre	5	1	0	3	0	0	3	6	0	2	0,77
Diciembre	36	22	25	100	5	23	75	31	46	40	9,91
Precipitación anual	1639	962	777	993	910	1339	783	959	624	998	105,96

**Figura 33.** *Tabla de precipitaciones por año*

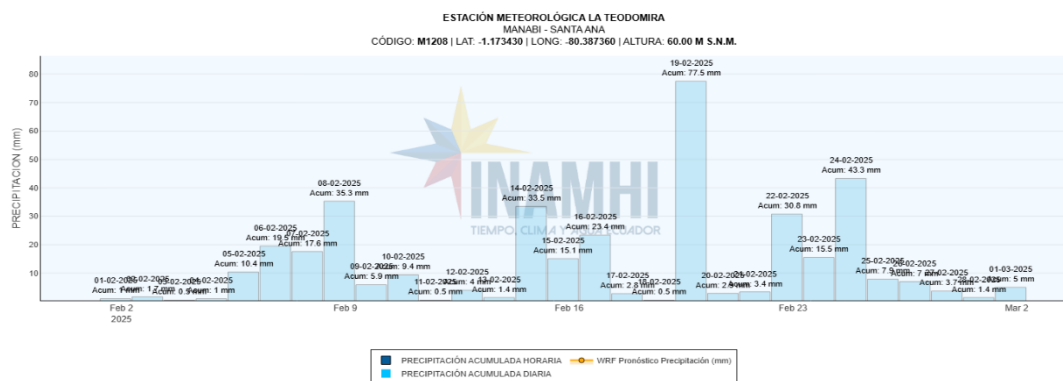
*Nota.* Imagen obtenida de Análisis Estadístico climáticos históricos de la SPAM MFL

De manera similar, durante la etapa invernal reciente se registraron precipitaciones con altas intensidades que contribuyeron a la reactivación del proceso de inestabilidad. Según con los registros de la estación meteorológica la Teodomira (M1208), el 19 de febrero se dio una de las mayores precipitaciones la cual fue de 77,5 mm de lluvia acumulada en un solo día, lo cual es considerado como lluvias muy fuertes, capaz de generar una saturación acelerada en el suelo y escorrentía superficial significativa.

En el mes se registró un acumulado total significativo de 381,9 mm, valor considerablemente mayor al mes más lluvioso del año anterior, que fue el mes de abril con una precipitación total de 68,5 mm. Esto evidencia un claro aumento pluviométrico

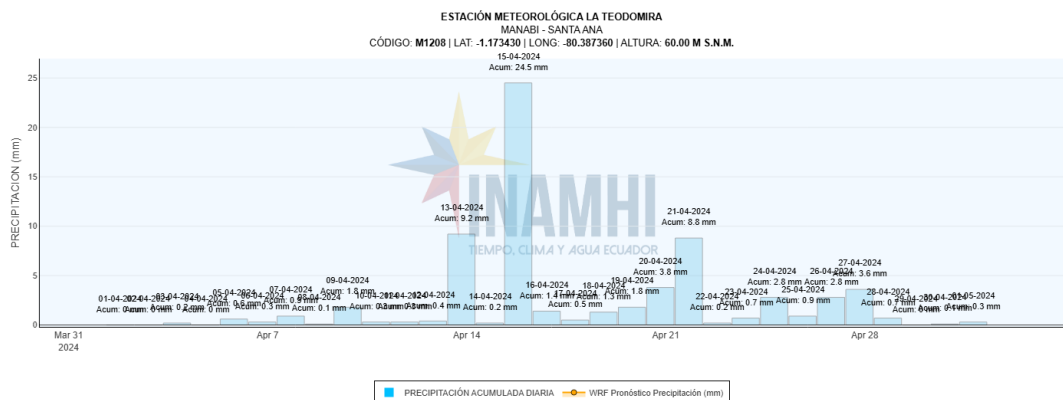
entre los distintos periodos, lo que indica que la etapa invernal del 2025 presento condiciones más extremas de las habituales vistas en años anteriores. Lo cual provoco:

- La saturación del terreno y aumento del nivel freático, reduciendo la resistencia de los materiales del talud
- El ingreso de agua a través del sistema de drenaje lateral de la vía, el cuál debido a su falta de mantenimiento se encontraba en condiciones propias para no cumplir correctamente su función y generar problemas.
- Aumento del peso propio del suelo, incrementando los esfuerzos y ocasionando el desplazamiento progresivo del terreno hacia la vía.



