



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Análisis de vulnerabilidad y propuesta de solución ante
los desastres naturales del corredor vial Chuquicara -
Puente Huarochiri”, Ancash, 2020.”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Saenz Paulino, Shely Julia (ORCID: 0000-0001-7971-7925)

ASESOR:

Mg. Barrantes Mann, Luis Alfonso Juan (ORCID: 0000-0002-2026-0411)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Construcción Sostenible
Diseño Sísmico y Estructural

ATE - PERÚ

2020

Dedicatoria

Este trabajo representa el cierre de mi formación académica y el inicio de mi vida profesional, que con dificultades y lágrimas en mis pasos hacia mi objetivo encontré, se lo dedico al combustible que mantenía el motor cuando más parecía que todo se detendría, a mi Matthias.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por haberme guiado siempre en mi camino y bendecirme cada día para llegar hasta donde he llegado, porque hizo realidad este sueño anhelado.

A la Universidad Cesar Vallejo, por darme la oportunidad de ser una profesional.

A mis padres, a mi hijito amado Matthias y a la vez a mi amado Grobert, quien me insistió en priorizar y deja de lado otras actividades.

A mi profesor de Investigación de Tesis de Grado, Mg. Barrantes Mann, Luis por su constante orientación.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de cuadros	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA	
3.1. Tipo y diseño de investigación	16
3.2. Variables y operacionalización	17
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
3.5. Procedimiento	21
3.6. Método de análisis de datos.....	21
3.7. Aspectos éticos	21
IV. RESULTADOS.....	22
V. DISCUSIÓN.....	61
VI. CONCLUSIONES	62
VII. RECOMENDACIONES.....	63
REFERENCIAS.....	64
ANEXOS	

Índice de cuadros

Cuadro 1. Resistencia media al deslizamiento de bulbos inyectados	9
Cuadro 2. Componente y clasificación de anclaje.....	9
Cuadro 3. Tipo de inyección según tirante y clasificación de suelo... ..	11
Cuadro 4. Detalles del bulbo o zona de anclaje donde se aprecian los torones....	11
Cuadro 5. Protección anticorrosión en anclajes permanentes	14
Cuadro 6. Protección anticorrosión en anclajes provisionales	15
Cuadro 7. Evolución del corredor vial (Chuquicara - Puente Huarochiri)	15
Cuadro 8. Clasificación por demanda y por orografía	22
Cuadro 9. Obras de arte y drenaje, Chuquicara - Puente Huarochirí	27
Cuadro 10. Emergencias suscitadas y soluciones planteadas por el CVS.....	27
Cuadro 11. Emergencias suscitadas y monto de inversión	30
Cuadro 12. Frecuencias de emergencias suscitadas, según número de veces	31
Cuadro 13. Resumen según monto de inversión.....	32
Cuadro 14. Evaluación de inversión de cada mes.....	33
Cuadro 15. Elección del km con mayor inversión.....	34
Cuadro 16. F.S. en cargas para diseño suponiendo estado limite ultimo	37
Cuadro 17. Longitud de bulbo de anclaje	40
Cuadro 18. Estabilidad interna del muro anclado	42
Cuadro 19. Estabilidad interna del muro anclado	44
Cuadro 20. Comparación de fuerzas de anclajes en ambos estados.....	48
Cuadro 21. Propiedades de cables de acero de diámetro 15mm.....	48
Cuadro 22. Resumen de diseño - anclajes.....	54
Cuadro 23. Resumen de diseño - pantalla de revestimiento	55
Cuadro 24. Presupuesto de pantalla con anclaje.	60
Cuadro 25. Cuadro comparativo	61
Cuadro 26. Posibles alternativas de solución ante puntos vulnerables.	63

Índice de gráficos y figuras

Gráfico 1. Diagrama según tipo y porcentaje	31
Gráfico 2. Tipo y número de veces suscitadas de emergencias.	32
Gráfico 3. Tipo y monto de inversión	33
Gráfico 4. Tipo y monto de inversión	34
Figura 1. Componentes de un anclaje.....	9
Figura 2. Cabeza de un anclaje permanente.....	12
Figura 3. Inyección repetitiva (IR, tipos 2A, 4A, 6A y 8A)	13
Figura 4. Ubicación de la Ruta Chuquicara - Puente Huarochirí, PE-3N.....	22
Figura 5. Estratigráfico C-9, Km. 742+415	23
Figura 6. Estratigráfico C-8, Km. 747+703	24
Figura 7. Estratigráfico C-10, Km. 727+471	25
Figura 8. Estratigráfico C-8, Km. 717+434	26
Figura 9. Plano de ubicación de emergencias suscitadas.....	29
Figura 10. Diseño de muro de mampostería y piedra	36
Figura 11. Diseño de distribución de pantalla con anclaje	56
Figura 12. Cabezal de metal	57
Figura 13. Diseño de distribución de cabezal de anclaje	57
Figura 14. Diseño final lateral de pantalla con anclaje	58
Figura 15. Diseño longitudinal de distribución de pantalla.....	59

Resumen

En nuestro entorno las carreteras sufren desastres causados por eventos naturales, estos representan la interrupción del tránsito vehicular, las cuales deben ser atendidos de forma inmediata.

Este trabajo realiza un aporte en el estudio de informe de puntos críticos, ya que para el proyecto: Santa – Molinopampa y puente huarochiri – Emp. PE-5N, el tramo de estudio Chuquicara – Puente Huarochiri, no fue considerado, pero en el transcurso del servicio se observaron diversos desastres naturales, los cuales son estudiados en la presente investigación.

La investigación es tipo cuantitativa no experimental; se realizó la elección de punto crítico más vulnerable, según el número de veces suscitadas y según la inversión realizada, se observa que es la erosión de plataforma, la que mayor influye en el tramo de estudio, tomamos para ello el punto más crítico analizado. Se opta darle una alternativa de mejor desempeño y que resulte la más adecuada, llegándose a optar por el muro anclado, de buenos resultados, según los antecedentes observados.

Se determinaron los cálculos y los procesos constructivos, a la alternativa de solución, y una comparación con la alternativa optada por el conservador, obteniéndose que el muro anclado presenta mejores propiedades, tanto en construcción, como tiempo de servicio.

Palabras clave: Análisis de vulnerabilidad, emergencia vial, propuesta de solución, riesgo y construcción.

ABSTRACT

In our environment the roads suffer disasters caused by natural events, these represent the interruption of vehicle traffic, which must be taken care of immediately. This work makes a contribution in the study of critical points report, since for the project: Santa – Molinopampa and Puente huarochiri – Emp. PE-5N, the Chuquicara – Puente Huarochiri study section, was not considered, but in the course of the service a number of natural disasters were observed, which are studied in this research.

Research is non-experimental quantitative type; the most vulnerable critical point choice was made, depending on the number of times raised and according to the investment made, it is observed that it is platform erosion, the one that greatest influences the study tranche, we take for this the most critical point analyzed. It is chosen to give it a better performance alternative that is the most suitable, getting to opt for the anchored wall, of good results, according to the observed background. The calculations and construction processes were determined, to the solution alternative, and a comparison with the alternative chosen by the curator, getting that the anchored wall presents better properties, both under construction and service time.

Keywords: Vulnerability analysis, road emergency, solution proposal, risk and construction.

I. INTRODUCCIÓN

En la evolución del hombre en nuestro planeta, para la satisfacción de sus necesidades, ha explotado ingentes recursos naturales, pasando a una etapa de industrialización, que ha originado daños severos a la capa de ozono de nuestra atmosfera, produciendo cambios importantes en la climatología mundial, que trajo como consecuencia severos daños en la infraestructura mundial, como el caso de caída de grandes lluvias pluviales que generan el cierre de vías a causa de huaycos, aluviones, con efectos de pérdidas humanas y materiales, esto debido a inclemencias climatológicas; razón por la cual, ante los acontecimientos mencionados, debemos adoptar medidas, tanto preventivas como correctivas para proteger la infraestructura vial ante los desastres cada vez con mayor frecuencia.

En época de lluvias se producen daños tanto a la población como a infraestructuras aledañas a los arroyos, ríos, laderas de cerros, zonas susceptibles a inundaciones; esto por la concentración de las precipitaciones pluviales, causa deslizamientos, desbordes que afectan a la infraestructura construida y los habitantes de la zona; es por ello que consideran primordial contar con información detallada, actualizada, precisa y confiable que permita identificar la ubicación, cantidad y características de la infraestructura de carretera (Vázquez, Backhoff, Gonzalez y Morales, 2016, p. 4).

El Ministerio de Economía y Finanzas, Grupo Banco Mundial y Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (2016), indican que los desastres naturales representan un desafío a la solidez económica y equilibrio fiscal en el Perú; los riesgos de desastres por peligros naturales adversos en el Perú se encuentran relacionado a la ubicación geográfica y las características de los bienes e infraestructura expuestos. La variedad de peligros y vulnerabilidades a los cuales está expuesto el país “no se presentan con la misma intensidad y frecuencia en todas las regiones” (p. 7).

En nuestro entorno se observa que se construyen carreteras y estas cuentan con su mantenimiento respectivo, pero no se considera una preparación suficiente para

afrontar de la mejor manera los futuros incrementos de las altas precipitaciones, que aumentan el caudal del curso de los ríos, dejando el lecho del río insuficiente para contenerlos (Ortiz, 2017, p. 23).

La región Ancash se caracteriza por tener un clima que variado ente los 4° a 21° C, en las que algunas veces baja a 1°C y otras puede subir a 23°C; y su periodo de lluvias dura 6,2 meses promedio, entre mediados de octubre hasta fines del mes de abril, el cual mediante las alta precipitación de lluvias y el elevado caudal del río Santa, genera alud de lodo y piedras (huayco húmedos), caída de roca (huayco secos), pérdidas de plataforma y erosiones de plataforma, ocasionando así la inestabilidad del suelo, provocando el deslizamiento de lodo, con presencia de piedras y materiales diversos. En los meses de enero y febrero, se presentó la pérdida de plataforma, ocasionando así una transitabilidad interrumpida en los tramos afectados (informe mensual Consorcio Vial Sihuas, 2017). De acuerdo con un reciente boletín del Centro de Operaciones de Emergencia Nacional (COEN), que consigna datos del Centro de Operaciones de Emergencia y del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (COE- MTC), informa que Ancash es la región que registra un total de 34 vías dañadas en el 2017 (Perú Construye, 2017).

El área de estudio se localiza en el departamento de Áncash, provincia de Huaylas y Santa, del corredor vial comprendido en el tramo Chuquicara (km 712+000) a Puente Huarochiri (km 752+257), de la ruta nacional PE-3N (Decreto Supremo N°044-2008-MTC); se encuentra a nivel de material granular estabilizado con producto químico, con una topografía accidentada, con una altitud promedio de 760.5 m.s.n.m. y un ancho de plataforma variada de 6.0 m a 4.5 m, tiene un clima tropical húmedo con alta intensidad y prolongadas precipitaciones, típicos de selva alta. Durante el periodo del 10 de octubre del 2017 al 04 de abril del 2019 se presentaron una serie de problemas que perjudicaron las actividades y el avance económico de las ciudades y centros poblados del corredor vial, dejándolos aislados; afectando también la seguridad peatonal y vehicular; estos problemas si no eran atendidas a tiempo, afectaban la transitabilidad vehicular, peatonal y así mismo el turismo; poniendo en peligro la seguridad vial y muchas veces con

pérdidas humanas; ocasionando también grandes pérdidas económicas (Informe mensual consorcio vial sihuas, 2017).

El presente trabajo pretende dar un aporte a la actualización de información de los sectores de riesgo y resaltar que no todo estudio referido a zonas de riesgo es definitivo, debido a que se pueden presentar desastres naturales no tomados en cuenta, los cuales pueden afectar la transitabilidad y estructura de los proyectos viales; el tramo Chuquicara (km 712+000) - Puente Huarochiri (km 752+257) no fue considerado en el estudio de informe de puntos críticos (evaluaciones realizadas en el plan de gestión vial del proyecto: Santa – Molinopampa y Puente Huarochiri - Emp. PE-5N), para la identificación de zonas potenciales de vulnerabilidad, se utilizaron las planillas de inventario SIC – 13 (Subsistema de inventario calificado), establecidos en las normas y manuales técnicos del proyecto sistema de gestión de carretas (MTC, 2017). En el tramo referido se presentó aludes de lodo y piedras (huaycos), erosiones de plataforma, Caída de rocas y perdidas de plataforma; cabe mencionar que en dicho informe se consideró como sectores de alto deterioro de riesgo inminente o probable el tramo Santa – Chuquicara y el tramo San Pedro de Chonta – Uchiza (Plan de gestion vial Consorcio vial sihuas, 2017). Y así mismo elaborar una propuesta técnica – económica de solución respecto del punto más crítico.

Con los antecedentes mostrados, se puede plantear la siguiente pregunta: ¿En qué medida mejorará la transitabilidad con la propuesta técnica – económica de solución ante la ocurrencia de los desastres naturales que se presentan de manera continua sobre el corredor vial comprendido en el tramo de Chuquicara (km 712+000) al Puente Huarochiri (km 752+257)?

En ese sentido, la justificación de esta investigación, es el ahorro económico que se produciría con la implementación de la propuesta de solución ante la ocurrencia de desastres naturales, tales como el que se presenta de manera constante sobre el corredor vial antes señalado. Siendo la inversión que en nuestro país se realiza para infraestructura vial, tal como la construcción de carreteras y mantenimiento de estas (preventivo, correctivo, periódico y rutinario), así como la atención de

emergencias por ocurrencias producidas por desastres naturales, sería mejor aprovechada invirtiendo en más infraestructura vial.

El objetivo general es presentar una propuesta de solución de acuerdo al análisis de zonas vulnerables, generados de manera concurrente por desastres naturales que se presentan sobre el corredor vial antes referido.

Así mismo, los objetivos específicos de esta propuesta de solución, los podemos describir de la siguiente manera:

- La determinación de la ubicación de los puntos vulnerables generados por los desastres naturales concurrentes sobre el corredor vial antes mencionado.
- Realizar el análisis de los puntos vulnerables generados por los desastres naturales concurrentes sobre el corredor vial antes mencionado
- Elaborar una propuesta técnica – económica de solución respecto del punto más crítico que se presenta dentro de la vulnerabilidad del corredor vial indicado por la ocurrencia de desastres naturales.

La hipótesis de esta investigación es que la propuesta técnica – económica de solución ante la ocurrencia de desastres naturales, que se presentan de manera continua, obtendrá una mejor transitabilidad y seguridad vial sobre el corredor vial referido.

II. MARCO TEORICO

A continuación, se describirá algunas definiciones, que describirán el presente informe.

Vulnerabilidad es definida como la disposición interna a ser afectado por una amenaza; por lo que sin vulnerabilidad no existe la pérdida, daño o destrucción; así mismo se expresa en escalas desde 0 (sin daño) hasta 1 (pérdida total) (Vasquez et al., 2016, p. 14).

Así mismo, los desastres naturales, se producen en cualquier parte del mundo y de innumerables formas a causa de fenómenos naturales; se observan en diversas en el transcurso de todo el año y en cada mes, estos fenómenos, produciendo pérdidas económicas y humanas, dejando altos costos para la reconstrucción, al no preverse medidas ante estos desastres, y es más desastroso, si los lugares afectados no cuentan con buenos presupuestos (Ortiz, 2017, p. 23). Es recomendable mostrar la gravedad de los desastres ocurridos, mediante utilización de estadísticas con pérdidas monetarias y habitantes afectados, tomando las bases de datos de desastres internacionales (Grupo BID, Conference of Parties²⁵, 2019).

Las emergencias viales se producen mediante un evento natural, que interrumpe el tránsito y la seguridad vial, estas no forman parte de las actividades de mantenimientos viales, pero requieren atención inmediata, para ello se siguen las pautas establecidas de la institución encargada de la red vial, posterior a ello se realizan los trabajos que se requieren para volver a los niveles de servicio, las emergencias en vías no son predecible y necesita de recursos adicionales, sin embargo, deben ser materia de previsión en los procedimientos a seguir, para hacer frente presupuestalmente a las necesidades de gasto (Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial, 2018, p. 36).

El Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (2020), informa que el Fenómeno La Niña se caracteriza por presentar temperaturas oceánicas frías en el Pacífico ecuatorial, y dependiendo de su

magnitud, impactará las condiciones climáticas en el Perú; de desarrollarse entre el invierno y primavera ocasionará para la costa condiciones frías y para la sierra el retraso del periodo de lluvias, generando acumulado de lluvias (p. 2).

El plan de atención de emergencias viales (PAEV), persigue como fin realizar un sistema aproximado de respuesta a emergencias viales que se puedan observar tales como derrumbes, erosiones, inundaciones, huaycos, accidentes viales, etc.; para generar libre tránsito tan pronto sea posible, también se incluyen en estos la acción humana (atentados, huelgas y demás), y las causadas por la naturaleza (efectos del clima, movimientos telúricos y otros). En el plan se realiza el estudio de las zonas vulnerables y las acciones a tomar para atender a las emergencias que se presenten, contemplando los protocolos operativos de atención de emergencias viales en base a la normatividad sectorial respectiva. El control de emergencias atendidas en un corredor vial, cuenta con una plataforma brindada por Provias Nacional, donde se realiza el ingreso de fecha de emergencia suscitada, kilometro, zona y tipo de emergencia atendidas.

El peligro es definido como la probabilidad de que en cierto periodo de tiempo y determinada frecuencia se produzca un fenómeno natural dañino, se conoce 2 clases: os peligros generados mediante fenómenos naturales (geodinámica interna: maremotos, sismos y otros; geodinámica externa: deslizamientos de rocas, volcamientos, flujo, reptación, deformaciones gravitacionales profundas; fenómenos hidrometeorológicos y oceanográficos: inundaciones, lluvias intensas, oleajes anómalos, sequía, tormentas eléctricas, vientos fuertes, erosión, incendios forestales, olas de calor y frío, descenso de temperatura, granizadas, desglaciación, fenómeno el niño y la niña); y peligros inducidos por acción humana (físicos, químicos, biológicos) (CENEPRED, 2015, p. 20).

Una conservación vial agrupa un grupo de acciones que deben realizarse detectando los defectos que se encuentren, corrigiéndolos lo más pronto posible una vez detectado, manteniendo la calidad en la transpirabilidad a través de actividades de mantenimiento vial, recuperación de superficie, inventario vial y respuesta ante emergencias viales, generado a través de un contrato de servicio

de conservación, que se mide en función a los niveles de servicio de la carretera. La conservación rutinaria son actividades que se realizan en vías de manera continua, para conservar sus niveles de servicio, estas actividades son manuales o mecánicas, en las que se consideran el bacheo, roce, perfilado de superficie, limpieza de derrumbes, limpieza de calzada, reparación y/o reposición de señales de tránsito, pintura en elementos específicos de drenajes y puentes. Conservación periódica definida como actividades viales planificadas cada cierta temporada, para recuperar sus condiciones de servicio, siendo estas actividades manuales o mecánicas, en las que se pueden observar: i) capas nivelantes, recuperación de la capa de rodadura. ii) reconstrucción y/o reparación de la base; iii) recomposición de obras de drenaje, muros y túneles; iv) reposición y/o reparación de señales de tránsito; v) reconformaciones en zonas de plataforma de carretera y vi) reparación/reconstrucción puntual de elementos de puentes tanto de la superestructura como de la subestructura y pintado general del puente (Manual de carreteras conservación vial, 2013, p. 12).

El corredor vial indicado es clasificado como una carretera de segunda clase con un terreno accidentado. Según la Dirección general de caminos y ferrocarriles (2018), en la clasificación de carretera, sección 101 por demanda, numeral 101.04 segunda clase, las detalla como carreteras con IMDA entre 2000 y 400 veh/día, se cuenta con 02 carriles en la calzada, la cual debe tener como mínimo 3.30 m, puede tener zonas de cruces vehiculares; también se le clasifica como terreno accidentado por orografía ya que presenta pendientes longitudinales entre 6% y 8%, y entre 51% y 100% de pendientes transversales, por lo que es posible que se hayan suscitado dificultades en su trazo gran cantidad de movimiento de tierras (p. 12).

El informe de inventario del CVS (2017), sostiene que el corredor vial indicado cuenta con puentes, cuerdas, bajada de agua, badenes, túneles, muros y alcantarillas. Según el Manual de Hidrología Hidráulica y Drenaje (2018), numeral 4.1. drenaje superficial, numeral 4.1.1 drenaje transversal de la carretera, tiene como objetivo evacuar adecuadamente el agua superficial que intercepta su infraestructura, siendo “el objetivo principal en el diseño hidráulico en las obras de drenaje transversal calcular de acuerdo a flujo que presente y los materiales que

transporte, la sección de los canales y conducirlos adecuadamente” (alcantarillas, badenes y puentes). En el numeral 4.1.2 drenaje longitudinal de la carretera, es el agua que fluye a lo largo de la superficie de la plataforma, debiendo ser encauzada y evacuada, sin producir daños a la carretera ni afectando su transitabilidad (Cunetas y muros de contención) (p. 68).

En obras viales del Perú es frecuente usar como estructuras de retención los muros convencionales (altura mayor de 6 m). Por lo que se optó por la propuesta de muros no convencionales.

Los muros no convencionales son muros anclados, muros claveteados, muros en tierra armada, apuntalamiento gigante, estructuras enterradas (pilas, pilotes, tablestacas) (Lacera, 2015, p. 21). Uno de los parámetros para diseñar pantallas con anclajes, es definir la estructura de concreto armado y secciones de los tirantes, correlacionados entre sí. Silva (2018), en su tesis afirma “que los muros anclados influyen significativamente en la estabilidad de talud en la carretera” (p. 53).

Para diseñar una pantalla con anclajes, primeramente, se diseña la pantalla de sótano, basándose en el concreto armado y posterior a ese el diseño de anclajes, relacionadas entre sí. Una pantalla de sótano es una estructura de concreto armado elaborado en el lugar, los cuales soportan el empuje del terreno, vaciándose de manera intercalada, con excavaciones para base de dicha estructura. Una pantalla con anclajes resiste las cargas muertas del suelo y agua y cargas vivas como las sobrecargas, esto debido a que el bulbo está anclado en fuera de la línea de desplazamiento, calculada las longitudes libres y del propio bulbo, por lo que el bulbo queda fuera de la zona activa con riesgo de falla.

Un anclaje se considera una pieza estructural que transfiere la tracción del elemento exterior a la zona de bulbo. Tiene como objetivo “sostener y afianzar los componentes del suelo que no presenta suficiente capacidad portante, susceptible a deslizamiento”, al ser propensas a cambios, se puede obtener estabilidad con los anclajes. Los anclajes basados en cables, presentan mayor uso y aceptación a diferencia de los anclajes a base de barras, en zonas con suelos muy inestables.

Cuadro 1

Resistencia media al deslizamiento de bulbos inyectados.

Por tipo de terreno	Resistencia al deslizamiento (Mpa)
Rocas duras (granito, caliza, gnis)	1.00 a 2.50
Roca floja	0.30 a 1.00
Gravas y arenas gruesas	0.70 a 1.00
Arena medias y finas	0.3 a 0.60
Arcillas con resistencia a la compresión simple	> 0.80 0.40 a 0.80 0.25 a 0.40

Fuente: Rengifo, 2015.

Cuadro 2

Componente y clasificación de anclaje.

Se Compone	Se clasifican según Vida útil	Fases
- Zona de cabeza	- Anclaje permanente - Anclaje provisional	- Fabricación
- Zona libre		- Perforación de los taladros
- Zona de anclaje		- Instalación de los tirantes - Inyección del anclaje - Tesado del anclaje

Fuente: Elaboración propia.

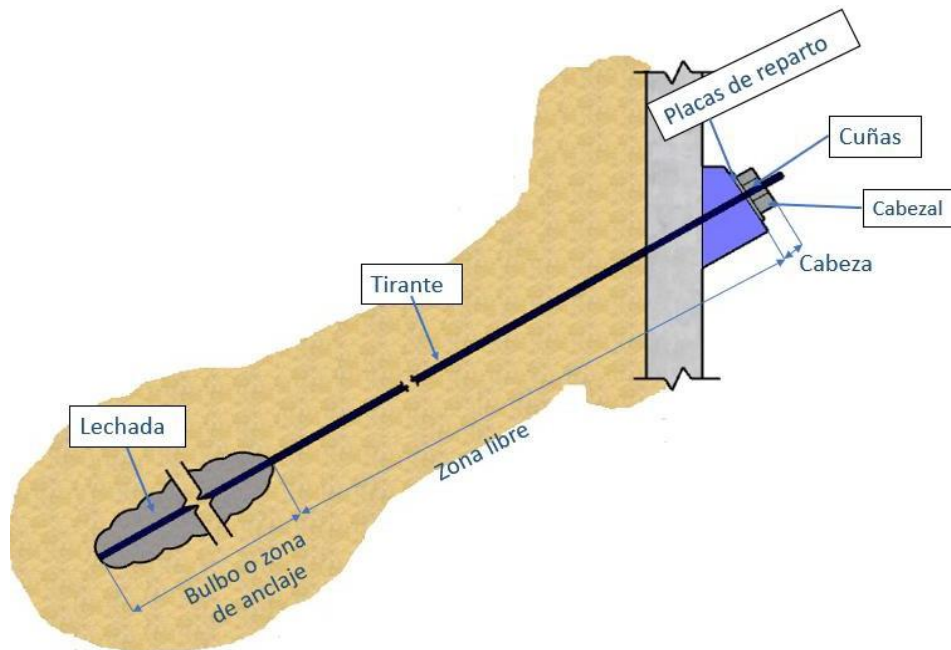


Figura 1: Componentes de un anclaje.

Fuente: Elaboración propia.

El tirante está formado por 7 alambres (6+1 alma); la placa de reparto distribuye la fuerza que actúa en el anclaje a la pantalla, y es el enlace entre el anclaje y la pantalla; la cabeza del anclaje, está compuesta por unos orificios por donde pasarán los cables; el cable pasará con holgura para permitir que el tensado se realice de manera eficaz; en las perforaciones del cabezal, con el cable pasado se colocarán las cuñas, asentándose sobre la placa de reparto, recibiendo la carga durante el tensado. Las cuñas permiten el bloqueo del anclaje, tiene una cierta capacidad para deformarse, por lo que cuando la empuja, esta se va cerrando abrazando al cable (Desde el murete, 2015).

En cuanto a las situaciones que varíen las solicitaciones a los anclajes en su periodo útil, pueden ser estos retensables y no retensables; igualmente pueden ser según las inyecciones que se realicen al bulbo como: inyección única global (IU), las que se realizan como inyección repetitiva (IR) y las que son repetitivas y selectivas (IRS). Se pueden observar los croquis de procedimientos IU, IR e IRS de los anclajes (Alonso, 2001, p. 11).

Para Rengifo (2015), “las ventajas que presentan los anclajes de cables es que pueden tener cualquier longitud sin uniones” y “las capacidades de cargas son casi ilimitadas y finalmente resulta ser económico para más de 45 toneladas y longitudes mayores de 10 metros (las tensiones de trabajo habituales son del 75% del límite elástico para anclajes provisionales)” (p. 68). En áreas que se producen movimientos resulta factible usar cables de barras, para disminuir la rigidez de la estructura, y así no llegar al esfuerzo último de falla. Se utilizan las reinyecciones y/o las inyecciones repetitivas con el fin de afianzar la resistencia de la zona del bulbo, es posible que se susciten problemas cuando se realice la perforación o se produzcan cierres al momento de realizar las inyecciones, resulta mejor inyectar en varias fases (IR y IRS) (Alonso, 2001, p. 12).

Cuadro 3

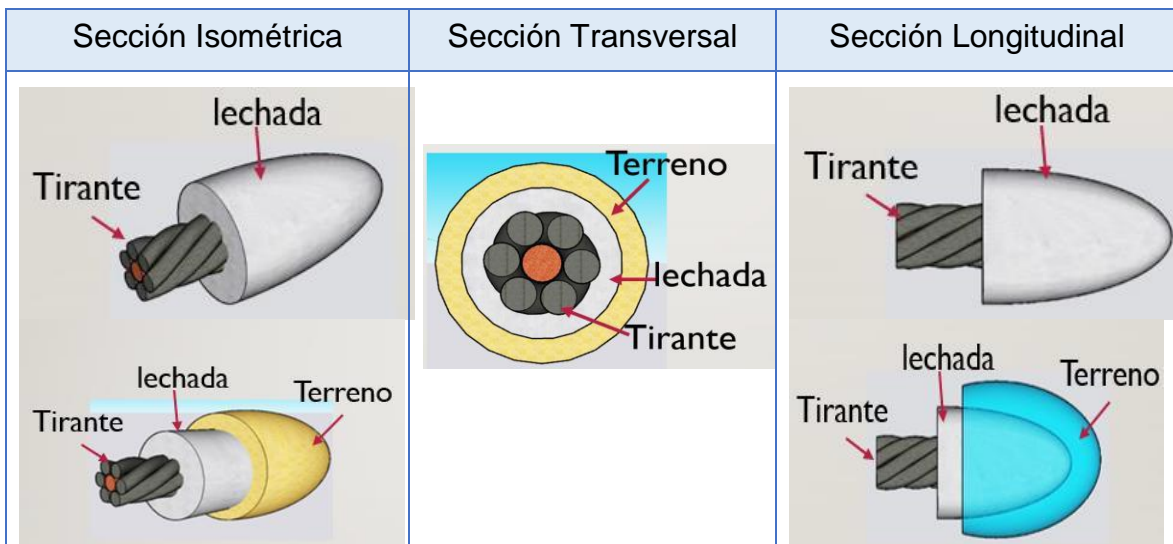
Tipo de inyección según tirante y clasificación de suelo.

Tipo de inyección	Tirante		Descripción
	cables	barra	
Provisional con inyección repetitiva y selectiva (IRS)	Tipo 2B	Tipo 6B	Suelos con predominio de finos y de consistencia media-baja
Permanente con inyección única global (IU)	Tipo 3	Tipo 7	Rocas, terrenos cohesivos muy duros y suelos granulares.
Permanente con inyección repetitiva (IR)	Tipo 4A	Tipo 8A	Rocas fisuradas blandas y en aluviales granulares gruesos e incluso finos
Permanente con inyección repetitiva y selectiva (IRS)	Tipo 4B	Tipo 8B	Suelos con predominio de finos y de consistencia media-baja

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4

Detalles del bulbo o zona de anclaje donde se aprecian los torones.



Fuente: Elaboración propia.

Con el fin de establecer adecuadamente los anclajes, se recomienda iniciar con el reconocimiento de la superficie de falla, para ubicar al bulbo fuera de esta zona, en un lugar no propenso a falla; determinar las cargas que sufrirán los anclajes; diseñar

las distancias libres y distancia tomada por el bulbo; determinar la carga que admite el cable, determinar los espacios y los ángulos de inclinación viables que dependen del grosor del cable (entre 10° a 15° dependiendo de las cargas y momentos actuantes).

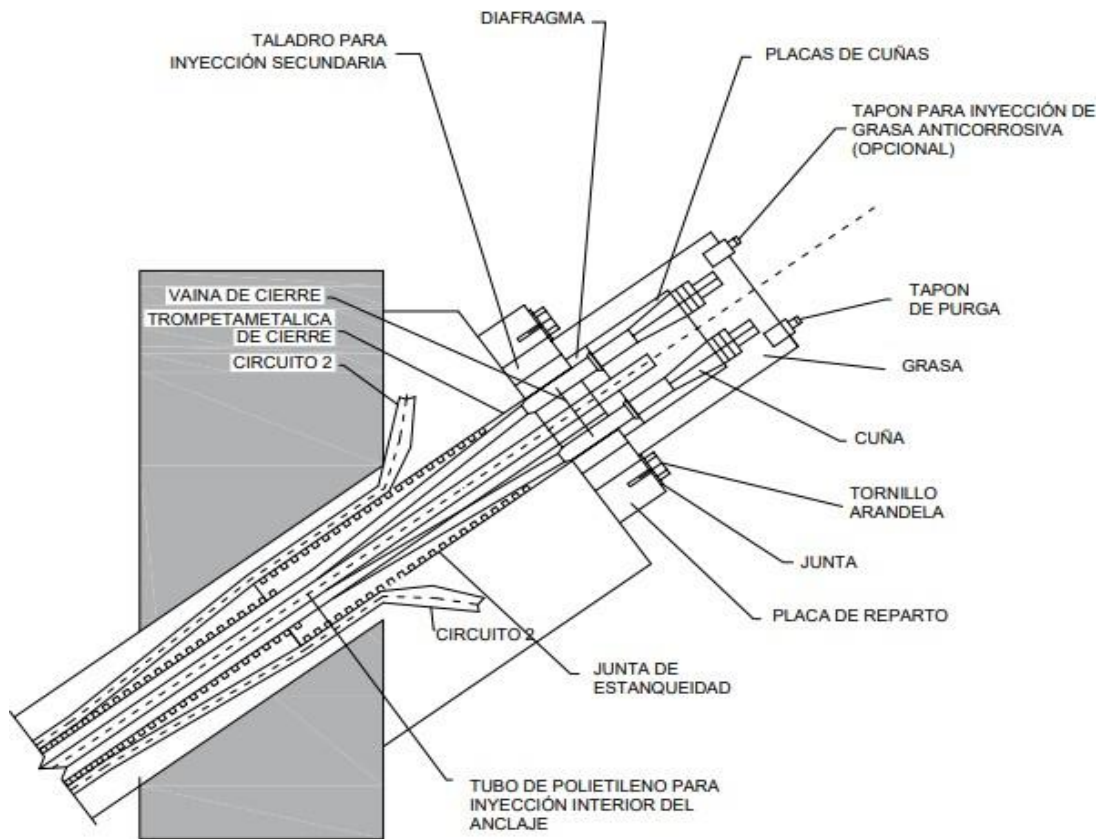


Figura 2: Cabeza de un anclaje permanente
Fuente: Elaboración propia.

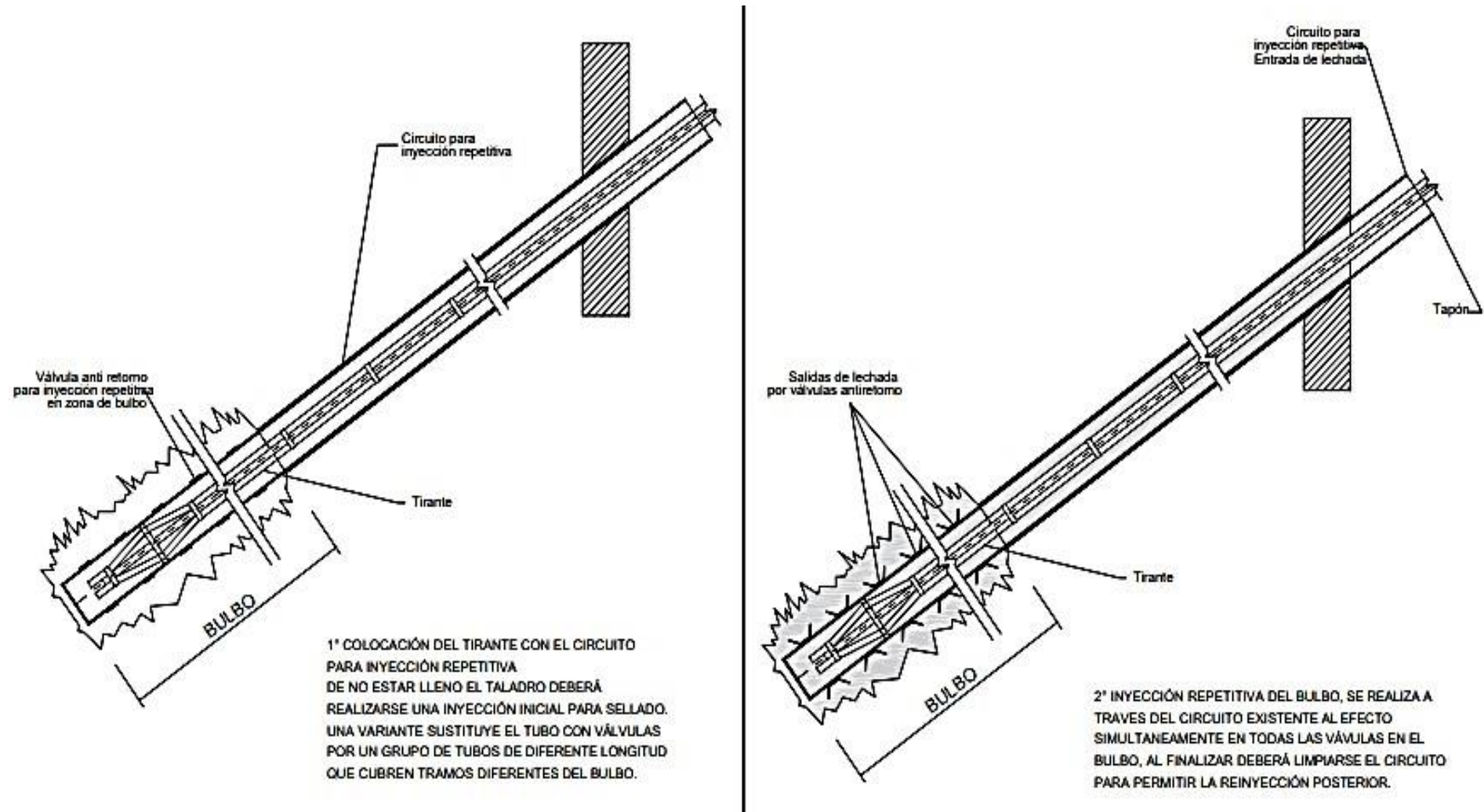


Figura 3: Inyección repetitiva (IR, tipos 2A, 4A, 6A y 8A)

Fuente: Elaboración propia.

La lechada de cemento es utilizada “en la protección anticorrosión en contacto con las armaduras, con una dosificación agua/cemento (a/c) no superior a 0,4 para limitar el agua libre”; en la formación del bulbo. Dependerán de las características del terreno con una relación (a/c) entre 0,4 y 0,6, salvo indicación contraria del director de Obra (Alonso, 2001, p.18). La estabilidad de un talud es que el anclaje sobrepase la superficie vial de falla estimada.

Cuadro 5

Protección anticorrosión en anclajes permanentes

Ubicación	Sistema de protección anticorrosión
Área del bulbo	1 tubo corrugado-plástico deteniendo el tirante preinyectado con lechada de cemento (entre lechada de cemento que protege el tirante y la inyección). 2 tubos concéntricos corrugados conteniendo el tirante preinyectado (zona central y espacio anular con lechada de cemento). $e_{min} = 5 \text{ mm}$ (recubrimiento).
Área Libre	1 vaina de plástico por tendón, rellena de un producto viscoso de protección, tubo de plástico común al tirante A (relleno de producto viscoso anticorrosión), B (con extremos soldados y estancos a la humedad) ó C (relleno de lechada de cemento); 1 vaina de plástico por tendón, rellena de lechada de cemento, mas A o B; una vaina de plástico común al tirante, llenada de lechada de cemento, más B.
Entre cabeza y zona libre	1 tubo metálico o plástico a la placa del anclaje; se emplearán juntas tóricas, al tubo de plástico exterior de la zona libre; se llenará de lechada de cemento o con producto viscoso de protección.
Cabeza	Protección metálica revestida o galvanizada ($e_{min} = 5 \text{ mm}$ de pared), o protección rígida de plástico ($e_{min} = 5 \text{ mm}$ de pared), fijada a la placa de apoyo; se rellenará de un producto viscoso contra la corrosión.

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6

Protección anticorrosión en anclajes provisionales.

Ubicación	Sistema de protección anticorrosión
Bulbo	Tirante rodeado de lechada de cemento con 10 mm de $R_e = 1.050$
Área Libre	Cada tendón envuelto con una funda de plástico rellena de material anticorrosión; Todos los tendones rodeados de tubo-plástico relleno de material anticorrosión.
Entre cabeza y área libre	Un tubo de plástico aceptable a la placa que recubra el tubo o vainas al área libre 550.
Cabeza	Revestimiento no continuo formado de productos de anticorrosión (con o sin protección metálica o de plástico), y sin que afecte los elementos de bloqueo. En zonas de riesgo frente agresiones mecánicas se recomienda proteger la cabeza con protección metálica o de plástico.

Fuente: Elaboración propia.

La erosión y pérdida de plataforma es la degeneración de la tierra y conduce a la pérdida de millones de toneladas de suelo fértil cada año, con un valor económico millonarios al año. A continuación, se detalla la evolución del corredor vial comprendido en el tramo de Chuquicara (km 712+000) a Puente Huarochiri (km 752+257).

Cuadro 7

Evolución del corredor vial (Chuquicara - Puente Huarochiri).



Fuente: Elaboración propia.

III. METODOLOGIA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de Investigación

El presente proyecto de investigación fue aplicado, con el propósito de determinar la ubicación de los puntos vulnerables generados por los desastres naturales sobre el corredor vial indicado; con una profundidad descriptiva, porque se recopiló información y se observó los diversos efectos que se produjeron a través del tiempo con las emergencias presentadas; con un enfoque cuantitativo, por lo que se realizó el análisis según el monto de inversión y número de veces suscitadas según tipo de emergencia. En ese sentido, Oblitas (2018), sostiene que la investigación aplicada se enfoca en hallar las estrategias y disposiciones para alcanzar un fin específico. Hernández, Fernández y Baptista (2014), mencionan que el estudio descriptivo busca determinar características importantes de cualquier fenómeno que se analice; describe tendencias de un grupo o población (p. 92). Así mismo Ugalde y Balbastre (2013), sostiene que la metodología cuantitativa no se centra en explorar, describir o explicar, un único fenómeno, sino que busca realizar conclusiones a partir de una muestra hacia una población, definiendo el vínculo existente entre aspectos o variables de las observaciones de dicha muestra (p. 181).

Diseño de Investigación

El diseño de investigación fue “no experimental”, debido que no se manipularon variables en el periodo del 2017 al 2019, solo se recopiló información de los sucesos presentados sin influencia del observador y ante ello se propuso una propuesta técnica – económica de solución respecto la zona crítica que se presenta dentro de la vulnerabilidad del corredor vial indicado por la ocurrencia de desastres naturales. Así mismo presentó un diseño de corte transversal, tomando los eventos suscitados y atendidos por el CVS según el periodo indicado. Por lo que, Hernández et al. (2014), mencionan a la investigación experimental un estudio sin alteración de variables por el investigador, solo

realiza observaciones en su ambiente natural para ser analizado (p. 152); los transaccionales o transversales son “Investigaciones que recopilan datos en un momento único”, “es como tomar una fotografía de algo que sucede” por ejemplo evaluar las zonas vulnerables después de un fenómeno natural (p. 154).

3.2. Variables y Operacionalización

Variable Dependiente

V1: Inversión en las zonas vulnerables

- **Definición conceptual:** Inversión en la infraestructura el cual permite sostener el desarrollo económico, incrementar los niveles de productividad y competitividad de las empresas, e incrementar la oferta de servicios públicos en beneficio de la población (Contraloría General de la República, 2015. P. 13)
- **Definición operacional:** Presupuesto destinado para poner en operatividad un sector afectado de una parte de la vía, por un tipo de desastre en particular.
- **Indicadores:** Moneda nacional (soles).
- **Escala de medición:** Ordinal

Variable independiente

V2: Tiempo de atención de las zonas vulnerables

- **Definición conceptual:** “Época durante la cual vive alguien o sucede algo” (Real Academia Española, 2020).
- **Definición operacional:** Tiempo de duración de trabajo de las emergencias viales.
- **Indicadores:** Los meses intervenidos.
- **Escala de medición:** Ordinal

V3: Tipo de los desastres naturales

- **Definición conceptual:** Interrupción peligrosa en actividades de la comunidad, debido a la interacción de sucesos peligrosos con las condiciones de exposición y vulnerabilidad conllevando a pérdidas (humanos, materiales, económicos o ambientales que requiere atención) (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2018, p. 8).
- **Definición operacional:** Eventos catastróficos que interrumpen la transitabilidad y seguridad vial.
- **Indicadores:** Tipo de desastre natural presentado.
- **Escala de medición:** Nominal

V4: Zona o ubicación de los desastres naturales.