**Figura 34.** Precipitación de febrero del 2025. SANTA ANA - MANABÍ

Nota. Imagen obtenida del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)



**Figura 35.** Precipitación de abril del 2024. SANTA ANA - MANABÍ

Nota. Imagen obtenida del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

#### **4.4.2 Infiltración y falta de conducción de las aguas**

Una de las principales causas que contribuyen a la generación y reactivación del deslizamiento se da por que el deterioro del canal de drenaje superficial identificado durante la inspección de campo. Este sistema no cumple adecuadamente con su función de conducción de aguas, lo cual favorece la infiltración del agua de escorrentía hacia el interior del talud.

Esta condición ha provocado la saturación progresiva de las capas del suelo, aumentando el nivel freático, la pérdida de resistencia al corte del material. Ocasionado que se acelere el proceso de deformación del talud durante épocas de precipitaciones intensas.

#### **4.4.3 Presencia de agua Subterránea**

La presencia de agua subterránea en la zona de estudio constituye una de las causas que da paso a la reactivación del deslizamiento. Durante la inspección realizada se identificaron zonas con humedad y materiales con signos de saturación, lo que refleja condiciones hidrogeológicas desfavorables para la estabilidad del talud.

Estas observaciones se encuentran respaldadas por los estudios geotécnicos realizados en la zona de estudio durante la etapa invernal del 2012, en estos se indican la existencia de agua subterránea y variaciones estacionales del nivel freático. La presencia de agua en el terreno incrementa las presiones de poro y, debido a que el talud está conformado por materiales cohesivos, se produce una reducción en la resistencia efectiva al corte, favoreciendo al desarrollo y mantenimiento del proceso de inestabilidad. (cita análisis de estabilidad)

#### **4.4.4 Erosión de la quebrada**

La quebrada en la que se descargan las aguas lluvias de la vía corresponde a un cauce natural, el cual presenta un proceso erosivo que erosiona el talud colindante a este cuerpo de agua, el cual contribuye al proceso de inestabilidad del área de estudio. El flujo continuo de agua que se produce durante la etapa invernal ha generado una socavación progresiva del material en la base del talud, reduciendo su soporte natural.

Esta condición provoca un incremento de los esfuerzos cortantes lo cual favorece el desplazamiento del terreno hacia la vía. Estos aspectos, así como la infiltración de agua y la saturación del suelo, ocasionan el desarrollo y mantenimiento del movimiento generado en el talud.

#### **4.4.5 Modificación de la cobertura vegetal**

La alteración de la cobertura vegetal para actividades agrícolas es una de las causas que contribuyen al proceso de inestabilidad del talud. El reemplazo parcial de la vegetación natural por cultivos de ciclo corto reduce la protección del suelo, pues este tipo de utilización del terreno no aporta un sistema radicular profundo ni permanente que contribuya a la contención del material.

Esta condición favorece la erosión superficial y la pérdida progresiva del suelo durante épocas de precipitación, lo cual afecta negativamente la estabilidad del talud e incide en la reactivación del desplazamiento.

#### **4.5 Evaluación de las soluciones que se implementaron**

En base a los problemas de inestabilidad identificados en el sector Pueblo Nuevo, se han implementado a lo largo del tiempo diversas soluciones orientadas principalmente al control del agua, la reducción de la erosión y la mejora de la estabilidad del talud. En

este apartado se evaluará como se encuentra actualmente el sector, así como la efectividad de dichas intervenciones, considerando la revisión de la documentación técnica, las observaciones efectuadas en campo y el comportamiento reciente del deslizamiento.