- **Definición conceptual:** lugar afectado (población y entorno), que por el impacto de un suceso desastroso de origen natural o tecnológico sufre daños, fallas y deterioro en su estructura y funcionamiento normal (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2016, p. 61)
- **Definición operacional:** Kilómetro del tramo y/o coordenadas geográficas donde se dio el evento.
- **Indicadores:** Kilómetro de ubicación en el corredor vial, y/o coordenadas UTM.
- **Escala de medición:** Ordinal

Según Reguant y Martínez (2014), la operacionalización de variables es un desarrollo lógico de independización de elementos más indeterminados, hasta llegar al nivel más concreto, los hechos producidos en la realidad; es establecer un puente entre los conceptos y las observaciones y actitudes reales (p. 3).

3.3. Población (criterios de elección), muestra, muestreo y unidad de análisis

Población

Para el presente proyecto de investigación la población fue constituida por el corredor vial comprendido en el tramo de Chuquicara (km 712+000) al Puente Huarochiri (km 752+257).

- **Criterios de inclusión:** tramos con alto grado de vulnerabilidad.
- **Criterios de exclusión:** no tiene peligros latentes, sin necesidad de ser intervenidos.

Muestra

Se consideró en el proyecto de investigación como muestra, todas las zonas vulnerables del corredor vial referido. Carrillo (2015), describe que “la muestra es un conjunto de elementos extraídos de la población que conforman la muestra” (p. 7).

Muestreo

El presente proyecto de investigación el muestreo se realizó a criterio del investigador, considerando el total de eventos de estudios ocurridos durante el periodo indicado del corredor vial antes mencionado. Espinoza (2016), indica que el muestreo es un método para la selección de elementos específicos de la población de estudio que construirá una muestra (p. 5).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

- Identificación por medio de inspecciones técnicas oculares (fichas de emergencias y fotos) realizadas en todo el corredor vial, donde hemos podido determinar los tramos excluidos e incluidos.
- Recopilación y revisión de fichas de emergencias y de presupuestos.
- Recopilación y observación de fotos.
- Ubicación de las zonas vulnerables, en relación al kilómetro.
- Elaborar una propuesta técnica – económica de solución.
- Teorías y antecedentes referidos a muros anclados para la aplicación de la propuesta ante el mejoramiento de estabilidad del corredor vial.
- sobrevuelos con dron, en el territorio de desastres y reparaciones.

Instrumentos

- Se realizó recolección de datos en gabinete, por medio de valorizaciones e informes mensuales del CVS/MTC.
- Se utilizó las valorizaciones para la obtención de presupuestos, fichas de emergencias y planos.
- Se utilizó las fichas de emergencias para la obtención de fotos y kilómetros.
- Se utilizó los presupuestos para obtención del monto invertido por cada emergencia atendida.
- Se utilizó laptop para el análisis de los datos recopilados.
- Se utilizó microsoft excel versión 200 para la elaboración de gráficos y cuadros de datos obtenidos.
- Se utilizó el programa sketchup versión 2 para la vista transversal y longitudinal del muro anclado.
- Se utilizó el programa sketchup versión 2 para la evolución de la vía.
- Se utilizó el dron ESTÉS PROTO-X, para la captura de imágenes y videos, para una aproximación y revisión de las zonas afectadas; así también para la elaboración de los planos del muro de concreto ciclópeo.

3.5. Procedimiento

En el presente proyecto de investigación se realizó la recolección de datos en gabinete, por medio de las valorizaciones e informes CVS/MTC durante el periodo del 2017 - 2019; así mismo se utilizó las valorizaciones para la recopilación y revisión de presupuestos, fichas de emergencias, planos y fotos; posterior a eso se determinó la ubicación de los puntos vulnerables generados por los desastres naturales concurrentes sobre el corredor vial antes mencionado; por medio de las fichas de emergencias se ubicó el kilómetro de las zonas vulnerables para el análisis de los puntos vulnerables; después de ellos se tomaron otros datos como la inversión realizada, número de veces suscitadas, con los que se generaron cuadros estadísticos según tipo de emergencia, de ese modo se asignó el punto más crítico presentado por la ocurrencia de desastres naturales; por último se elaboró una propuesta técnica – económica de solución, respecto del punto más crítico que se presenta dentro de la vulnerabilidad del corredor vial indicado por la ocurrencia de desastres naturales.

3.6. Método de análisis de datos

Se realizó el análisis de datos recopilados, en laptop mediante el programa Microsoft Excel 2020, elaborándose gráficos de frecuencias como gráficos de barras, histograma de frecuencias y cuadros de datos con los que se realiza las comparaciones y evaluaciones.

3.7. Aspectos éticos

La investigación se desarrolló en el conjunto de preceptos y de la norma APA, que servirá para orientar y asegurar con una conducta honesta y digna. Así mismo siguiendo la resolución del consejo universitario N° 0262-2020/UCV. Me someteré al análisis de originalidad mediante el programa TURNITIN. Cabe mencionar que la presente investigación no tiene conflicto de interés por ser autofinanciado y no tener relación alguna con alguna empresa ni propósitos para la misma.

IV. RESULTADOS

Para el análisis de los puntos vulnerables y la propuesta técnica – económica de solución, se consideró lo siguiente:

4.1. Características generales de la vía.

Cuadro 8

Clasificación por demanda y por orografía

Por demanda		Por orografía	
Definición	Revisión	Definición	Revisión
carretera de 2da clase	√	terreno accidentado (tipo 3)	√

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Ubicación geográfica

La carretera Chuquicara (km 712+000) – Puente Huarochirí (km 752+257), atraviesa poblados, Distritos y Provincias del Departamento de Ancash y provincias de Huaylas (Distritos: Huallanca y Yuracmarca) e Santa (Distritos: Macate, Chimbote, Santa), de la ruta nacional PE-3N a nivel de material granular estabilizado con producto químico, a continuación, se detalla la ubicación política de la ruta:

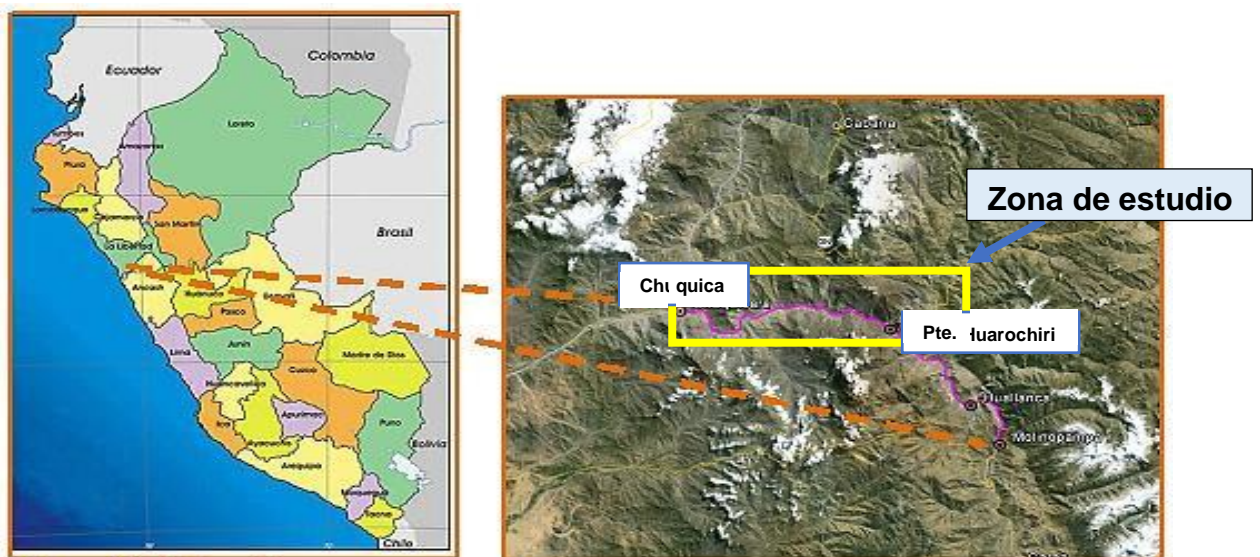


Figura 4: Ubicación de la Ruta Chuquicara - Puente Huarochirí, PE-3N.

Fuente: Elaboración propia

4.3. Ensayos de caracterización del tipo de suelo

Calicata C8, km: 747+703: Presenta una superficie de arena mal graduada limosa (marrón claro), con presencia de gravas de forma sub angular a angular en un 37% de tamaño máximo de 3" y de 4" a 3" en un 10%, suelos no plásticos, ligeramente húmedos con densidad relativa muy compacta hasta una profundidad de 0.20m, luego conformado por arenas mal graduadas limosas de color plomo, con presencia de grava de forma angular en un 38% de tamaño máximo de 3" y de 6" a 4" en un 30%, suelos no plásticos, ligeramente húmedos con densidad relativa muy compacta hasta una profundidad de 1.50m.

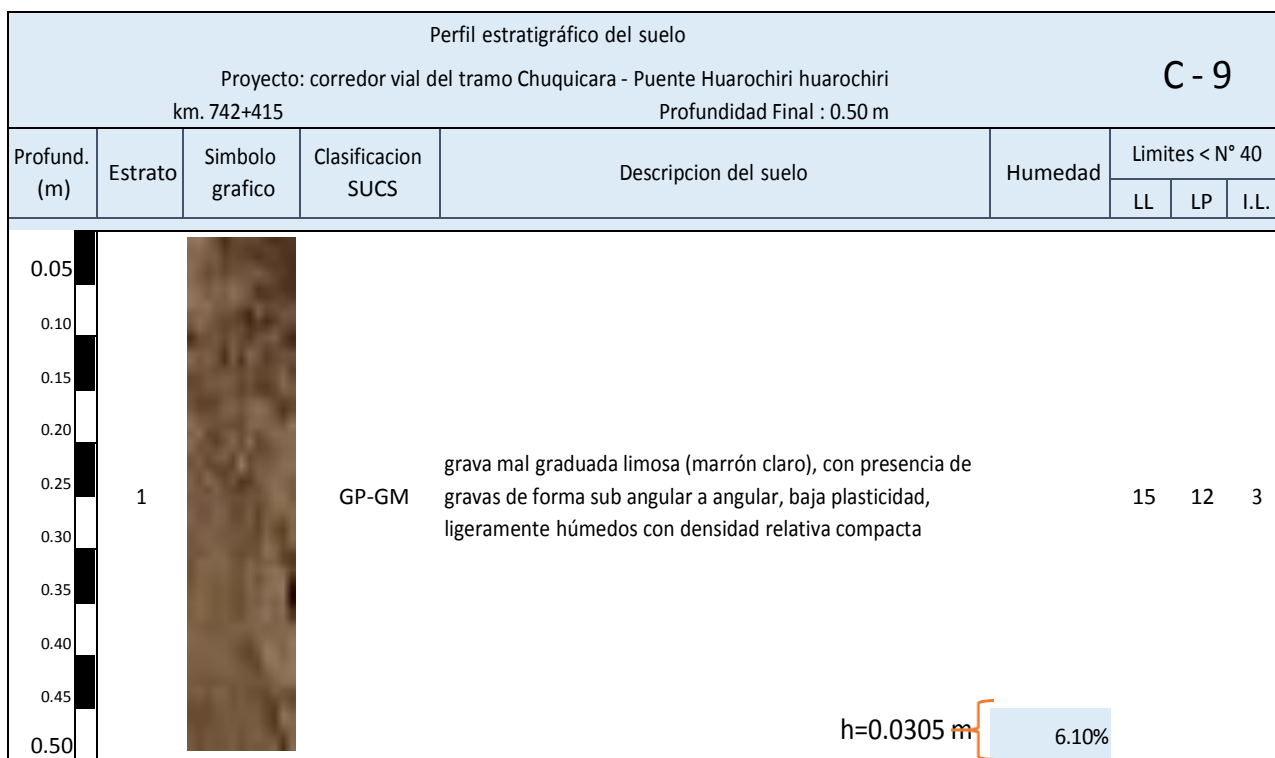


Figura 5: Estratigráfico C-9, Km. 742+415

Fuente: Elaboración propia.

Calicata C9, km: 742+415: Presenta una superficie de grava mal graduada limosa (marrón claro), con presencia de gravas de forma sub angular a angular en un 60% de tamaño máximo de 3” y de 6” a 4” en un 30%, de baja plasticidad, ligeramente húmedos con densidad relativa compacta hasta una profundidad de 0.50m, luego subyace afloramiento rocoso.

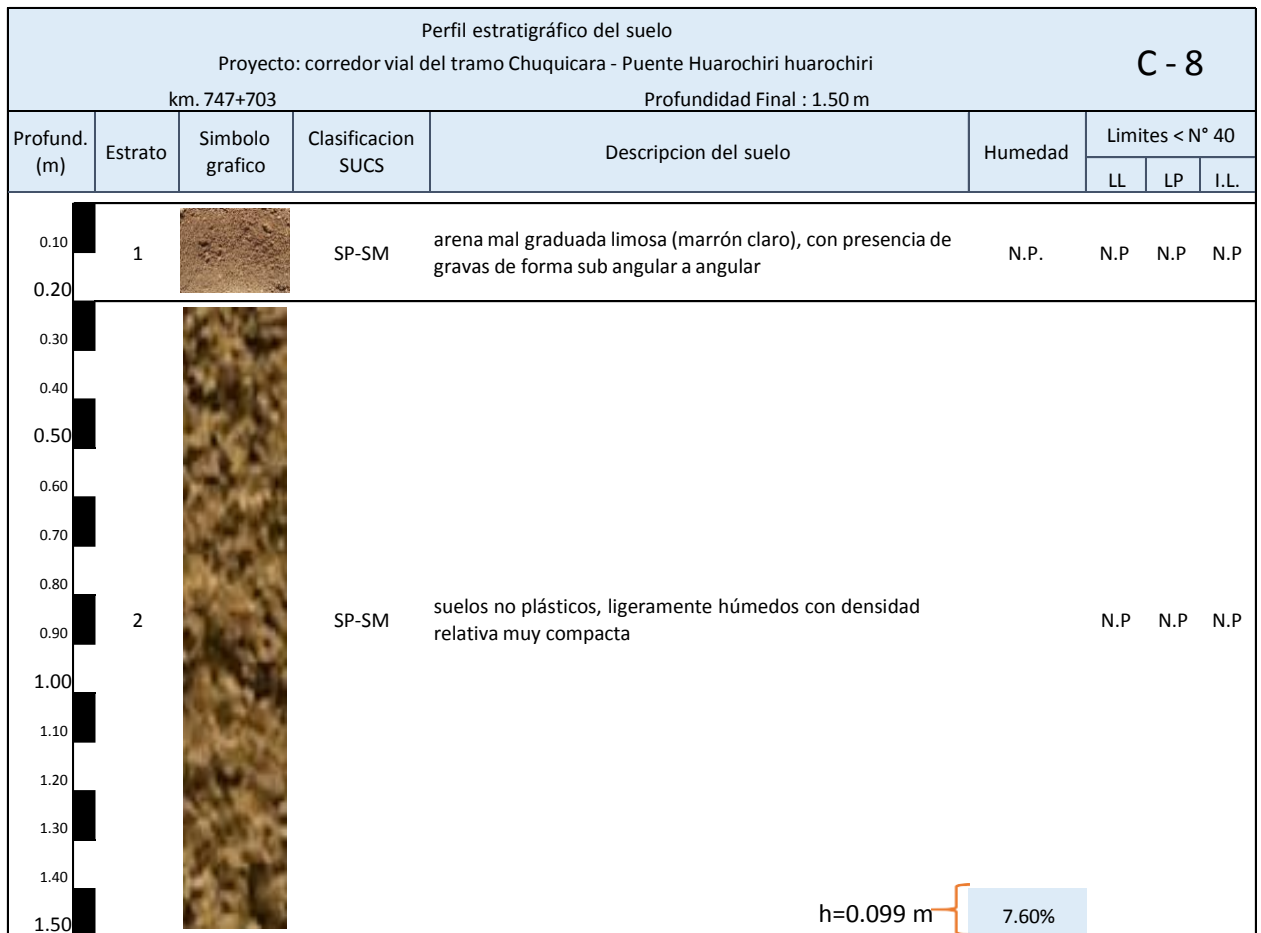


Figura 6: Estratigráfico C-8, Km. 747+703
Fuente: elaboración propia.

Calicata C10, km: 727+471: Presenta una superficie de grava limo arcillosa (marrón amarillento), con gravas de forma angular en un 51% de tamaño máximo de 3" y de 5" a 3" en un 20%, de baja plasticidad, ligeramente húmedos con densidad relativa muy compacta hasta una profundidad de 0.20m, luego conformado por arenas limo arcillosas de color marrón claro, de baja plasticidad, ligeramente húmedos con densidad relativa muy compacta hasta una profundidad de 1.50m.

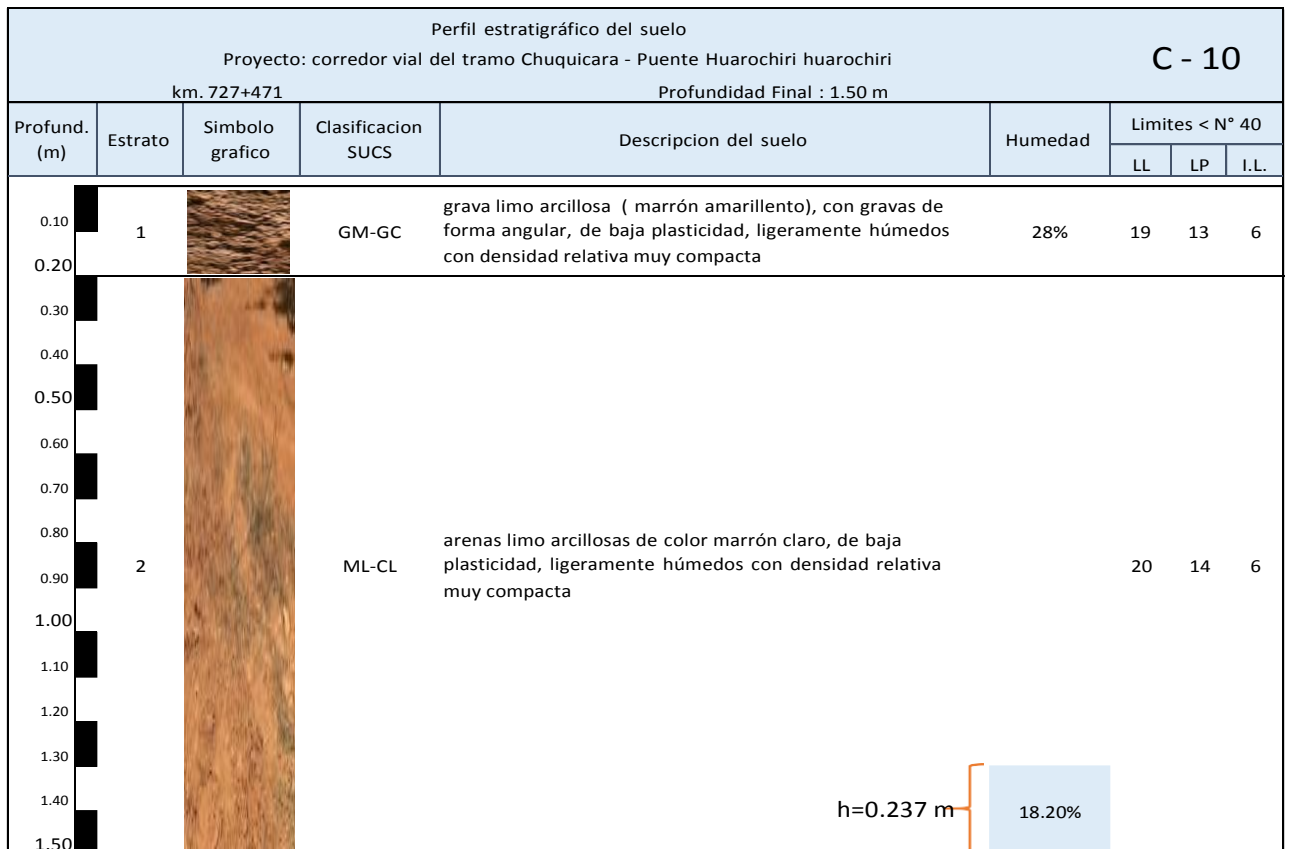


Figura 7: Estratigráfico C-10, Km. 727+471

Fuente: elaboración propia.

Calicata C11, km: 717+434: Presenta una superficie de grava limosa (marrón claro), con presencia de gravas de forma sub redondeada en un 49% de tamaño máximo de 2", de baja plasticidad, ligeramente húmedos con densidad relativa compacta hasta una profundidad de 0.15m, luego conformado por gravas limo arcillosas de color marrón oscuro, con gravas de forma sub angular en un 41% de tamaño máximo de 3"; de 10" a 8" en un 5%; de 8" a 6" en un 20%; de 6" a 4" en un 10%; de 6" a N°4 en un 35% y arena en un 30%, de baja plasticidad, ligeramente húmedos con densidad relativa compacta hasta una profundidad de 1.50m.

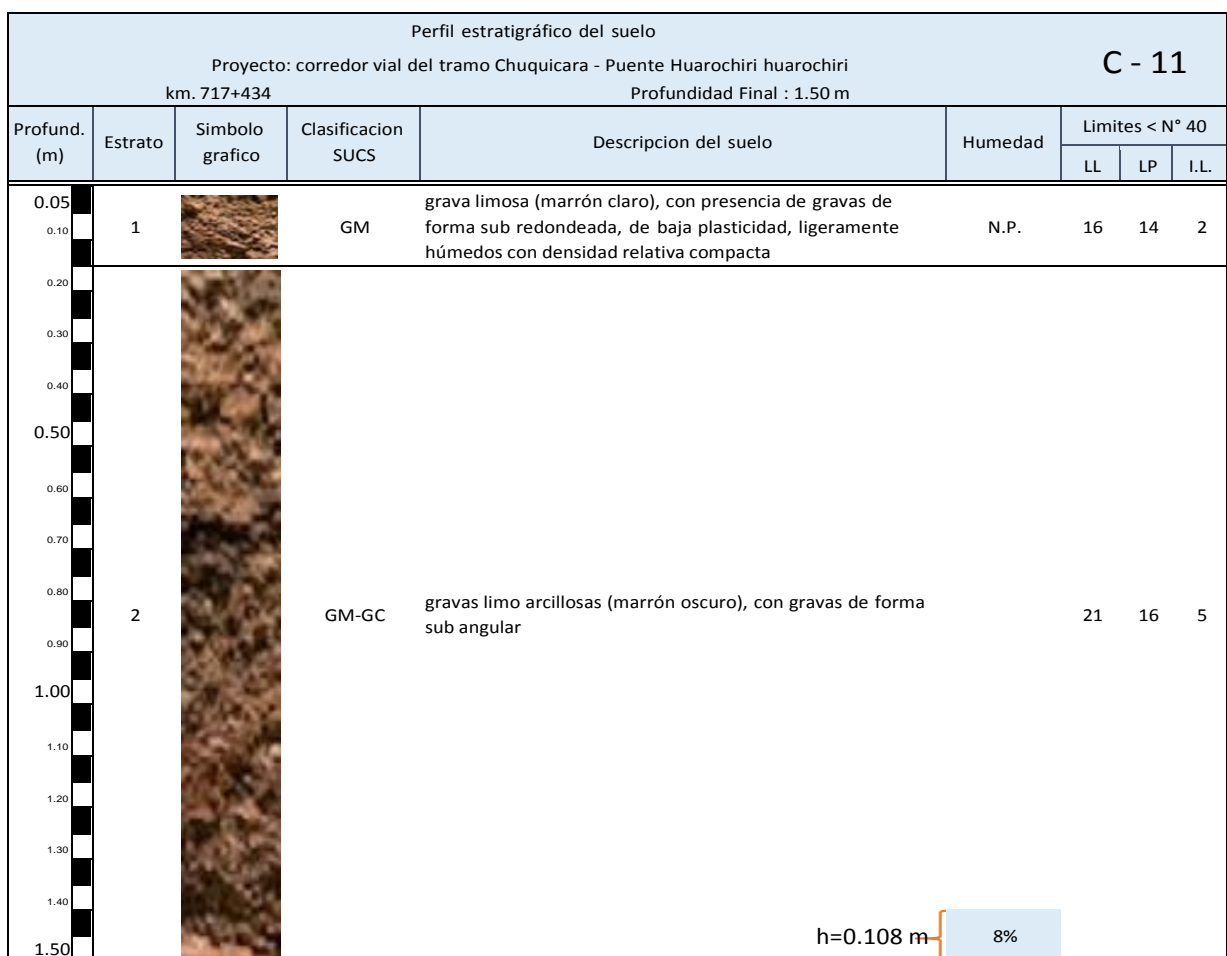


Figura 8: Estratigráfico C-8, Km. 717+434
Fuente: elaboración propia.

4.4. Obras de arte y drenaje

Cuadro 9

Obras de arte y drenaje, Chuquicara - Puente Huarochirí

Elemento vial	Cantidad	Elemento vial	Cantidad
Puente	6	Muros	42
Cuneta	59	Alcantarillas	25
Bajada de Agua	3	Alcantarilla definitiva	11
Badén	3	Alcantarilla estructura artesanal	14
Túneles	11		

Fuente: Elaboración Propia.

4.5. Análisis

4.5.1. Elección del punto más crítico

a) Recopilación de datos de emergencias suscitadas y soluciones planteadas por el CVS.

Para la recopilación de datos de emergencias suscitadas y soluciones planteadas por el CVS correspondiente al periodo 2017 al 2019, se realizó la recolección de datos en gabinete, por medio de las valorizaciones mensuales del CVS/MTC, tomándose las fichas de emergencias.

Cuadro 10

Emergencias suscitadas y soluciones planteadas por el CVS.

KM	Emergencias suscitadas	Soluciones planteadas
715+300	Erosión de plataforma	Muro seco (31.85 m3)
717+270	Erosión de plataforma	Muro de mampostería de piedra (33.02 m3)
747+200	Perdida de plataforma	Muro de mampostería de piedra
726+030	Perdida de plataforma	Muro de mampostería de piedra (83.25 m3)

KM	Emergencias suscitadas	Soluciones planteadas
718+810	Perdida de plataforma	Muro de mampostería de piedra (145.70 m ³)
748+360	Perdida de plataforma	Muro de mampostería de piedra (153.70 m ³)
727+550	Perdida de plataforma	Muro de mampostería de piedra (302.63 m ³)
715+700	Caída de roca	Voladura de roca.
740+100	Huayco	Eliminación del Huayco (200 m)
751+570	Erosión de plataforma	Muro de mampostería de piedra (23.36 m ³)
751+600	Erosión de plataforma	Muro de mampostería de piedra (15.28 m ³)
751+615	Erosión de plataforma	Muro de mampostería de piedra (7.42 m ³)
735+340	Erosión de plataforma	ampliación de la plataforma, mediante corte del talud superior
748+500	Erosión de plataforma	Muro de mampostería de piedra (22.89 m ³)
751+500	Erosión de plataforma	Muro de mampostería de piedra (7.90 m ³)
739+400	Huayco	limpieza y eliminación del lodo y piedras
740+200	Erosión de plataforma	Muro de mampostería de piedra (88.17 m ³)
720+300	Erosión de plataforma	Muro de mampostería de piedra (52.81 m ³)
720+400	Erosión de plataforma	Muro de mampostería de piedra
720+900	Erosión de plataforma	Muro de mampostería de piedra (20.98 m ³)
721+090	Erosión de plataforma	Muro de mampostería de piedra (57.28 m ³)
721+150	Erosión de plataforma	Muro de mampostería de piedra (128.00 m ³)
724+780	Erosión de plataforma	Muro de mampostería de piedra (55.34 m ³)
717+200	Erosión de plataforma	Muro de mampostería de piedra (30.46 m ³)
717+900	Erosión de plataforma	Muro de mampostería de piedra (24.60 m ³)
721+600	Erosión de plataforma	Muro de mampostería de piedra (34.13 m ³)
742+700	Erosión de plataforma	Muro de mampostería de piedra (59.75 m ³)
742+710	Erosión de plataforma	Muro de mampostería de piedra (16.25 m ³)
742+950	Erosión de plataforma	Muro de mampostería de piedra (38.48 m ³)
747+400	Erosión de plataforma	Muro de mampostería de piedra (17.01 m ³)

Fuente: Elaboración Propia.

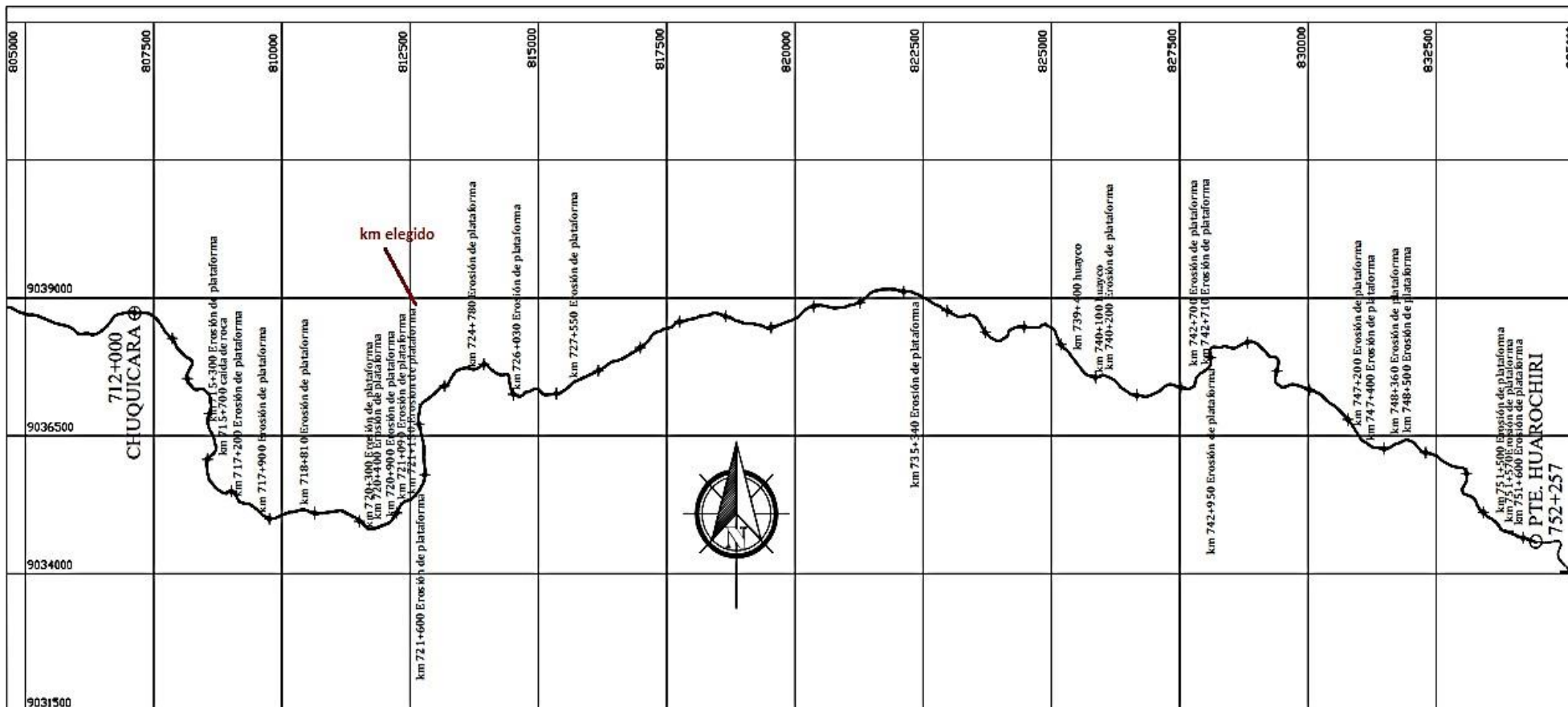


Figura 9: Plano de ubicación de emergencias suscitadas.
Fuente: elaboración propia.

b) Recopilación de datos de emergencias suscitadas y monto de inversión.

Para la recopilación de datos, se tomó los presupuestos de cada emergencia, mediante las valorizaciones mensuales de CVS.

Cuadro 11

Emergencias suscitadas y monto de inversión

Mes	KM	Observaciones	Monto de inversión
Dic-17	715+700	Obstrucción de la vía (caída de roca)	S/. 1,321.13
Dic-17	739+400	Alud de lodo y piedras (huayco)	S/. 3,312.50
Ene-18	715+300	Erosión de plataforma	S/. 7,076.70
Ene-18	717+270	Erosión de plataforma	S/. 18,073.35
Ene-18	740+100	Alud de lodo y piedras (huayco)	S/. 5,812.44
Feb-18	747+200	Perdida de plataforma	S/. 6,940.41
Feb-18	751+570	Erosión de plataforma	S/. 10,841.03
Abr-18	751+600	Erosión de plataforma	S/. 3,319.47
Abr-18	751+600	Erosión de plataforma	S/. 6,994.19
May-18	735+340	Erosión de plataforma	S/. 15,598.05
May-18	748+500	Erosión de plataforma	S/. 12,042.22
May-18	751+500	Erosión de plataforma	S/. 3,976.29
Jun-18	740+200	Erosión de plataforma	S/. 39,225.84
Jun-18	726+030	Perdida de plataforma	S/. 14,897.15
Jun-18	720+300	Erosión de plataforma	S/. 22,722.58
Jul-18	720+400	Erosión de plataforma	S/. 25,142.67
Jul-18	720+900	Erosión de plataforma	S/. 11,186.21
Ago-18	721+090	Erosión de plataforma	S/. 29,571.47
Ago-18	721+150	Erosión de plataforma	S/. 64,259.31
Set-18	724+780	Erosión de plataforma	S/. 23,764.74
Set-18	717+200	Erosión de plataforma	S/. 18,586.45
Oct-18	717+900	Erosión de plataforma	S/. 15,664.81
Oct-18	721+600	Erosión de plataforma	S/. 17,334.19
Nov-18	742+700	Erosión de plataforma	S/. 27,625.90
Nov-18	742+710	Erosión de plataforma	S/. 9,069.92
Nov-18	748+360	Perdida de plataforma	S/. 32,401.97
Dic-18	742+950	Erosión de plataforma	S/. 20,400.80
Dic-18	727+550	Perdida de plataforma	S/. 56,547.37
Dic-18	718+810	Perdida de plataforma	S/. 56,650.54
Dic-18	747+400	Erosión de plataforma	S/. 9,813.60

Fuente: Elaboración Propia.

c) Análisis para elección del punto más crítico.

Para el análisis de elección del punto más crítico, se consideró el siguiente proceso:

- **Según número de veces suscitadas**

Para el análisis, según el número de veces suscitadas en el periodo del 2017 al 2019 del corredor vial estudiado, se realizó el cuadro de frecuencias en base a las fichas técnicas de emergencias suscitadas:

Cuadro 12

Frecuencias de emergencias suscitadas, según número de veces

Descripción	Veces suscitadas	Porcentaje
Obstrucción de la vía, por caída de roca	1	3.33%
Alud de lodo y piedras (huayco)	2	6.67%
Perdida de plataforma	5	16.67%
Erosión de plataforma	22	73.33%
Total	30	100.00%

Fuente: Elaboración propia

El gráfico 1, nos permite comparar en porcentajes las emergencias presentadas dentro del corredor vial.



Gráfico 1: Diagrama según tipo y porcentaje

Fuente: Elaboración propia

El gráfico 2, nos permite comparar la frecuencia de emergencias presentadas dentro del corredor vial, y ubicar así la emergencia más crítica.

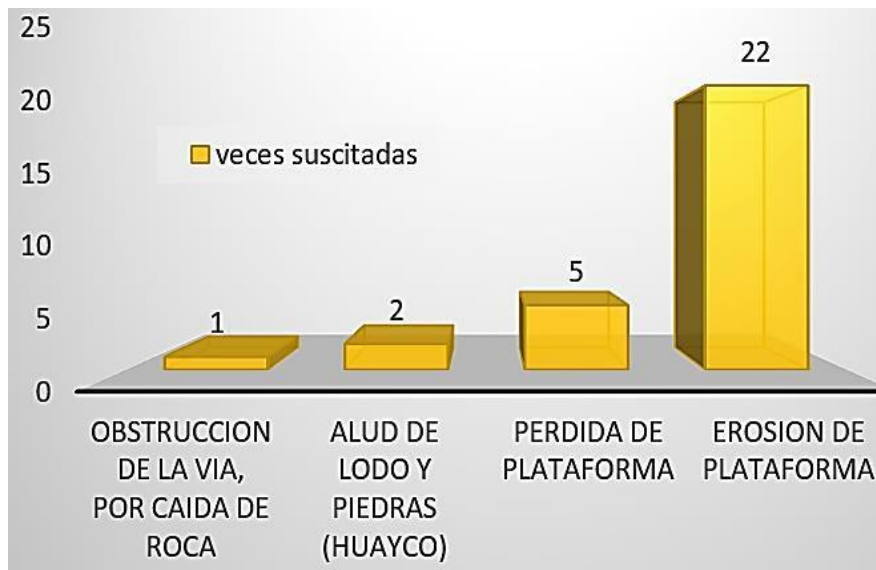


Gráfico 2: tipo y número de veces suscitadas de emergencias.

Fuente: Elaboración propia.

- **Según inversión**

No siempre el evento más frecuente es el que genera mayor gasto por lo tanto mediante el cuadro 15 se puede comparar la inversión.

Cuadro 13

Resumen según monto de inversión

Descripción	Inversión
Obstrucción de la vía, por caída de roca	S/. 1,321.13
Alud de lodo y piedras (huayco)	S/. 9,124.94
Perdida de plataforma	S/. 167,437.44
Erosión de plataforma	S/. 412,289.79

Fuente: Elaboración propia

El gráfico 3, nos permite comparar en inversión las emergencias presentadas dentro del corredor vial.

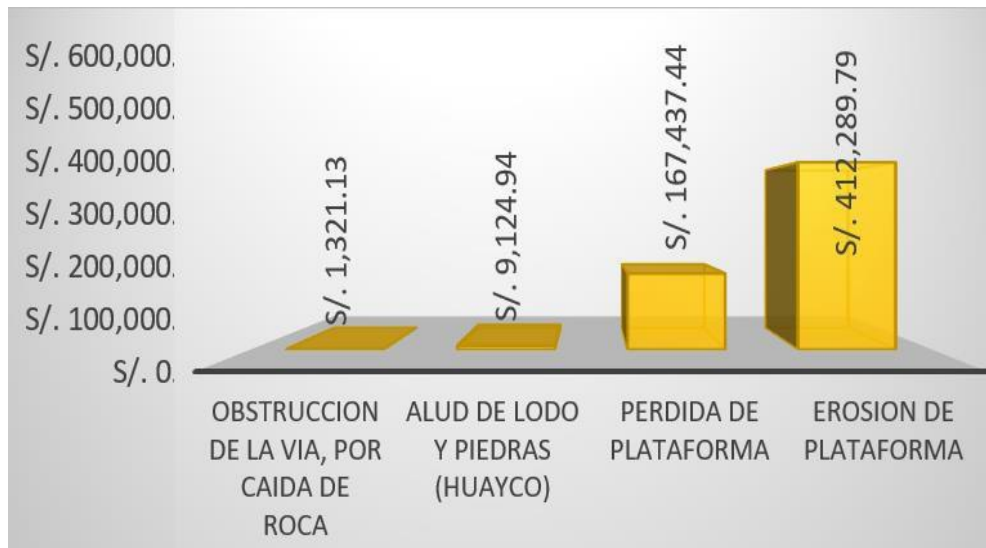


Gráfico 3: tipo y monto de inversión

Fuente: Elaboración propia

Se concluye que el tipo de punto más crítico es la erosión de plataforma por presentar mayor porcentaje, mayor veces suscitadas y mayor inversión de emergencias atendidas durante el periodo de octubre 2017 a abril 2019 dentro del corredor vial.

- **Elección del km a evaluar**

A continuación, se analizará la erosión de plataforma tomando en cuenta los presupuestos invertidos de cada mes.

Cuadro 14

Evaluación de inversión de cada mes

Erosión de plataforma	
Mes	Inversión
Dic-17	S/ 25,150.05
May-18	S/ 21,154.69
Jun-18	S/ 31,616.56
Jul-18	S/ 39,225.84
Ago-18	S/ 47,865.25
Set-18	S/ 40,757.68
Oct-18	S/ 88,024.05
Nov-18	S/ 51,585.45
Dic-18	S/ 66,910.22

Fuente: Elaboración propia

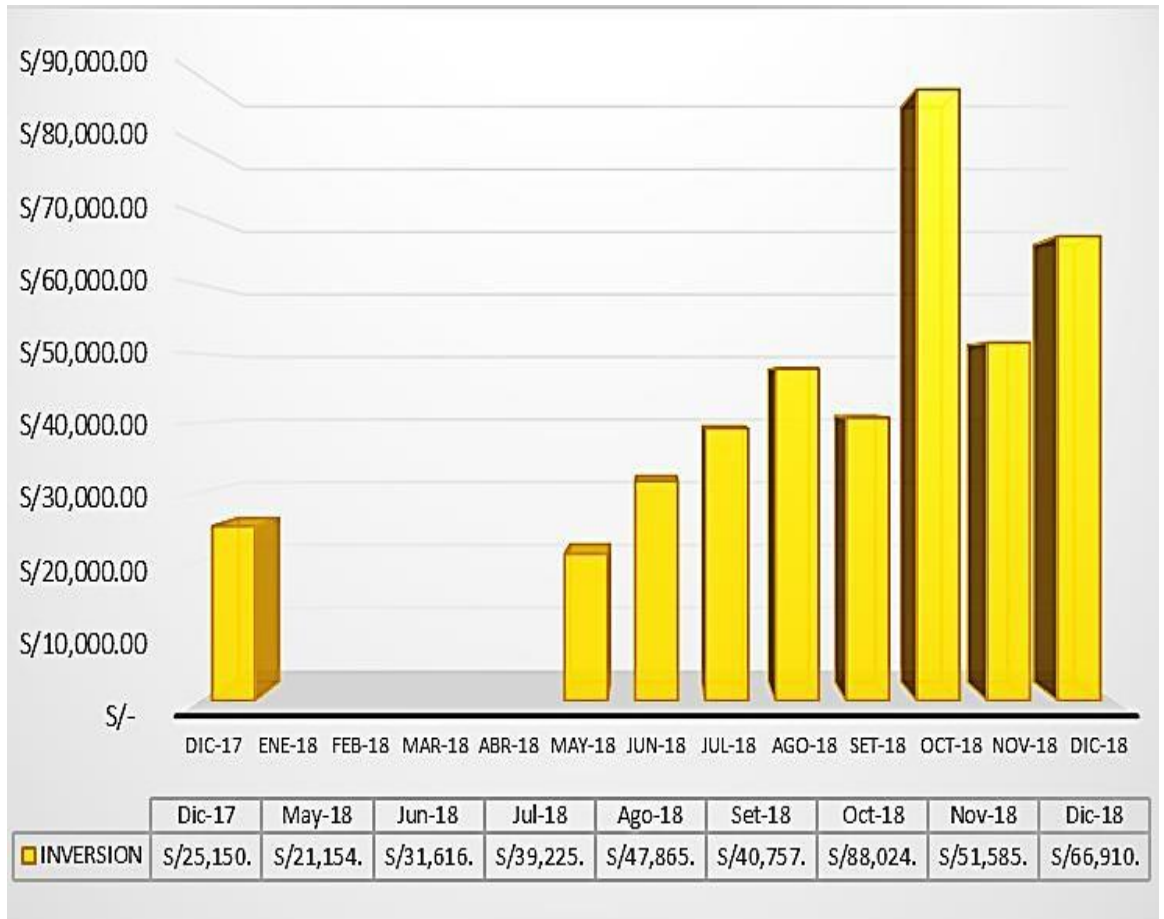


Gráfico 4: tipo y monto de inversión

Fuente: Elaboración propia

Se concluye que el punto con mayor inversión de cada mes, es en octubre del 2018, con el monto más alto de S/ 88 024.05.