#### **4.5.1 Obras de drenaje superficial**

Se implementaron obras de drenaje superficial con el objetivo de conducir adecuadamente las aguas de escorrentía y evitar la infiltración hacia el interior del talud. Sin embargo, la inspección de campo reveló que el canal superior que conduce hacia el dren que desemboca en el cauce natural de la quebrada se encuentra significativamente deteriorado, lo cual impide que cumpla eficazmente su función hidráulica.

La falta de mantenimiento y el deterioro estructural del canal han permitido el ingreso de agua al talud, lo que ha generado el aumento del nivel freático favoreciendo los procesos de saturación del suelo. Por lo tanto, esta solución muestra una efectividad parcial, ya que, si bien fue correctamente concebida desde el punto de vista técnico, su estado actual limita su desempeño y contribuye indirectamente a la reactivación del proceso de inestabilidad.

#### **4.5.2 Sistemas drenaje subterráneo (drenes)**

Los sistemas de drenajes subterráneos fueron diseñados para reducir las presiones de poro y regular el incremento del nivel freático en el interior del talud. Según los informes técnicos revisados, se implementaron estos drenes como acción correctiva después de que ocurrieron los primeros episodios de inestabilidad durante etapas invernales anteriores. Durante la inspección de campo no fue posible identificar visualmente la salida o trazado de estos drenes.

La no visualización de los drenes podría estar asociada al colapso por material suelto, o la falta de mantenimiento a lo largo del tiempo. Esta situación limita la capacidad

de evaluar su estado funcional. Sin embargo, la presencia de agua en el talud y la humedad persistente apuntan a que el sistema de drenaje subterráneo no funciona de manera óptima, particularmente durante eventos de precipitación intensa.

#### **4.5.3 Terraceo y conformación del talud**

El terraceo implementado en el punto central del deslizamiento desde un punto de vista estructural se encuentra en condiciones aceptables, sin signos de deformaciones o fallas significativas. Esta solución ha contribuido a reducir la pendiente del talud y a su vez a mejorar la estabilidad geométrica.

No obstante, su funcionalidad se ve limitada por los siguientes factores: el agua subterránea, la infiltración proveniente del drenaje superficial y la erosión activa en el talud, los cuales reducen su efectividad global.

#### **4.5.4 Control de erosión en la quebrada y cobertura vegetal**

La quebrada ubicada al pie del talud constituye un factor crucial para que el sector mantenga su estabilidad, debido a que capta las aguas lluvias de la vía y presenta un proceso de erosión activa que afecta directamente la base del talud. Aunque se reconocen intervenciones enfocadas en controlar el proceso de erosión, estas resultan ineficientes para contrarrestar la socavación progresiva del material durante la etapa invernal.

Adicionalmente, se constató que la cobertura vegetal en el área de estudio es discontinua, especialmente en sectores críticos del talud. En distintas áreas, la vegetación original ha sido modificada o reemplazada por áreas destinadas a cultivos, lo cual reduce la protección natural del suelo frente a la erosión superficial y potencia el desplazamiento del material.

La falta de una cobertura vegetal apropiada, además del flujo constante de agua y la carencia de obras protectoras efectivas en la quebrada, reduce el soporte natural del talud y la habilidad del cauce para disipar energía. Estas condiciones limitan la efectividad de las soluciones de estabilización y contribuyen al proceso de inestabilidad.

#### **4.6 Comparación entre el área de estudio y tramo vial afectado en 2012**

Producto de la temporada invernal el Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP realizó una intervención para recuperar la vía afectada que conecta Pimpiguasi - Junín - Calceta – Chone, a la altura de Pueblo Nuevo donde se presentó un deslizamiento que causó afectación en la vía.

El tipo de vegetación de ciclo corto son potenciales causantes de la erosión del talud y posterior deslizamiento, como se muestra en la figura 36.