Cuadro 15

Elección del km con mayor inversión

Erosión de plataforma		
Mes	KM	Inversión
Oct-18	721+150	S/. 64,259.31
	724+780	S/. 23,764.74

Fuente: Elaboración propia

Se concluye que el km 721+150 presento la mayor inversión de erosión de plataforma atendida, durante el periodo de octubre 2017 a abril 2019.

La emergencia seleccionada se produjo durante el periodo de lluvias; para la solución del desastre optaron por un muro de mampostería de piedra, atendiéndose en un periodo de 20 días, esta emergencia se encuentra registrada en el Sistema de Gestión de Conservación Vial (reportes diarios de emergencia en la red vial nacional), con la solución adoptada.

d) Datos del muro de mampostería - suelo de fundación (km. 721+150):

Según los ensayos de caracterización del tipo de suelo, se tiene que la calicata más próxima a la emergencia seleccionada (km 721+150), es el Sector de la Calicata C11, km: 717+434, antes mencionado.

La densidad fue tomada de los ensayos destructivos, tomando la densidad máxima, 2.092 gr/cm³, al ser una grava arcillosa, a menudo no presenta cohesión de partículas, por lo que $c=0$.

Datos:

$$Y = 2092 \text{ kg/m}^3$$

$$D_f = 1.2 \text{ m}$$

$$\phi = 40^\circ$$

$$C = 0 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{ult} = 4.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$L = 17 \text{ m}$$

$$H = 6.4 \text{ m}$$

$$V = 128 \text{ m}^3$$

Donde:

Y = peso específico

C = coeficiente de cohesión

ϕ = ángulo de fricción interna

L = longitud del muro

H = altura del muro

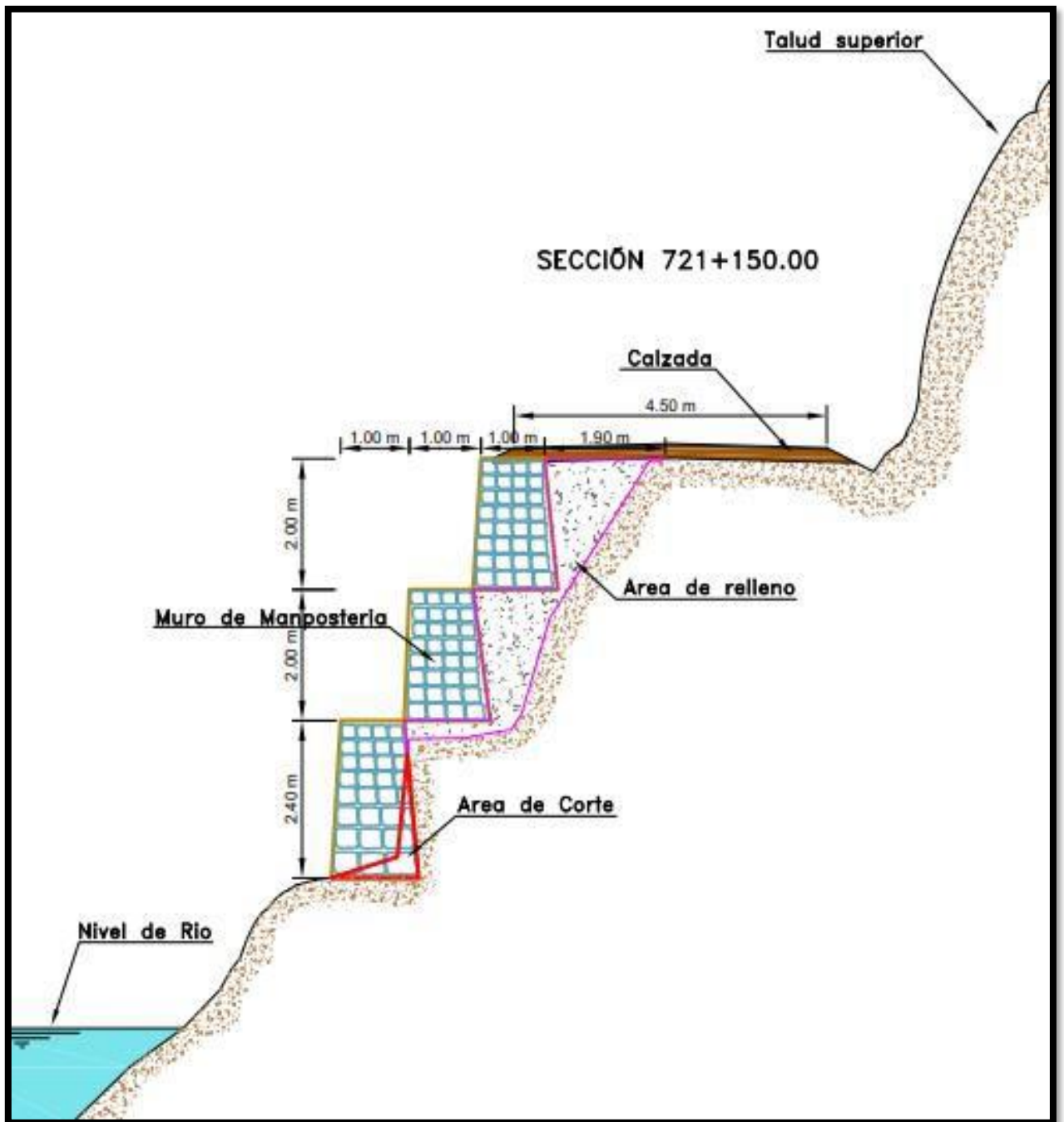


Figura 10: Diseño de muro de mampostería y piedra.
Fuente: Elaboración propia.

4.5.2. Diseño de pantalla con anclaje para el km 721+150

Cuadro 16

F.S. en cargas para diseño suponiendo estado limite ultimo

Cargas para el diseño	F.S. min.
Carga muerta: peso del muro	1
Carga muerta: peso del suelo	1
Sobrecarga	1.5
Carga sísmica	1
Carga de agua	1
Peso unitario	1
Angulo de fricción en la base	1.2
Resistencia a corte drenada	1.2
Resistencia a corte no drenada	2
Permeabilidad del suelo	1
Permeabilidad de filtro y drenajes	10
Resistencia a la compresión de roca	2
Peso unitario de H ₂ O	1
Peso unitario estructura (concreto, acero, etc.)	1
Resistencia de la estructura	Norma de diseño para cada tipo de estructura

Fuente: Alonso, 2001.

a) Diseño de anclajes metodo rigid (us army corps of engineers)

- Parámetros iniciales del diseño

H : Altura de excavación = 6.4 m

q_s : Sobrecargas externas = 12 KN/m²

Propiedades del suelo contenido

$Y = 2245 \text{ kg/m}^3 * 9.81 \Rightarrow Y = 22.02$
KN/m³

$\phi = 41^\circ$

$c = 0 \text{ kg/cm}^2$

Propiedades de los materiales

f'c = 21 Mpa

fy = 420 Mpa

- Cálculo por presión del suelo de la carga tota

$$F.S. = 1.5$$

$$\phi_{mob} = \tan^{-1} \left(\frac{\tan \phi}{FS} \right) \Rightarrow \phi_{mob} = 30.09^\circ$$

$$K_{Amob} = \tan \left(\frac{45^\circ - \phi_{mob}}{2} \right) \Rightarrow K_{Amob} = 0.14213$$

$$K_0 = 1 - \sin \phi \Rightarrow K_0 = 0.3439$$

$$K_{diseño} = \max. \text{valor} (K_0, K_{Amob}) \Rightarrow K_{diseño} = 0.34$$

$$T_L = K_0 * \gamma * H^2 / 2 \Rightarrow T_L = 155 \text{ KN/m}$$

$$h_1 = H / (1 + N^\circ \text{anclajes} * (\sqrt{130/54})) \Rightarrow h_1 = 2 \text{ m}$$

- Cálculo de distancias verticales entre ejes de anclajes

Prediseño	Distribución definitiva
Nº anclajes (n) = 2	H = 6.40 m
$H_{(2,n,n+1)} = \left(\frac{130}{54} \right)^{1/2} * H_1 = 2.4 \text{ m}$	H ₁ = 2 m
	H ₂ = 2.2 m
	H ₃ = 2.2 m

Cálculo de asentamientos del muro anclado

$$\delta_{(prom)} = H * 0.0015 \Rightarrow \delta_{(prom)} = 0.0096 \text{ m} \Rightarrow \delta_{(prom)} = 9.6 \text{ mm}$$

$$\delta_{(max)} = H * 0.005 \Rightarrow \delta_{(max)} = 0.032 \text{ m} \Rightarrow \delta_{(max)} = 32 \text{ mm}$$

$$\frac{\text{Distancia a la excavación (H(1) + H(2))}}{\text{Profundidad de excavación, (H)}} = 0.65625$$

$$\frac{\text{Asentamiento } (\delta)}{\text{Profundidad de excavación, (H)}} \% = 0.23$$

$$\delta_{(5m)} = H * \left(\frac{\text{Asentamiento } (\delta)}{\text{Profundidad de excavación, (H)}} \% \right) * 10$$

$$\Rightarrow \delta_{(5m)} = 14.72 \text{ mm}$$

$$\delta_{(\text{prom})} = 9.6 \text{ m} \leq \delta_{(5\text{m})} = 14.72 \text{ m} \leq \delta_{(\text{max})} = 32 \text{ mm ok!!}$$

$$\frac{\text{Distancia a la excavación (H(1) + H(2) + H(3))}}{\text{Profundidad de excavación, (H)}} = 1$$

$$\frac{\text{Asentamiento } (\delta)}{\text{Profundidad de excavación, (H)}} \% = 0.19$$

$$\delta_{(5\text{m})} = 12.16 \text{ mm}$$

$$\delta_{(\text{prom})} = 9.6 \text{ m} \leq \delta_{(5\text{m})} = 12.16 \text{ m} \leq \delta_{(\text{max})} = 32 \text{ mm ok!!}$$

- Diagrama de presión que estabiliza el corte (suelos granulares)

$$P = \frac{T_L}{\left(H - \frac{2h_1}{3}\right)} \Rightarrow P = 31 \text{ KN/m}^2$$

$$P_s = K_0 \cdot q_s \Rightarrow P_s = 4.1 \text{ KN/m}^2$$

q_s : Se toma como altura promedio de carga de suelo de 0.6 m, por sugerencia de la AASTHO.

- Fuerzas horizontales de los anclajes para suelos granulares (método áreas aferentes)

$$T_{H1} = \left(\frac{2h_1}{3} + \frac{h_2}{2}\right) * P + \left(h_1 + \frac{h_2}{2}\right) * P_s \Rightarrow T_{H1} = 88.23 \text{ KN/m}$$

$$T_{H2} = \left(\frac{h_2}{2} + \frac{h_2}{2}\right) * P + \left(\frac{h_2}{2} + \frac{h_2}{2}\right) * P_s \Rightarrow T_{H2} = 77.28 \text{ KN/m}$$

$$R_B = \left(\frac{3h_2}{16}\right) * P + \left(\frac{h_2}{2}\right) * P_s \Rightarrow R_B = 17.33 \text{ KN/m}$$

- Diseño de anclajes

S_H : separación similar a la altura relativa = 2m.

Ψ : Angulo de inclinación de anclajes recomendable (10° a 25°) = 24°

$$T_{D1} = \frac{T_{h1} * S_H}{\frac{\Psi * \pi}{\text{COS} \left(\frac{180}{\Psi} \right)}} \Rightarrow T_{D1} = 193.16 \text{ KN} \Rightarrow T_{D1} = 194 \text{ KN}$$

$$T_{D2} = T_{\text{max}} = \frac{T_{h2} * S_H}{\frac{\Psi * \pi}{\text{COS} \left(\frac{180}{\Psi} \right)}} \Rightarrow T_{D2} = 170 \text{ KN}$$

$$T_{\text{diseño}} = \max(T_{D1}, T_{D2}) \Rightarrow T_{\text{diseño}} = 194 \text{ KN}$$

- Longitud libre de anclaje

$$\alpha = \frac{45 + \phi_{mob}}{2} \Rightarrow \alpha = 60.05^\circ$$

$$n_1 = H * \tan\left(\frac{\pi}{2} - \alpha * \frac{\pi}{180}\right) \Rightarrow n_1 = 3.69 \text{ m}$$

$$m = n_1 * \frac{(H - H(1))}{H} \Rightarrow m = 2.54 \text{ m}$$

$$L_{L1} = \frac{m * \text{sen}\left(\frac{\alpha * \pi}{180}\right)}{\text{sen}\left(\pi - \frac{\alpha * \pi}{180} - \frac{\psi * \pi}{180}\right)} \Rightarrow L_{L1} = 2.21 \text{ m}$$

x : 1.5 m ó 1.28 m ← separación recomendada, entre línea de desplazamiento y inicio de la longitud del bulbo.

$$L_L = L_{L1} + x \Rightarrow L_L = 3.71 \text{ m} \Rightarrow L_L = 6.4 \text{ m}$$

- Longitud de bulbo de anclaje

Cuadro 17

Longitud de bulbo de anclaje

Suelo según tipo	Densidad relativa (SPT)	carga de transferencia
Arena y Grava	Suelta (5-10)	145 KN/m
	Media (10-30)	220 KN/m
	Densa (30-50)	290 KN/m
	Suelta (5-10)	100 KN/m
Arena	Media (10-30)	145 KN/m
	Densa (30-50)	190 KN/m
	Suelta (5-10)	70 KN/m
Arena y Limos	Media (10-30)	100 KN/m
	Densa (30-50)	130 KN/m
Mezcla de Arena y Arcilla de Baja Plasticidad	Dura (30-60)	30 KN/m
	Muy Dura (>60)	60 KN/m

Fuente: Figueroa, Rodríguez, Zelada, 2011.

Según sabatini

$$l_{b \max} = 12 \text{ m}$$

$$Q_{u \max} = 100 \text{ KN/m}$$

$$F.S. = 2$$

$$T_{\max} = 600 \text{ KN} > T_{\text{diseño}} = 194 \text{ KN}$$

Para una carga $T_{\text{diseño}}$ la longitud del bulbo es de:

$$L_b = \frac{T_{\text{diseño}} * F.S.}{Q_{u \max}} \Rightarrow L_b = 3.88 \text{ m}$$

- Estabilidad interna del muro anclado (condición estática)

Datos:

$$FS = 2$$

$$T_{\text{diseño}} = 194 \text{ KN}$$

$$P' = 14 \text{ KN/m}^2$$

$$D_b = 0.15^\circ$$

Distancia media de ubicación para los bulbos de anclaje

$$Z_{t1} = H_{(1)} * L_L * \text{sen} \left(\frac{\psi\pi}{180} \right) \Rightarrow Z_{t1} = 3.63 \text{ m}$$

$$Z_{t2} = H_{(1)} * H_{(2,n)} * L_L * \text{sen} \left(\frac{\psi\pi}{180} \right) \Rightarrow Z_{t1} = 5.83 \text{ m}$$

$$Z_{\text{tprom}} = \left(\frac{Z_{t1} + Z_{t1}}{N^\circ \text{ anclajes}} \right) \Rightarrow Z_{\text{tprom}} = 4.73 \text{ m}$$

Longitud del bulbo de:

$$l_b = \frac{FS * T_{\text{diseño}} * \phi\pi}{P' * 3.28\pi * Z_{\text{tprom}} * D_b * \tan \left(\frac{\phi\pi}{180} \right)}$$

$$\Rightarrow l_b = 4.36 \text{ m} \geq \text{Longitud de bulbo calculada inicialmente: } 3.8 \text{ m OK!}$$

Usar longitud de bulbo de: $\Rightarrow l_b = 5 \text{ m}$

- Longitud total del anclaje

$$L_T = L_L + L_b \Rightarrow L_T = 9.00 \text{ m}$$

Determinación de la distancia de la superficie a la primera cabeza de anclaje

$$z = H_1 + \left(L_T - \frac{L_b}{2} \right) \text{sen} \left(\frac{\psi\pi}{180} \right)$$

$$\Rightarrow z = 4.64 \text{ m} \geq \text{calculada inicialmente: } 4.5 \text{ m OK!}$$

Estabilidad interna del muro anclado (condición estática)

$$\begin{aligned} \gamma &= 22.0159 \text{ Kn/m}^3 & FS &= 1.5 & \phi_{mob} &= 30.0933^\circ \\ H &= 6.4 \text{ m} & K_{pmob} &= 6.4 & \delta_{mob} &= 30.0933^\circ \\ \phi &= 41^\circ \end{aligned}$$

Resultante al cruzar valores del cuadro de Caquot y Kerisel con $\delta_{mob} = \phi_{mob}$

Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4
d = 0.3	d = 0.5	d = 0.7	d = 1
H = 6.4	H = 6.4	H = 6.4	H = 6.4
$\xi = 0.047$	$\xi = 0.078$	$\xi = 0.109$	$\xi = 0.156$

Cuadro 18

Estabilidad interna del muro anclado

α°	P _{REQ}	α°	P _{REQ}	α°	P _{REQ}
50	143.514	50	140.813	50	132.479
51	146.156	51	143.507	51	135.173
52	148.487	52	145.868	52	137.514
53	150.516	53	147.908	53	139.511
54	152.250	54	149.635	54	141.174
55	153.697	55	151.055	55	142.510
56	154.863	56	152.174	56	143.525
57	155.751	57	152.998	57	144.224
58	156.366	58	153.528	58	144.610
59	156.709	59	153.769	59	144.685
60	156.782	60	153.721	60	144.451
61	156.586	61	153.385	61	143.909
50	143.514	50	140.813	50	132.479

Fuente: Elaboración propia

$$\text{MAX} = 156.782 \quad \text{MAX} = 153.769 \quad \text{MAX} = 144.685 \quad \text{MAX} = 119.828$$

$$\text{P}_{\text{REQ}} = (\text{Max. Valor})$$

$$\Rightarrow P_{REQ} = 156.782 \text{ KN} \leq \sum(T_{Hn} + R_B) = 182.84 \text{ KN} \quad \text{OK!}$$

$$\alpha^\circ = 60^\circ$$

$d = 0.3 \text{ m}$ ← se considera el empotramiento como una distancia mayor a la línea de falla del suelo

$d = 0.3 \text{ m}$ ← Se usará

$$h = 4.4 \text{ m}$$

$$L_{L1} = H + d * \left(\frac{\frac{90\pi}{\alpha\pi} - \frac{\alpha\pi}{\psi}}{\frac{180}{\alpha\pi} + \frac{180}{\psi}} \right) \Rightarrow L_{L1} = 2.36 \text{ m}$$

$$X = 1.5 \text{ m}$$

$$L_L = L_{L1} + X \Rightarrow L_L = 3.86 \text{ m} \geq \text{Longitud libre inicial: } 4 \text{ m} \quad \text{OK!}$$

Usar Longitud Libre de: $L_L = 4 \text{ m}$
 Chequeo longitud total de anclaje

$$L_T = L_L + L_b \Rightarrow L = 9 \text{ m} \quad \text{PRIMERA PRUEBA}$$

•Estabilidad externa del muro anclado (condición estática)

Primera y segunda fila de anclajes

$\phi = 41^\circ$	$\delta_{\text{mob}}(\text{caquot-kerisel}) = 30.09^\circ$	$Y = 22.02 \text{ KN/m}^3$
$FS = 1.5$	$S_H = 2 \text{ m}$	$H = 6.4 \text{ m}$
$d = 1.30 \text{ m}$	$\Psi = 24^\circ$	$H_1 = 2 \text{ m}$
$\phi_{\text{mob}}(\text{inicial}) = 30.09^\circ$	$q_s = 12 \text{ KN/m}^2$	$L_T = 9 \text{ m}$

$$n = \frac{q_s}{Y} \Rightarrow n = 0.55 \text{ m}$$

$$x = \frac{L_T - S_H}{3} * \cos\left(\frac{\Psi\pi}{180}\right) \Rightarrow x = 7.61 \text{ m}$$

$$X = \frac{x}{H + n} \Rightarrow X = 1.096 \text{ m}$$

$$Y = \frac{L_T - S_H}{3} * \sin\left(\frac{\Psi\pi}{180}\right) + H + n \Rightarrow Y = 5.93 \text{ m}$$

$$\alpha = 16.88^\circ$$

$$\lambda = \frac{y}{H + n} \Rightarrow \lambda = 0.854$$

$$\xi = \frac{d}{H + n} \Rightarrow \xi = 0.187$$

$$\phi_{mob} = 22.5 \quad \leftarrow \text{Valor buscado}$$

$$\delta_{mob} = \frac{2}{3 + \phi_{mob}} \Rightarrow \delta_{mob} = 15 \quad \leftarrow \text{Teoría de Coulomb}$$

$$K_{Pmob} = 3.62 \quad \leftarrow \text{Teoría de Coulomb}$$

$$K_{Amob} = \tan \left(\frac{45\pi}{180} - \frac{\phi_{mob}\pi}{2} \right) \Rightarrow K_{Amob} = 0.4465$$

Ecuación=0 \leftarrow este valor debe ser cero (0,0)

Cuadro 19

Estabilidad interna del muro anclado

Prueba	ϕ_{mob}	δ_{mob}	K_{Pmob}	K_{Amob}	A	B	A+B
1	18	18	2.65	0.5279	2.2093	-15.2412	-13.0319
2	19	19	2.85	0.5088	2.2055	-7.4963	-5.2908
3	20	20	3	0.4903	2.2021	-4.7605	-2.5584
4	21	21	3.25	0.4724	2.1972	-3.3148	-1.1176
5	22	22	3.5	0.4550	2.1921	-2.4401	-0.2480
6	22.5	22.5	3.62	0.4465	2.1895	-2.1232	0.0663
7	23	23	3.75	0.4381	2.1867	-1.8563	0.3304
8	24	24	4	0.4217	2.1810	-1.4409	0.7401
9	25	25	4.2	0.4059	2.1758	-1.1427	1.0331
10	26	26	4.6	0.3905	2.1673	-0.8739	1.2934
11	27	27	5	0.3755	2.1585	-0.6619	1.4966
12	28	28	5.4	0.3610	2.1492	-0.4914	1.6578
13	29	29	5.7	0.3470	2.1412	-0.3665	1.7747
14	30	30	6.4	0.3333	2.1259	-0.2111	1.9148

Fuente: Elaboración propia

$$FS = 3.031563125 \geq 1.5 \text{ OK!!!}$$

- Longitud líneas inferiores de anclajes

$$L_T = L_L + L_b \Rightarrow L = 4 + 5 \Rightarrow L = 9 \text{ m}$$

- Análisis de estabilidad interna (condición sísmica)

$k_h = 0.35 \rightarrow$ obtenido de tablade zona sísmica (3)

$$\begin{aligned} \omega_1 &= 10.29^\circ & \gamma &= 22.02 \text{ KN/m}^3 & K_A &= 0.21 \text{ x Rankine} \\ H &= 6.4 \text{ m} & \phi &= 41^\circ \\ q_s &= 12 \text{ KN/m}^2 & K_{AE} &= 0.43 \end{aligned}$$

Calculando los empujes:

$$E_{AE} = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_{AE} (1 - K_v) \left\{ 1 + \frac{2q_s \cos \theta}{\gamma H \cos(\beta - \theta)} \right\} \Rightarrow E_{AE} = 225.11 \text{ KN/m}$$

$$E_A = \frac{1}{2} \gamma K_A H^2 \Rightarrow E_A = 93.64 \text{ KN/m}$$

$$E_s = q_s H K_A \Rightarrow E_s = 15.95 \text{ KN/m} \leftarrow \text{Empuje activo por sobrecarga}$$

$$E_{s \text{ sismo}} = q_s H (K_{AE} - K_A) \Rightarrow E_{s \text{ sismo}} = 16.81 \text{ KN/m} \leftarrow \text{Empuje activo por sismo}$$

$$E_E = E_{AE} - E_A - E_s - E_{s \text{ sismo}} \Rightarrow E_E = 98.7 \text{ KN/m} \leftarrow \text{Empuje sísmico de tierra}$$

Diagrama de presión aparente de tierra

$$P = \frac{E_A}{H - \frac{1}{3H_1} - \frac{1}{3H_4}} \Rightarrow P = 18.73 \text{ KN/m}^2$$

$$T_{H1A} = \left(\frac{2H_1}{3} + \frac{H_2}{2} \right) P \Rightarrow T_{H1A} = 45.57 \text{ KN/m}$$

$$P_E = b = \frac{2(E_E)}{H} \Rightarrow P_E = 30.84 \text{ KN/m}^2$$

$$T_{H1E} = \left[\frac{P_E (2H - H_1 - \frac{H_2}{2})}{2H} \right] \left(H_1 + \frac{H_2}{2} \right) \Rightarrow T_{H1E} = 72.46 \text{ KN/m}$$

$$P_{sT} = \frac{(E_s + E_{s \text{ sismo}})}{H} \Rightarrow P_{sT} = 5.12 \text{ KN/m}^2$$

$$T_{H1sT} = \left(H_1 + \frac{H_2}{2} \right) P_{sT} \Rightarrow T_{H1sT} = 15.87 \text{ KN/m}$$

$$T_{H1} = T_{H1A} + T_{H1E} + T_{H1sT} \Rightarrow T_{H1} = 133.9 \text{ KN/m}$$

$$S_H = 2 \text{ m}$$

$$\psi = 24^\circ$$

$$T_{D1} = \frac{T_{H1} * S_H}{\cos\psi} \Rightarrow T_{D1} = 293.15 \text{ KN} \leq T_D = 400 \text{ N}$$

- Determinación de estabilidad externa (parámetro sísmico).

Medida de inclinación de la línea de falla en situación de sismo

$$A = \tan(\phi - \beta - \omega_1) \Rightarrow A = 0.4$$

$$B = \tan(\phi + \beta + \omega_1) \Rightarrow B = 0.35$$

$$\rho_A = (\phi - \omega_1) + \tan^{-1} \left(\frac{\{A(A^2 + 1)(A + B)\}^{1/2} - A^2}{1 + B(A^2 + 1)} \right) \Rightarrow \rho_A = 38.68^\circ$$

Primera línea de anclajes:

$$\frac{(H + d - H_1)}{\text{sen}(\rho_A + \psi)} = \frac{L_{1L}}{\text{sen}(90^\circ - \rho_A)}$$

$$L_{1L} = \frac{(H + d - H_1) * \text{sen}(90^\circ - \rho_A)}{\text{sen}(\rho_A + \psi)} \Rightarrow L_{1L} = 5.01 \text{ m} \geq 4 \text{ m OK!}$$

Longitud total de anclaje de: $L_T = L_L + L_b \Rightarrow L_T = 10.10 \text{ m}$

Usar Longitud del bulbo de: $L_b = 5 \text{ m}$

Usar Longitud libre de: $L_L = L_{1L} = 5.10 \text{ m}$

Segunda línea de anclajes:

$$L_{2L} = \frac{(H_{2n} + H_{2n} + d) * \text{sen}(90^\circ - \rho_A)}{\text{sen}(\rho_A + \psi)}$$

$$\Rightarrow L_{2L} = 5.01 \text{ m} \leq 4 \text{ m OK!}$$

Longitud total de anclaje de: $L_T = L_L + L_b \Rightarrow L_T = 10.10 \text{ m}$

Usar Longitud del bulbo de: $L_b = 5 \text{ m}$

Usar Longitud libre de: $L_L = L_{1L} = 5.10 \text{ m}$

- Fuerzas en los anclajes bajo condición sísmica

$$T_{H1} = \left(\frac{2H_1}{3} + \frac{H_2}{2}\right) P + \left[\frac{P_E (2H - H_1 - H_2/2)}{2H}\right] \left(H_1 + \frac{H_2}{2}\right) + \left(H_1 + \frac{H_2}{2}\right) P_{sT}$$

$T_{H1} = 133.90 \text{ KN/m}$ ← Tensión horizontal anclaje No. 1

$$T_{H2} = \left(\frac{H_2}{2} + \frac{H_3}{2}\right) P + \frac{P_E}{8H} (4H_1 H_2 - 3H_2^2 - 4H_1 H_2 + 4H_3 H_2 - 4H_1 H_3 - 3H_2 H_3 - H_3^2) + \left(\frac{H_2}{2} + \frac{H_3}{2}\right) P_{sT}$$

$T_{H2} = 78.71 \text{ KN/m}$ ← Tensión horizontal anclaje No. 2

$$R_B = \left(\frac{3H_4}{16}\right) P + \frac{P_E}{8H} H_4 + H_4 * P_{sT}$$

$R_B = 16.27 \text{ KN/m}$ ← Reacción en la base

- Cargas de diseño de los anclajes bajo condición sísmica

$S_H = 2 \text{ m}$ ← Separación Horizontal

$\Psi = 24^\circ$ ← Ángulo de inclinación de los anclajes

$$T_{D1} = \frac{T_{H1} * S_H}{\frac{\Psi * \pi}{\cos(180)}} \Rightarrow T_{D1} = 293.15 \text{ KN}$$

$$T_{D2} = T_{max} = \frac{T_{H2} * S_H}{\frac{\Psi * \pi}{\cos(180)}} \Rightarrow T_{D2} = 172.31 \text{ KN}$$

Usar Carga de Diseño de:

$$T_{diseño} = \max(T_{D1}, T_{D2}) \Rightarrow T_{diseño} = 293.15 \text{ KN}$$

- Cotejo de las cargas actuantes sobre los anclajes en ambas situaciones

Cuadro 20

Comparación de fuerzas de anclajes en ambos estados

Tipos	Fuerzas	Condiciones estáticas	Condiciones dinámicas
Anclaje 1	T_{D1}	194.00	293.15
Anclaje 2	T_{D2}	170.00	172.31
Reacción en la base	R_B	17.33	16.27

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 21

Propiedades de cables de acero de diámetro 15mm (ASTM A416, grado 270)

N°	Área nominal		Resistencia T_{PU}		Fuerza de presfuerzo					
					$0.8f_{pu}A_{ps}$		$0.7f_{pu}A_{ps}$		$0.6f_{pu}A_{ps}$	
	(in ²)	(mm ²)	(Kips)	(kN)	(Kips)	(kN)	(Kips)	(kN)	(Kips)	(kN)
1	0.217	140	58.6	260.7	46.9	209	41	182	35.2	156
2	0.434	280	117.2	521.4	93.8	418	82	364	70.4	312
3	0.651	420	175.8	782.1	140.6	626	123.1	547	105.5	469
4	0.868	560	234.4	1043	187.5	834	164.1	730	140.6	626
5	1.085	700	293	1304	234.4	1043	205.1	912	175.8	782
7	1.519	980	410.2	1825	328.2	1460	287.1	1277	246.1	1095
9	1.953	1260	527.4	2346	421.9	1877	369.2	1642	316.4	1408
10	2.604	1680	703.2	3128	562.6	2503	492.2	2190	421.9	1877
11	3.255	2100	879	3911	703.2	3128	615.3	2737	527.4	2346
12	4.123	2660	1113.4	4953	890.7	3963	779.4	3467	668	2972

Fuente: Elaboración propia

• Estimación de la carga de pre-esfuerzo inicial

Datos

$$T_{diseño} = 293.15 \text{ KN}$$

$$0.6 * f_{pu} * A_{ps} = 312 \text{ KN}$$

$$0.7 * f_{pu} * A_{ps} = 364 \text{ KN}$$

$$A_s = 280 \text{ mm}^2$$

$$T_{pu} = 521.4 \text{ KN}$$

$$E_c = 0.2 * 10^6 = 200\,000 \text{ Mpa}$$

Para $T_{\text{diseño}}$ Se busca un valor mayor

Longitudes libres de los anclajes

$$L_{L1} = 5.10 \text{ m}$$

$$L_{L2} = 5.10 \text{ m}$$

$$\Delta L_1 = \frac{T_{\text{diseño}} * L_{L1} * 1000}{A_s * E_c * 1000} \Rightarrow \Delta L_1 = 26.70 \text{ m}$$

$$\Delta L_2 = \frac{T_{\text{diseño}} * L_{L2} * 1000}{A_s * E_c * 1000} \Rightarrow \Delta L_2 = 26.70 \text{ m}$$

Perdidas por deslizamiento y carga de diseño a largo periodo de vida en anclaje:

$$\Delta f_{DA} = 6.35 \text{ mm}$$

$$\Delta f_{TD} = 8 \%$$

$$\Delta L_{T1} = (1 + \Delta f_{TD}) * \Delta L_1 + \Delta f_{DA} \Rightarrow \Delta L_{T1} = 35.18 \text{ mm}$$

$$\Delta L_{T2} = (1 + \Delta f_{TD}) * \Delta L_2 + \Delta f_{DA} \Rightarrow \Delta L_{T2} = 35.18 \text{ mm}$$

Carga inicial de pre-esfuerzo (lock-off)

$$T_1 = \frac{A_s * E_c * \frac{\Delta L_{T1}}{1000}}{\frac{L_{L1}}{1000}} \Rightarrow T_1 = 386.33 \text{ KN}$$

$$T_2 = \frac{A_s * E_c * \frac{\Delta L_{T2}}{1000}}{\frac{L_{L2}}{1000}} \Rightarrow T_2 = 386.33 \text{ KN}$$

Presión actuante, para el equipo de tensado:

$$f_1 = 200.06 \text{ Ksi}$$

$$f_2 = 200.06 \text{ Ksi}$$

ENTONCES UTILIZAR:65

- ✓ 2 cables de acero grado 270 de 15mm de diámetro nominal
- ✓ Área total: 280 mm² (0.434 ln²)
- ✓ Tensión en el jack de 386.33 ksi (lb/in²) para el primer nivel
- ✓ Tensión en el jack de 386.33 ksi (lb/in²) para el segundo nivel

DISEÑO DE PANTALLA DE REVESTIMIENTO

- Cálculo del momento máximo positivo en la dirección vertical

Según AASHTO, debido a cargas de presión de tierras horizontales, para condición de reposo es $\Gamma_{EH} = 1.35$ y $\Gamma_S = 1.50$ para sobrecarga.

$$\mathbf{Mu}_{(pas)} = \frac{\mathbf{H}^2(\Gamma_{EH}P + \Gamma_S P_S)}{10} \Rightarrow \mathbf{Mu}_{(pas)} = 23.252 \text{ KN.m/m}$$

- Determinación del momento flector en situación de sismo

$$\mathbf{Mu}_{(pos)} = \frac{\mathbf{H}^2(\Gamma_{EH}P_A + \Gamma_S P_S + \Gamma_{EQ}P_{E2} + \Gamma_{EQ}P_{S \text{ sismo}})}{10}$$

$$\Rightarrow \mathbf{Mu}_{(pos)} = 26.483 \text{ KN.m/m}$$

$$\frac{P_{E2}}{P_E} = \frac{H - H_1}{H} \Rightarrow P_{E2} = \frac{P_E(H - H_1)}{H} \Rightarrow P_{E2} = 21.21 \text{ KN/m}^2$$

$$\mathbf{MN} = \omega f'_c (1 - 0.59\omega) b d_e^2 ; \text{ donde } \phi_f = 0.9 \text{ (AASHTO)}$$

$$\rho_{min} = \frac{0.25\sqrt{f'_c}}{f_y} \Rightarrow \rho_{min} = 0.0027$$

$$\rho_{max} = 0.75 [0.85\beta_1 \frac{f'_c}{f_y} (\frac{600}{600 + f_y})] \Rightarrow \rho_{max} = 0.0159$$

$$\rho_{min} = 0.0027 \leq \rho = 0.0028 \leq \rho_{max} = 0.0159 \text{ OK!}$$

- Calculando el área de acero

$$A_{s \text{ req}} = \rho b d_e \Rightarrow A_{s \text{ req}} = 700 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$S = \frac{A_V(b)}{A_{s \text{ req}}} \Rightarrow S = 0.28 \text{ m} \therefore \text{Usar: } S = 200 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow 16 @ 200 \text{ mm}$$

$$M_{u(Neg)} = \frac{13(H^2)\Gamma_{EP}}{54} + \frac{P_E \Gamma_{EH}}{2} \Rightarrow M_{u(Neg)} = 52.68 \text{ MN.m/m}$$

- Análisis de flexión en el voladizo del muro para situaciones con sismo y por gravedad.

$$M_{uE} = \frac{P_E \Gamma_{EQ} (3H - H_1) (H_1)^2}{GH} \Rightarrow M_{uE} = 55.3 \text{ KN.m/m}$$

$$M_{uA} = \frac{13H^2 \Gamma_{EP} P_A}{54} + \frac{\Gamma_S P_{ST} H^2}{2} \Rightarrow M_{uA} = 39.18 \text{ KN.m/m}$$

$$M_{u(Neg)} = M_{uE} + M_{uA} \Rightarrow M_{u(Neg)} = 94.44 \text{ KN.m/m}$$

Determinación de la sección de acero demandado por la pantalla por flexión negativa, se considera un recubrimiento de 7.5 cm al estar en contacto con el terreno

$$\omega - 0.59\omega^2 = \frac{M_{u(Neg)}}{\phi f'_c b d_e^2} \Rightarrow \omega_1 = 1.59 \quad \wedge \quad \omega_2 = 0.1052$$

$$\therefore \text{Usar: } \omega = 0.1052$$

$$\rho = \frac{\omega f'}{f_y} = \Rightarrow \rho = 0.0053$$

$$\rho_{\min} = 0.0027 \leq \rho = 0.0053 \leq \rho_{\max} = 0.0159 \text{ OK!}$$

- Calculando el área de acero

$$A_{s \text{ req}} = \rho b d_e \Rightarrow A_{s \text{ req}} = 1183.92 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Propuesta de acero: al ser la sollicitación una superior cantidad, se plantea una cuantía menor a la mínima, esta es $\rho = 0.00228$ y el peralte efectivo $d_e = 22.5 \text{ cm}$ (Re.=7.5 cm, superficie en contacto con el suelo, recomendación AASHTO).

$$A_{s \text{ corr}} = \rho b d_e \Rightarrow A_{s \text{ corr}} = 630 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Proponer varilla N°13 ($A_v = 129 \text{ mm}^2$) como acero corrido Separación de acero corrido propuesto

$$S = \frac{A_v(b)}{A_{s \text{ corr}}} \Rightarrow S = 0.20 \text{ m} \leq 0.30 \text{ m} \text{ OK!!} \quad \therefore \text{Usar: } 200 \text{ mm}$$

- Se determina los aceros que compensan la demanda de flexión negativa.

$$A_{sb} = A_{s \text{ req}}(\text{Negativo}) - A_{s \text{ corr}} \Rightarrow A_{sb} = 553.92 \text{ mm}^2/\text{m}$$

- Separación de acero remanente

Proponiendo varilla N° 16 ($A_v = 199 \text{ mm}^2$), calculando el número de varillas por metro:

$$N^\circ = \frac{A_v(b)}{A_{s \text{ corr}}} \Rightarrow N^\circ = 2.78 \text{ varillas/m} \quad \therefore \text{Usar: } 3 \text{ varillas/m}$$

Determinamos el espaciamiento de las 3 varillas en el intervalo de placa mínimo (200 mm), debe cumplir sobrepasar al diámetro nominal:

$$S = \frac{b}{N^\circ} \Rightarrow S = 66.66667 \text{ mm} \geq d_b = 15 \text{ mm} \text{ OK!!}$$

En consecuencia, hacer uso de 3 bastones, de número 16 en la sección de anclaje

Determinación de distancia de desarrollo de bastones sometidos a flexiones negativas con contribución de momentos negativos por la sección de acero planteada N° 13 @ 200 mm ($A_{Prop} = 635 \text{ mm}^2 / \text{m}$), entonces:

$$\rho = \frac{A_{S \text{ prop}}}{b d_e} \Rightarrow \rho = 0.0028, \quad \omega = \frac{\rho f_y}{f'_c} \Rightarrow \omega = 0.0564$$

$$M_{u(\text{pas})} = \phi_f \omega f'_c (1 - 0.59\omega) b d_e^2 \Rightarrow M_{u(\text{pas})} = 52.21 \text{ KN.m/m}$$

$$M_{uA} = \frac{13\Gamma_{EH}X^2P}{54} + P_s\Gamma_s(x) \left(\frac{x}{2}\right) + \frac{\Gamma_{EQ}P_E(3H-x)x^2}{6H} + \Gamma_{EQ}P_{S \text{ sismo}} \left(\frac{x}{2}\right)$$

$$\Rightarrow x = 1.33 \text{ m} = 1330 \text{ mm}$$

$$l_d = (H_1 - x) + 12d_v \Rightarrow l_d = 860.8 \text{ mm}$$

$$l_d = (H_1 - x) + d_e \Rightarrow l_d = 895 \text{ mm}$$

Barras menores:

$$l_d = \left(\frac{18f_y\Psi_t\lambda_e}{25\sqrt{f'_c}}\right) d_v \Rightarrow l_d = 1049.23 \text{ mm}$$

Precisando los factores, resulta:

$\Psi_e = 1$ (refuerzo sin revestimiento epóxido)

$\Psi_t = 1$ (no existe 30 cm. de concreto debajo de la barra)

$\lambda = 1$ (concreto de peso normal)

$$T_{Tb} = 2l_d \Rightarrow T_{Tb} = 2098.45 \text{ cm}$$

Por lo tanto, usar varilla N° 16 @ 199 mm

- El análisis de acero sometido a momentos flectores horizontales.

Determinación del momento máximo positivo en el eje horizontal

$$M_{u(Pos)} = \frac{\Gamma_{EH}P S_H^2}{10} + \frac{\Gamma_S P_S S_H^2}{10} \Rightarrow M_{u(Pos)} = 19.216 \text{ KN.m/m}$$

Donde:

$$\rho = \frac{\omega f'_c}{f_y} \Rightarrow \rho = 0.0008 \leq \rho_{\min} = 0.0027 \quad \therefore \text{Usar: } \rho_{\min} = 0.0027$$

$$A_{s \min} = \rho_{\min} b d_e \Rightarrow A_{s \min} = 657 \text{ cmm}^2 / \text{m}$$

Separación de acero propuesto

$$S = \frac{A_v b}{A_s \text{ min}} \Rightarrow S = 0.29 \text{ m} \leq 0.3 \text{ m OK!!} \quad \therefore \text{ Usar: } 250 \text{ mm}$$

Emplear varilla N°16 @ 250 mm, a lo largo de la estructura.