**Figura 36.** *Presencia de vegetación de ciclo corto en zona de deslizamiento*

*Nota.* Elaboración propia

Se constató que las soluciones de estabilización implementadas en la zona donde se presentó el deslizamiento no presentan mayores problemas, es decir, el comportamiento ha sido favorable y por ende resultados satisfactorios. No obstante, en la zona de estudio adyacente, a pesar de presentar las mismas medidas de intervención, el desempeño presentado ha sido desfavorable, manifestándose inestabilidad en el talud de la vía.

#### **4.7 Soluciones de estabilización aplicables al área de estudio**

A partir del análisis realizado de las condiciones actuales del talud, la identificación de las causas que originan su inestabilidad y la evaluación de las medidas ejecutadas en años anteriores, se determinaron posibles soluciones técnicas aplicables al área de estudio, con el fin de mitigar la reactivación del deslizamiento y mejorar la estabilidad del talud.

- En primer lugar, para el control de la inestabilidad del talud, se plantea la mejora y rehabilitación del sistema de drenaje superficial y subterráneo, debido a que el manejo inadecuado de las aguas es un factor determinante que influye en la reactivación del deslizamiento. En esta solución se contempla la limpieza, mantenimiento y, de ser necesario, la reubicación de cunetas y obras de drenaje existentes, así como la implementación de drenes subhorizontales o drenes profundos que permitan la reducción de poros y controlar la saturación del suelo en la etapa invernal
- Para el control de erosión en la quebrada, orientada a reducir la socavación en la base del talud, se plantea un control del proceso erosivo en la quebrada que recibe las aguas de escorrentía de la vía, a través de la protección de su cauce y de los taludes colindantes. Estas medidas comprenden la conformación y estabilización de taludes, además de la implementación de elementos de protección y disipación

de energía, cuya finalidad es reducir la pérdida de material y preservar el soporte natural del talud.

- Otra solución que se plantea es la recuperación y manejo adecuado de la cobertura vegetal en los sectores críticos del talud, priorizando la revegetación con especies con raíces profundas que sean aptas para las condiciones locales. Esta solución consiste en mejorar la cohesión superficial del terreno y disminuir los procesos de erosión asociados a la escorrentía. Además, se determina que es necesario regular la utilización del suelo en zonas inestables, limitando la expansión de cultivos de ciclo corto que modifican las condiciones naturales del terreno y favorecen la infiltración del agua.
- También se considera necesario la recuperación de la zona de la calzada que presenta asentamientos diferenciales a causa del movimiento del talud. La recuperación de la vía contempla la excavación del material afectado, la mejora del suelo de fundación mediante material seleccionado o técnicas de estabilización, y la posterior reconstrucción de la estructura del pavimento.
- Finalmente, se establece una solución complementaria la cual consiste en un programa de monitoreo y mantenimiento periódico, orientado a evaluar el comportamiento del talud y garantizar el funcionamiento adecuado de las obras de estabilización, especialmente durante la etapa invernal. Con el objetivo de detectar a tiempo posibles reactivaciones y aplicar sus medidas correctivas apropiadas.