- Determinación del momento máximo nominal negativo en el eje horizontal.

$$M_{u(Neg)} = \frac{PS^2}{8} + \frac{S^2 \Gamma_S P_S}{8} \Rightarrow M_{u(Neg)} = 24.02 \text{ MN} - \text{m/m}$$

Usar $\omega = 0.0255$

$$\rho = \frac{\omega f'_c}{f_y} \Rightarrow \rho = 0.0013 \leq \rho_{\text{min}} = 0.0027 \quad \therefore \text{ Usar: } 0.0027$$

$$A_s \text{ min} = \rho_{\text{min}} b d e \Rightarrow A_s \text{ min} = 607.5 \text{ cmm}^2/\text{m}$$

Usar $A_{s \text{ min}} = 607.5 \text{ cmm}^2/\text{m}$, proponer varilla N° 13 ($A_v = 129 \text{ mm}^2$)

- Separación de acero propuesto

$$S = \frac{A_v b}{A_s \text{ min}} \Rightarrow S = 0.21 \text{ m} \leq 0.3 \text{ m ok!!}$$

- Diseño de la placa de apoyo

$$A = \left(\frac{T_b}{350 f'_c} \right) \Rightarrow A = 0.0544 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{crit}} = (D+2m) \cdot (D+2m) \Rightarrow m_1 = 0.0741 \text{ m} \quad \wedge \quad m_2 = 8.25 \text{ m}$$

- Área de la placa:

$$A_p = (D+2m) \cdot (D+2m) \Rightarrow A_p = 0.0625 \text{ m}^2 > 0.05 \text{ m}^2 \quad \text{OK!!}$$

Tomando en cuenta que los lados de una placa no deben superar el doble del ϕ de perforación ($4" = 15 \text{ cm} < E=F=25 \text{ cm}$) y nunca ser menores de 20 cm. El doble de diámetro de perforación.

Resulta: $2 \cdot 15 \text{ cm} = 30 \text{ cm} > E = F = 25 \text{ cm}$

Cálculo del momento flector:

$$M = \left(\frac{T_b}{A_p} \right) (m) \left(\frac{m}{2} \right) \Rightarrow M = 0.0218 \text{ MN} \cdot \text{m}$$

Empleamos el valor del momento, para determinar el espesor de la placa:

$$t_p = \sqrt{\frac{6M}{F_b}} \Rightarrow t_p = 0.0264 \text{ m} = 26.4121 \text{ mm} \quad \therefore \text{Usar : } t_p = 1 \frac{1}{6} \text{ in}$$

- Determinando el soporte a punzonamiento de la pantalla

$$D'_c = E = F + t_F \Rightarrow D'_c = 0.55 \text{ m}$$

Sustituyendo en la ecuación anterior tenemos:

$$\phi_p V_c = \phi_p 330 \sqrt{f'_c} \pi D'_c t_F \Rightarrow \phi_p V_c = 705.5 \text{ KN}$$

En muros anclados de situación inalterable (FS = 1.5) y la carga puntual de diseño para el anclaje (TD) de 400 KN, se obtiene:

$$(F.S.) T_D = 600 \text{ KN} < \phi_p V_c = 705.5 \text{ KN} \quad \text{OK!!}$$

Cuadro 22

Resumen de diseño y anclajes

niveles	2
Ángulo de inclinación de anclajes	24°
Separación horizontal entre anclajes (m)	2
Profundidad de anclajes	2.0 m (primer nivel) y 4.2 m (segundo nivel)
Diámetro de perforación de anclajes	6" (15cm)
Longitud de bulbo de los anclajes (m)	5
Longitud libre de primer nivel (m)	5.1
Longitud libre de segundo y tercer nivel (m)	5.1
Refuerzo de tendón	2 ϕ 15mm, cables grado 270
Trompeta	6" (150mm)
Espaciadores (m)	@ 2.0
Diámetro de cabeza de anclaje (cm)	8.5
Centralizadores (m)	@ 2.0
Presión de Jack para carga de transferencia en primer nivel anclaje	386.33 Ksi (2663 Mpa)
Presión de Jack para carga de transferencia en segundo y tercer nivel anclaje	386.33 Ksi (2663 Mpa)

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 23

Resumen de diseño - pantalla de revestimiento

LECHO EXTERIOR	
Dirección vertical	N° 5 @ 20 cm
Dirección horizontal	N° 5 @ 25 cm
LECHO INTERIOR	
Dirección vertical	N° 5 @ 20 cm
Dirección horizontal	N° 5 @ 20 cm
Malla adicional para momento negativo	4 N° 5 de longitud 210 cm en la dirección vertical.
Placa de apoyo	25x25 cm de 26.98 mm (1 1/16 in) de espesor. Acero grado 36 (250 Mpa)
DRENAJES	
Drenaje en pantalla	2.5 m de longitud, 5 cm sobresalen de pantalla, 0.6 m de sección no ranurada y 1.35 m de sección ranurada recubierta con geotextil
Drenaje en pie y corona de muro	Canaletas de concreto simple ($f'c=180$ Kg/cm ²)

Fuente: elaboración propia.

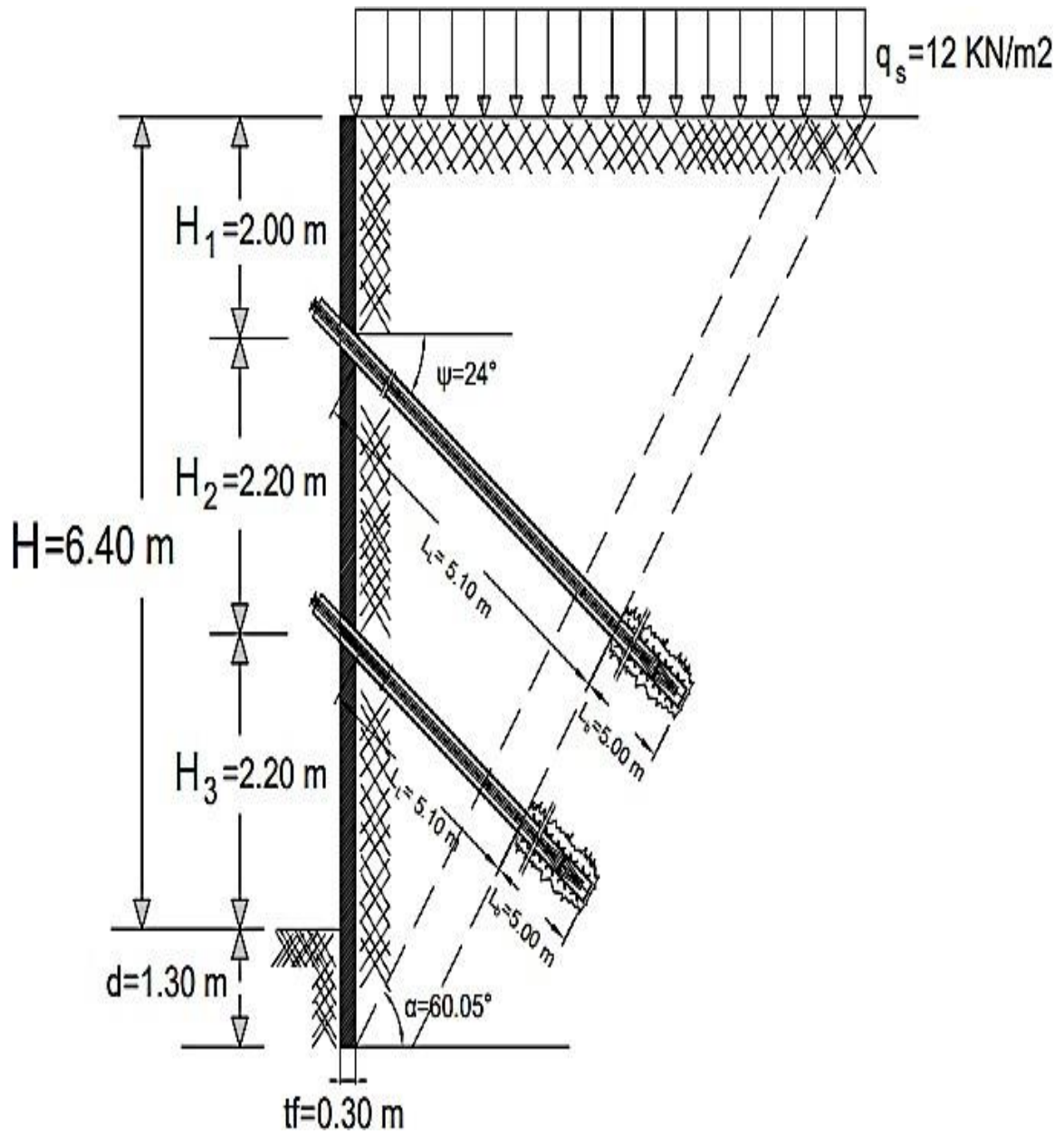


Figura 11: Diseño de distribución de pantalla con anclaje.
 Fuente: Elaboración propia.

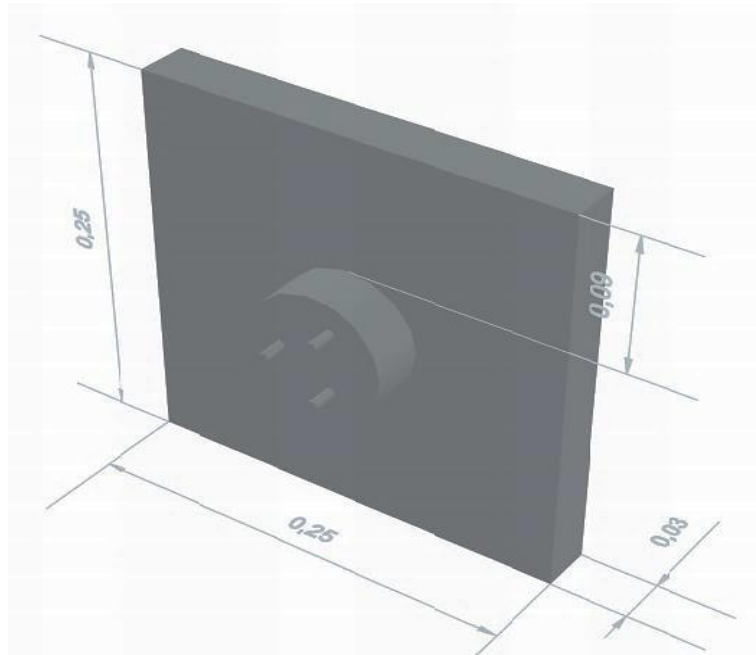


Figura 12: Cabezal de metal.
Fuente: Elaboración propia.

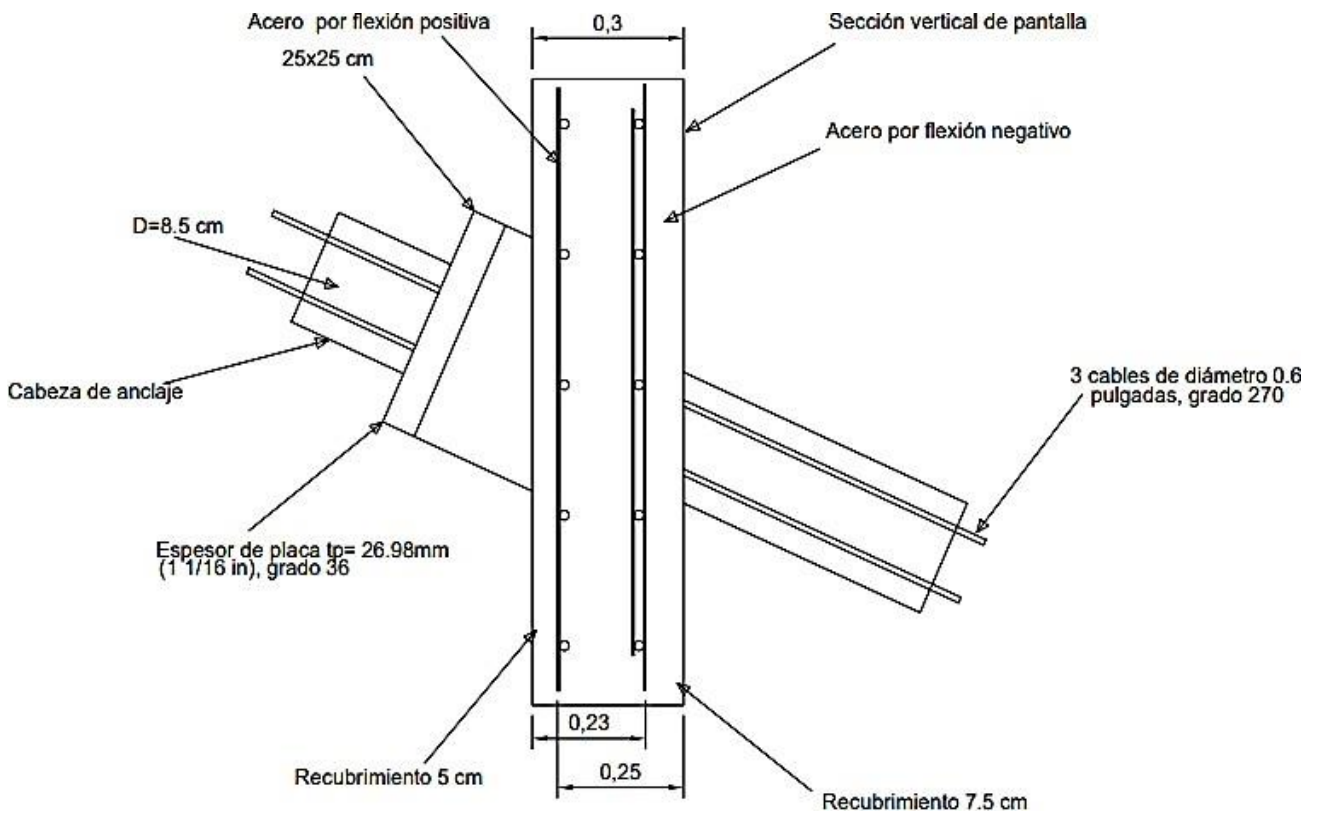


Figura 13: Diseño de distribución de cabezal de anclaje
Fuente: Elaboración propia.

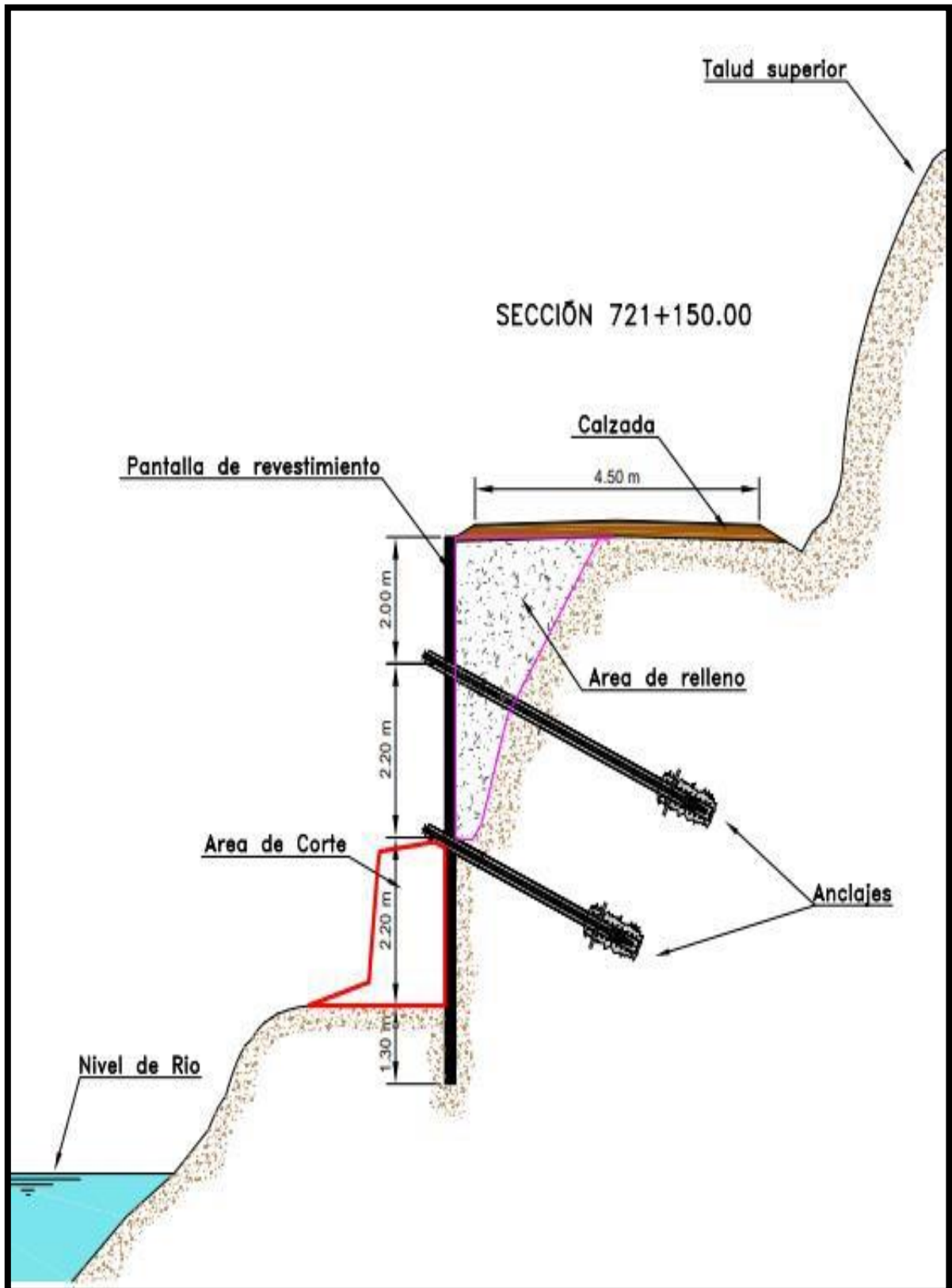


Figura 14: Diseño final lateral de pantalla con anclaje.
Fuente: Elaboración propia.

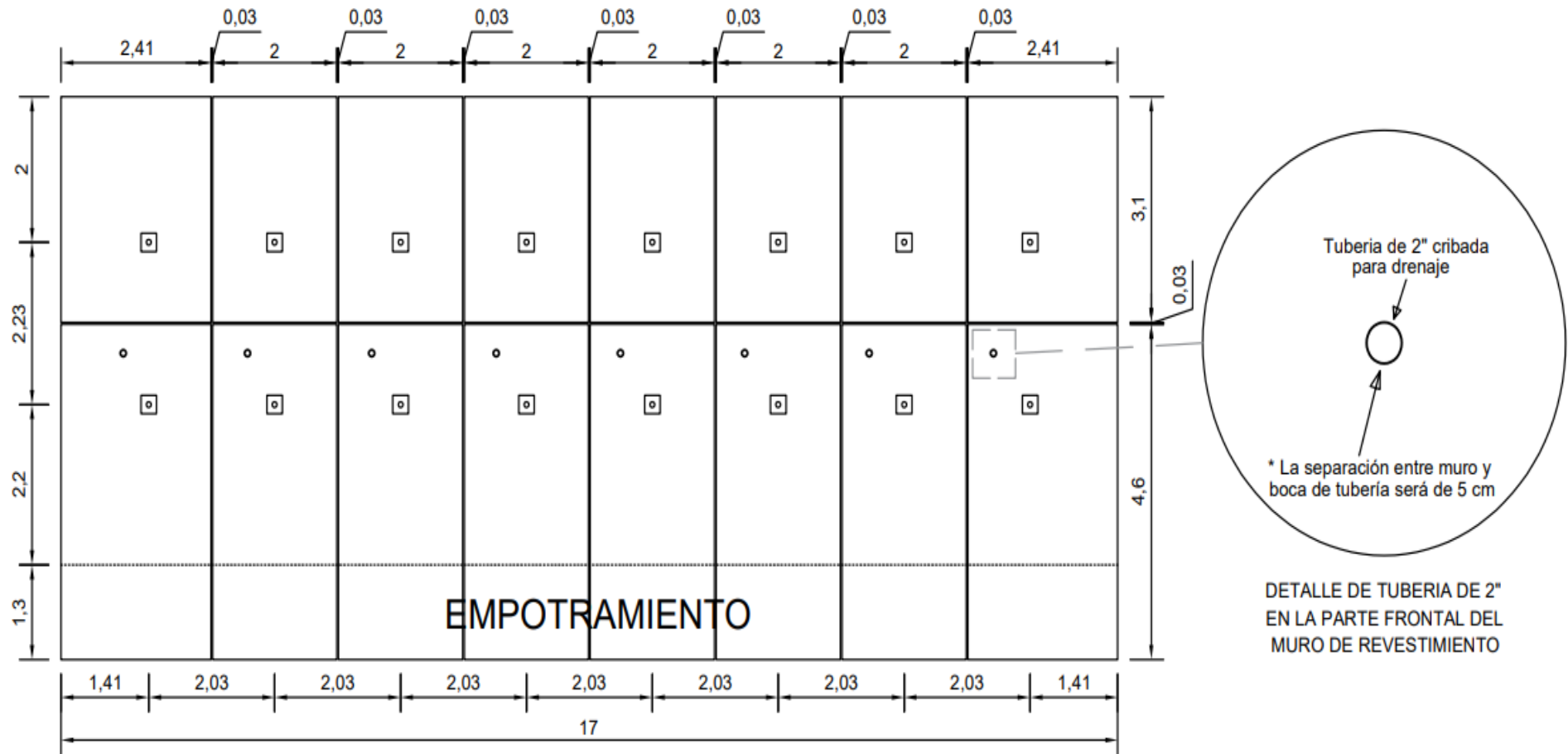


Figura 15: Diseño longitudinal de distribución de pantalla.
Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 24

Presupuesto de pantalla con anclaje.