## 4.8 Conclusiones y Recomendaciones

### 4.8.1 Conclusiones

- El tramo de la vía Chone-Junín-Pimpiguasi, comprendido entre las abscisas 44+940 hasta 45+040, presenta un proceso activo de inestabilidad del talud inferior, evidenciado a través de deformaciones del terreno, desplazamientos hacia la vía, daños en la estructura del pavimento, los cuales se presentan durante la etapa invernal.
- Las principales causas que originan la inestabilidad del talud están asociadas a la infiltración del agua, debido al deterioro del sistema de drenaje, la presencia de agua subterránea, la erosión activa en la quebrada y la ausencia de cobertura vegetal adecuada. Estas circunstancias favorecen a la saturación de los materiales del talud, los cuales presentan un comportamiento cohesivo, disminuyendo su resistencia efectiva al corte, lo cual facilita la reactivación del deslizamiento traslacional, así como el desplazamiento del material hacia la vía
- Un factor detonante clave del deslizamiento traslacional corresponde a los eventos de lluvias intensas los cuales se evidencian tanto en el análisis de los registros de precipitaciones, como en los antecedentes históricos del área de estudio. Estos eventos confirman la influencia directa del régimen pluviométrico en la reactivación del proceso de inestabilidad, al favorecer la saturación del terreno y el incremento en las presiones de poro.
- La evaluación de las soluciones de estabilización implementadas en el área de estudio demuestran que estas no han sido suficientes para controlar el proceso de inestabilidad en el talud inferior, debido a condiciones desfavorables asociadas al manejo del agua, la erosión y la saturación del terreno, las cuales se ven agravadas por falta de mantenimiento adecuado, modificación del terreno con fines

agrícolas, que alteran la cobertura vegetal original, así como las condiciones del suelo. En contraste con sectores cercanos de la vía que también fueron intervenidos, donde el terreno no sufrió alteraciones significativas y las medidas han mostrado un mejor desempeño.

- A partir del análisis de las condiciones actuales del talud y de la evaluación de las medidas ejecutada en años anteriores, se establecieron propuestas técnicas orientadas a mejorar la estabilidad de la zona de estudio, las cuales se desarrollan en el capítulo 4, en el apartado correspondiente a las soluciones de estabilización.

#### 4.8.2 Recomendaciones

- Se recomienda que las medidas de estabilización propuestas, relacionadas al drenaje, control de la erosión, recuperación de la cobertura vegetal y la estabilización del talud, se ejecuten de manera integral y no de forma aislada, priorizando el manejo y control del agua como elemento fundamental para la reducción de la inestabilidad del talud.
- La implementación de un sistema de captación, conducción y encausamiento de las aguas de escorrentía superficial generadas en la vía que conecta Pimpiguasi – Junín – Chone, a la altura de Pueblo Nuevo, entre las abscisas 44+940 Y 45+040, con el fin de evitar procesos erosivos del talud y de esta forma, reducir los factores de inestabilidad que originan Movimientos en Masa. Este sistema deberá captar adecuadamente el agua proveniente de las precipitaciones mediante cunetas y canales de coronación, conduciéndola de manera controlada hacia un cuerpo receptor natural como “la quebrada” ubicada en el área de estudio.
- Establecer un plan de monitoreo y mantenimiento periódico tanto de la zona de estudio como de las obras de estabilización existentes, con el fin de supervisar el comportamiento del talud, y garantizar el correcto funcionamiento de cunetas, sistemas de drenaje, y elementos de control de erosión, especialmente en la época invernal.
- Se recomienda regular el uso del suelo en las zonas críticas del talud para evitar la expansión de actividades agrícolas sobre áreas inestables, esto debido a que estas actividades modifican las condiciones naturales del terreno, favoreciendo los procesos de erosión e infiltración del agua.

## 5 Bibliografía

- Aguirre Herrera, M. V., & Chávez Moncayo, M. Á. (2009). *Susceptibilidad al deslizamiento de los suelos y rocas, Provincia de Manabí, Ecuador*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/149/1/183.pdf>
- Anyelo Jhon Soto, J. (2011). *Protección y Estabilidad de Taludes para evitar Deslizamientos*. Valdivia: Universidad Austral de Chile.
- Aranda Jiménez, Y., Suarez Domínguez, E., & García Izaguirre, V. (2015). *Pro Terra*. Obtenido de Análisis de la estabilidad de arcillas de alta plasticidad por medio de la dimensión fractal : <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6085974.pdf>
- AventurasGeológicas. (2018). *Deslizamientos rotacionales*. Obtenido de Blog de Geología: <https://www.aventurasgeologicas.com/2018/04/deslizamientos-rotacionales-un-caso-de.html>
- Cabrera Bustos, C. D., & Dutan Sanango, I. M. (2021). *Alternativas de diseño de estabilización de taludez (Terraceo y soil Nailing) tomando en cuenta los costos de movimientos de tierra en función de la distancia de escombreras*. Guayaquil - Ecuador: Escuela Superior Politécnica del litoral .
- De Matteis, Á. (2003). *Geología y Geotecnia*. Rosario, Argentina: Academia.edu. Obtenido de Geología y Geotecnia.
- Eird.org*. (s.f.). Obtenido de *Eird.org*: <https://www.eird.org/deslizamientos/pdf/spa/doc14987/doc14987-2a.pdf>
- Gamarra Aronés, L. (2016). *Evaluación de los recursos hídricos en la sub cuenca de Huayllapampa - Quinua*. Ayacucho - Perú: Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga.

- González de Vallejo, L. (2006). *Ingeniería Geológica, Deslizamientos y movimientos de terreno*. Madrid, España: Pearson Educación.
- Hermenejildo , A., & Proaño Cadena, G. (2010). *dspace.ESPOL*. Obtenido de Caracterización básica de la limolita : <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10049/1/Caracterizaci%C3%B3n%20b%C3%A1sica%20de%20la%20limolita%20como%20material%20puzol%C3%A1nico.pdf>
- Highland, L. (2008). *The Landslide Handbook - A Guide to Understanding*. Reston, Virginia: U. S. Geological Survey.
- Linés Escardó, A. (2010). Clima y Cambio Climático. *RAM*, 1.
- López Castillo, E. L. (2015). *Repositorio.USAC*. Obtenido de Repositorio.USAC: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/3565/1/Edgar%20Leonardo%20Alfonso%20L%C3%B3pez%20Castillo.pdf>
- López, C. S., García, G. C., & Arteaga, A. G. (2021). Análisis Estadístico de los datos climáticos históricos de la SPAM MFL. *researchgate*, 3-4.
- Ministerio de Transporte de Colombia. (2009). *Manual de drenaje para Carreteras*. Colombia: Instituto Nacional de vías.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2012). *Estudio de los deslizamientos en el cerro de Junín* .
- Montero, J. (2003). Riesgos de origen geológico y geomorfológico: deslizamientos de tierras, identificación, análisis y prevención de sus consecuencias. *AREAS*, 33-64.

- Mújica Dávalos, J. M. (2013). *Revisión del drenaje de la carretera Patamban - Cantera del km 5+000 al 9+700*. Michoacán - México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rodriguez Ayala, C. M. (2014). *Caracterización hidrogeológica de las cuencas de los ríos Javita y Zapotal en la península de Santa Elena*. Quito - Ecuador: Universidad Central del Ecuador.
- Rosero Narváez, J. A. (2021). *Dspace*. Obtenido de Análisis Geotécnico: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20493/1/UPS%20-%20TTS384.pdf>
- Sernageomin . (2007). *Movimiento en masa en la Región Andina*. Santiago de Chile: Servicio Nacional de Geología y Minería.
- Suarez Diaz, J. (1998). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales*. Bucaramanga, Colombia: Instituto de Investigaciones sobre erosión y deslizamientos.
- Zapata , R. (2018). *FCEIA*. Obtenido de Caracterización de suelos arcillosos y limosos: <https://www.fceia.unr.edu.ar/geologiygeotecnia/TIPOS%20DE%20SUELO.pdf>

## 6 ANEXOS



**Figura 38.** *Erosión del suelo del talud de la vía*  
*Nota.* Elaboración propia



**Figura 39.** *Vegetación de ciclo corto en el talud de la vía*

*Nota.* Elaboración propia



**Figura 40.** *Talud con desnivel - presencia de asentamiento*

*Nota.* Elaboración propia



**Figura 41.** *Presencia de piscinas de peces en el talud de la vía*

*Nota.* Elaboración propia



**Figura 42.** *Terraceo del talud superior de la vía en buenas condiciones*

*Nota.* Elaboración propia