Presupuesto

Presupuesto	0201001	"ANÁLISIS DE PUNTOS CRÍTICOS Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN ANTE LOS DESASTRES NATURALES DEL CORREDOR VIAL "CHUQUICARA – PUENTE HUAROCHIRI"		
Subpresupuesto	001	"ANÁLISIS DE PUNTOS CRÍTICOS Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN ANTE LOS DESASTRES NATURALES DEL CORREDOR VIAL "CHUQUICARA – PUENTE HUAROCHIRI"		
Cliente	PROPUESTA DE SOLUCIÓN			Costo al
Lugar	ANCASH - SANTA - CHIMBOTE			11/01/2021

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PRELIMINARES				755.00
01.01	SEÑALIZACION DE OBRA DURANTE LA EJECUCION	glb	1.00	755.00	755.00
02	TRAZO, NIVEL Y REPLANTEO				411.40
02.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	34.00	2.10	71.40
02.02	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL Y DURANTE LA EJECUCION DE OBRA	m2	34.00	10.00	340.00
03	ESTRUCTURAS				9,405.18
03.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				9,405.18
03.01.01	EXCAVACION DE MATERIAL PARA MURO ANCLADO	m3	54.40	52.00	2,828.80
03.01.02	RELLENO COMPACTADO C/EQUIPO LIVIANO	m2	54.40	17.36	944.38
03.01.03	PERFORACIÓN PARA PUNTOS DE ANCLAJE	und	16.00	352.00	5,632.00
04	CONCRETO SIMPLE				48.43
04.01	ANCLAJE				48.43
04.01.01	LECHADA DECONCRETO $f_c=210$ kg/cm ²	m3	0.18	269.04	48.43
05	CONCRETO ARMADO				58,679.62
05.01	PANTALLA DE REVESTIMIENTO				58,679.62
05.01.01	CONCRETO $f_c= 210$ kg/cm ²	m3	39.27	269.04	10,565.20
05.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	140.62	56.37	7,926.75
05.01.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	7,276.80	5.47	39,804.10
05.01.04	JUNTAS ENTRE PANTALLAS DE REVESTIMIENTO	m	70.90	5.41	383.57
06	ESTRUCTURA METALICA				7,742.49
06.01	ANCLAJE				7,742.49
06.01.01	CABLE TIPO 4A GRADO 270	m	177.60	31.98	5,679.65
06.01.02	PLACA Y CABEZA DE APOYO DE ANCLAJE	m2	1.00	11.48	11.48
06.01.03	COLOCACIÓN DE CABLES DE ACERO	und	272.00	6.13	1,667.36
06.01.04	PUNTOS DE POSTENSADO CON TENSADORA	und	16.00	24.00	384.00
07	ARQUITECTURA				3,713.53
07.01	REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS				3,713.53
07.01.01	TARRAJEO EN PANTALLA DE REVESTIMIENTO CON CEMENTO - ARENA	m2	160.62	23.12	3,713.53
08	VARIOS				288.20
08.01	DRENAJE DE AGUAS SUBTERRANEAS				288.20
08.01.01	TUBERIA CRIBADA DE 2" - PARA DRENAJE DE AGUA SUBTERRANEA	m	20.00	14.41	288.20
	Costo Directo				81,043.85

SON : OCHENTIUM MIL CUARENTITRES Y 85/100 NUEVOS SOLES

Fuente: elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

El muro de mampostería permite solucionar el problema por un periodo corto (menor a un año), debido a los fenómenos presentados, sin embargo, la propuesta es realizar un muro pantalla con anclaje teniendo un periodo de vida de mínimo a 10 años. La propuesta pretende solucionar el problema de manera confiable y segura, tomando en cuenta las condiciones que se presentan, con la finalidad de reducir los costos de inversión a largo plazo.

Cuadro 25

Cuadro comparativo

Muro Según	Mampostería de piedra	Pantalla con anclaje
Inversión	S/ 64 259.31	S/. 81 043.85
Periodo de vida	Máximo 1.5 años	Máximo 10 años
Inversión en un periodo de 5 años	S/. 214 197.70	S/. 81 043.85

Fuente: elaboración propia.

Por el cual se puede decir que en un periodo de 5 años se tendrá una inversión de S/. 214 197.70 soles, con una construcción de muro de mampostería de piedra, sin embargo, con la construcción de pantalla con anclaje se tendrá una inversión de S/. 81 043.85, en el periodo de 5 años. Por el cual se puede decir que el muro pantalla con anclaje mediante el análisis realizado es la mejor alternativa que se adapta al proyecto por su mayor periodo de vida y menor inversión a largo plazo.

VI. CONCLUSIONES

1. Las erosiones de plataforma se presentaron durante el periodo de lluvias, esto debido a su tipo de suelo, ocasionando así una transitabilidad interrumpida en los tramos afectados; estos desastres se originaron por grandes precipitaciones pluviales, que generaron el incremento del caudal en el Rio Santa, que causan deslizamiento de taludes y erosión del terreno de fundación, dejando al muro de mampostería sin consistencia en la base, ya que está funciona por puntos de apoyo (equilibrio de fuerzas).
2. Del análisis realizado se obtiene que la mejor alternativa que se adapta al proyecto es el muro pantalla con anclaje por su mayor periodo de vida y menor inversión a largo plazo. Se consideran a los muros con anclajes como losas continuas que soportan cargas del terreno y sobrecargas (circulación de vehículos en la vía) y los apoyos son las fuerzas de tirantez producidas por los anclajes insertados en la tierra.
3. La propuesta planteada logra reducir el gasto en las reparaciones continuas viales y extender el periodo de vida de la carretera reduciendo las interrupciones a la transitabilidad y seguridad vial.

VII. RECOMENDACIONES

En la presente investigación se presentaron diversas emergencias en el tramo de estudio, las cuales pueden ser planteadas para futuras investigaciones a un análisis de la mejor alternativa de solución para cada punto crítico.

A continuación, se plantea posibles soluciones los cuales deberán ser evaluados y analizar la pertinencia de los mismos:

Cuadro 26

Posibles alternativas de solución ante puntos vulnerables.

Emergencia suscitada	Solución planteada por el CVS	Solución recomendada
Alud de lodo y piedras (huayco)	Eliminación del Huayco	Construcción de un Baden de concreto.
Erosión de plataforma	Construcción de un muro de mampostería de piedra	Construcción de pantalla con anclaje
Perdida De Plataforma	Construcción de un muro de mampostería de piedra	
Caída de roca	Voladura de roca.	Inyecciones de concreto o colocación geomallas.

Fuente: elaboración propia.

Es preciso indicar que se debe tener en cuenta todos los sucesos ocurridos en la vía de periodos anteriores, con el fin de prever la atención de emergencias, además de realizar el análisis de toda la vía, ya que es posible encontrar zonas de inminente desastre, los cuales pueden ser prevenidos.

En base a esta propuesta de solución se puede generalizar a las demás zonas vulnerables que presentan erosión de plataforma con la alternativa más favorable siendo el muro pantalla con anclaje, la elaboración de pantalla con anclaje se debe realizar en tiempo de estiaje.

REFERENCIAS

- Alonso, A. (2001). Dirección Técnica de la Dirección General de Carreteras 2001 (*Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno*). Madrid. Recuperado de: https://www.mitma.es/recursos_mfom/0710300.pdf
- Carbajal, G. y Bermudez, D. (2017). First run study y optimización de procesos en la construcción de muros anclados. (*Título profesional*). Pontifica universidad catolica del peru, peru, lima. Recuperado de: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/9387/CARBAJAL_GIANCARLO_OPTIMIZACION_PROCESOS_CONSTRUCCION_MUROS_ANCLADOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Carrillo, A. (2015). Población y Muestra. (*Diapositiva*). Universidad Autonoma del estado de Mexico, Mexico. Recuperado de: <http://ri.uaemex.mx/oca/view/20.500.11799/35134/1/secme-21544.pdf>
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. (2015). (*Manual Para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales*). Lima. Recuperado de: https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. (2020). Escenario de riesgo por déficit de lluvias en la costa y sierra norte del Perú para el periodo setiembre – noviembre. Lima. Recuperado de https://cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/2020/09/ESCENARIO-DE-RIESGO-DEFICIT_PP.pdf
- Chingay, J. (2015). *Muros Anclados*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/292948827/Muros-Anclados>
- Contraloría General de la República (2015). Efectividad de la inversión pública a nivel regional y local durante el periodo 2009 al 2014. Lima, Perú. Recuperado

de: http://doc.contraloria.gob.pe/estudios-especiales/estudio/2016/Estudio_Inversion_Publica.pdf

Desde el murete (2015). Elementos principales de anclajes. (*Blog de geotecnia, cimentaciones especiales y tratamientos del terreno*). España. Recuperado de: <https://desdeelmurete.com/elementos-principales-de-anclajes/>

Decreto Supremo N° 044-2008-MTC. (2008) Recuperado de: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_1607.pdf

Dirección general de caminos y ferrocarriles (2018). Manual de Carreteras: diseño geométrico. Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Lima. Recuperado de: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf

Espinoza, E. (2016). Universo, muestra y muestreo. (*Diapositiva*). Universitat Internacional de Catalunya, Barcelona. Recuperado de: <http://www.bvs.hn/Honduras/UICFCM/SaludMental/UNIVERSO.MUESTRA.Y.MUESTREO.pdf>

Grupo BID, Conference of Parties25. (2019). “Rumbo a COP25”. (*Blogpost.*). Chile. Recuperado de: <https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/es/midiendo-la-vulnerabilidad-ante-desastres/>

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. (*6a Edición*). México. Recuperado de: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Informe mensual Consorcio Vial Sihuas. (2017). (*Contrato complementario N° 087-2017-MTC/20*). Peru.

Informe de puntos críticos. (2017). Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Lima.

Lacera, G. (2015). Modelamiento de muros anclados para la estabilización de excavaciones en la construcción del proyecto Iswará del sector comercial del municipio de Barrancabermeja. (*Tesis de Especialización*). Universidad de Santander. Colombia. Recuperado de: <https://repositorio.udes.edu.co/bitstream/001/2918/1/Modelamiento%20de%20muros%20anclados%20para%20la%20estabilizaci%C3%B3n%20de%20excavaciones%20en%20la%20construcci%C3%B3n%20del%20proyecto%20ISWAR%C3%81%20sector%20comercial%20del%20municipio%20de%20Barrancabermeja%2C%20Santander.pdf>

Lince, L., y Castaño, W. (2019). Pérdidas potenciales de suelo por erosión hídrica en la región cafetera del departamento de Risaralda. (*Revista Cenicafé*). Colombia. Recuperado de: <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc070%2802%29055-066.pdf>

Manual de carreteras conservación vial. (2013). Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Lima. Recuperado de: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4877.pdf

Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial (2018). Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Lima. Recuperado de: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_9%20MCV-2014_2016.pdf

Manual de hidrología, hidráulica y drenaje (2018). Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Lima. Recuperado de: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_2950.pdf

Martos, R. (2013). Estudio del comportamiento de anclajes al terreno en muros. (*Tesis de Título Profesional*). Universidad de Barcelona, Barcelona.

Recuperado de:
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/21416/Estudio%20del%20comportamiento%20del%20anclaje%20al%20terreno%20en%20muros%20de%20gran%20altura.pdf>

Ministerio de Economía y Finanzas, Grupo Banco Mundial y Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (2016). Estrategia integral de protección financiera ante el riesgo de desastres asociados a fenómenos naturales. Perú.

Recuperado de: http://www.redulac-argentina.com/7-%20Bot%C3%B2n%20Biblioteca/Libros/L%20UNCUYO/transferencia_del_riesgo_Per_2016.pdf

Ortiz, A. (2017). Propuesta de un Modelo Dinámico para la prevención de Desastres Naturales en la Zona de Campoy, 2017. (*tesis de título profesional*). Universidad Privada Norbert Wiener, Perú. Recuperado de:

<http://repositorio.uwiener.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/123456789/660/T%203%8dTULO%20-%20ORTIZ%20G%20LVEZ%20ALEX%20HALEY.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Plan de gestión vial. (2017). Consorcio Vial Sihuas. (*Contrato complementario N° 087-2017-MTC/20*). Perú.

Perú Construye. (*Revista*). (2017). Perú. Recuperado de:
<https://peruconstruye.net/2018/11/16/mas-de-300-vias-nacionales-resultaron-afectadas-por-lluvias-en-marzo/>

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2016) Glosario de términos - Gestión de Riesgo de Desastres. Recuperado de:
<https://www.undp.org/content/dam/rblac/docs/Research%20and%20Publications/Repository/Cuba/UNDP-RBLAC-FORSATCU.pdf>

Real Academia Española (2020). Real Academia de Lengua Española. Recuperado de: <https://dle.rae.es/tiempo>

Reguant, M., y Martínez, F. (2014). Operacionalización de conceptos/ variables. Universidad de Barcelona, Barcelona, España. Recuperado de: <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/57883/1/Indicadores-Repositorio.pdf>

Rengifo, J. (2015). Muros Anclados en Arenas, Análisis y Comparación de Técnicas de Anclajes . (*Título Profesional*). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. Recuperado de: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/6730/RENGIFO_JOSE_MUROS_ANCLADOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sánchez, H., y Reyes, C. y. (2018). Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. (*Título Profesional*). Universidad Ricardo Palma, Lima. Recuperado de: <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13350/n/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>

Secretaria de Gestión de Riesgos (2018). Glosario de Términos de Gestión de Riesgos de Desastres - Guía de Consulta. Ecuador. Recuperado de: <http://www.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2017/06/08IGC2019-GLOSARIO-DE-TE%CC%81RMINOS01.pdf>

Silva (2018). Análisis comparativo de estabilidad de talud y propuesta de solución con muros anclados en la Carretera Las Pirias-Cajamarca, 2018. (*Título profesional*). Universidad Cesar Vallejo, Peru, Lima. Recuperado de: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/24588/Silva_QP.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ugalde, N., y Balbastre, F. (2013). Investigación cuantitativa e investigación cualitativa: buscando las ventajas de las diferentes metodologías de investigación. (*Título profesional*). Universidad de Costa Rica. Recuperado de:

<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/economicas/article/download/12730/1197>

8

Vázquez, J., Backhoff, M., Gonzalez, J., y Morales, E. (2016). Establecer la vulnerabilidad y evaluar el riesgo por deslizamientos, inundaciones pluviales y socavación de puentes en la Red Federal de Carreteras. (*Publicación Técnica No. 470; Sanfandila, Qro, 2016*). Secretaría de comunicaciones y transportes, instituto mexicano del transporte, Mexico. Recuperado de: <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt470.pdf>

ANEXO

Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Inversión en las zonas vulnerables	La inversión en infraestructura permite sostener el crecimiento económico, elevar los niveles de productividad y competitividad de las empresas, y ampliar la oferta de servicios públicos en beneficio de la población. (La Contraloría General de la República, 2015. Pag. 13-14)	Presupuesto destinado para poner en operatividad un sector afectado de una parte de la vía, por un tipo de desastre en particular.	Económica	Moneda nacional (soles).	Ordinal
Tiempo de atención de las zonas vulnerables	“Época durante la cual vive alguien o sucede algo” (Real Academia Española, 2020).	Tiempo de duración de trabajo de las emergencias viales.	Tiempo	Los meses intervenidos.	Ordinal
Tipo de los desastres naturales	Es una interrupción grave en el funcionamiento de la comunidad en alguna escala, debido a la interacción de eventos peligrosos con las condiciones de exposición y de vulnerabilidad que conlleven a pérdidas o impactos de alguno de los siguientes tipos: humanos, materiales, económicos o ambientales que requiere atención del Estado central (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2018. Pag. 8).	Eventos catastróficos que interrumpen la transitabilidad y seguridad vial.	Medio Ambiental	Tipo de desastre natural presentado.	Nominal
Zona o ubicación de los desastres naturales.	Es una parte afectable (población y entorno), que por el impacto de un peligro (evento desastroso) de origen natural o tecnológico sufre daños, fallas y deterioro en su estructura y funcionamiento normal. (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2016. Pag 61)	Kilómetro del tramo y/o coordenadas geográficas donde se dio el evento.	Geográfica	Kilómetro de ubicación en el corredor vial, y/o coordenadas UTM.	Ordinal

Fuente: elaboración propia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: “Análisis de vulnerabilidad y propuesta de solución ante los desastres naturales del corredor vial “Chuquicara - Puente Huarochiri”, Ancash, 2020”.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿En qué medida mejorará la transitabilidad con la propuesta técnica – económica de solución ante la ocurrencia de los desastres naturales que se presentan de manera continua sobre el corredor vial comprendido en el tramo de Chuquicara (km 712+000) al Puente Huarochiri (km 752+257)?.</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>presentar una propuesta de solución de acuerdo al análisis de zonas vulnerables, generados de manera concurrente por desastres naturales que se presentan sobre el corredor vial antes referido.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>a) La determinación de la ubicación de los puntos vulnerables generados por los desastres naturales concurrentes sobre el corredor vial antes mencionado.</p> <p>b) Realizar el análisis de los puntos vulnerables generados por los desastres naturales concurrentes sobre el corredor vial antes mencionado</p> <p>c) Elaborar una propuesta técnica – económica de solución respecto del punto más crítico que se presenta dentro de la vulnerabilidad del corredor vial indicado por la ocurrencia de desastres naturales</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>la propuesta técnica – económica de solución ante la ocurrencia de desastres naturales, que se presentan de manera continua, obtendrá una mejor transitabilidad y seguridad vial sobre el corredor vial referido.</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>V1. Inversión en las zonas vulnerables.</p> <p style="padding-left: 20px;">Indicador: soles</p> <p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>V2: Tiempo de atención de las zonas vulnerables</p> <p style="padding-left: 20px;">Indicador: meses intervenidos</p> <p>V3: Tipo de los desastres naturales</p> <p style="padding-left: 20px;">Indicador: Tipo de desastre natural presentado</p> <p>V4: Zona o ubicación de los desastres naturales</p> <p style="padding-left: 20px;">Indicador: Kilómetro de ubicación</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Aplicado, de profundidad descriptiva, con enfoque cuantitativo.</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</p> <p>no experimental con diseño de corte transversal.</p> <p>POBLACIÓN Y MUESTRA</p> <p>Población: El corredor vial (chuquicara (km 712+000) al puente huarochiri (km 752+257)).</p> <p>Muestra: Todas las zonas vulnerables</p> <p>Muestreo: Es de conveniencia, a criterio del investigador, con el fin de tomar el total de eventos ocurridos.</p>

Fuente: elaboración propia

RESUMEN DE PRESUPUESTO DE LAS EMERGENCIAS PRESENTADAS EN EL CORREDOR VIAL “PUENTE HUAROCHIRI – CHUQUICARA”.

RESUMEN DE ZONAS VULNERABLES OCASIONADAS POR EMERGENCIAS

PROYECTO RECOPIACIÓN DE DATOS DE EMERGENCIAS SUSCITADAS DEL SERVICIO DE CONSERVACION VIAL : PROYECTO:
: SANTA – MOLINOPAMPA Y PUENTE HUAROCHIRI . EMP. PE-5N

UBICACIÓN DEPARTAMENTO DE ÁNCASH, PROVINCIA DE HUAYLAS Y SANTA

DESCRIPCION		RUTA	N° EE	KM	Inversión (S/.)	Tipo de emergencia	MES
inicio	fin						
Chuquicara	Pte. Huarochiri	PE-3N	006	726+030	14,897.15	Perdida De Plataforma	Ene-18
Chuquicara	Pte. Huarochiri	PE-3N	007	717+270	18,073.35	Erosión De Plataforma	Dic-17
Chuquicara	Pte. Huarochiri	PE-3N	009	747+200	6,940.41	Perdida De Plataforma	Ene-18
Chuquicara	Pte. Huarochiri	PE-3N	010	727+550	56,547.37	Perdida De Plataforma	Feb-18
Chuquicara	Pte. Huarochiri	PE-3N	010	718+810	56,650.54	Perdida De Plataforma	Ene-18
Chuquicara	Pte. Huarochiri	PE-3N	013	115+300	7,076.70	Erosión De Plataforma	Dic-17
Chuquicara	Pte. Huarochiri	PE-3N	016	748+360	32,401.97	Perdida De Plataforma	Feb-18
Chuquicara	Pte. Huarochiri	PE-3N	023	715+700	1,321.13	Obstrucción de la vía, por caída de roca	Abr-18
Chuquicara	Pte. Huarochiri	PE-3N	024	740+100	5,812.44	Alud de lodo y piedras (huayco)	Abr-18
Chuquicara	Pte. Huarochiri	PE-3N	026	751+570	10,841.03	Erosión De Plataforma	May-18
Chuquicara	Pte. Huarochiri	PE-3N	027	751+600	6,994.19	Erosión De Plataforma	May-18
Chuquicara	Pte. Huarochiri	PE-3N	028	751+600	3,319.47	Erosión De Plataforma	May-18
Chuquicara	Pte. Huarochiri	PE-3N	033	751+500	3,976.29	Erosión De Plataforma	Jun-18
Chuquicara	Pte. Huarochiri	PE-3N	035	748+500	12,042.22	Erosión De Plataforma	Jun-18
Chuquicara	Pte. Huarochiri	PE-3N	036	735+340	15,598.05	Erosión De Plataforma	Jun-18
Chuquicara	Pte. Huarochiri	PE-3N	037	740+200	39,225.84	Erosión De Plataforma	Jul-18
Chuquicara	Pte. Huarochiri	PE-3N	041	739+400	3,312.50	Alud De Lodo Y Piedras (Huayco)	Jul-18
Chuquicara	Pte. Huarochiri	PE-3N	046	720+400	25,142.67	Erosión De Plataforma	Ago-18
Chuquicara	Pte. Huarochiri	PE-3N	049	720+300	22,722.58	Erosión De Plataforma	Ago-18
Chuquicara	Pte. Huarochiri	PE-3N	052	720+900	11,186.21	Erosión De Plataforma	Set-18
Chuquicara	Pte. Huarochiri	PE-3N	053	721+090	29,571.47	Erosión De Plataforma	Set-18
Chuquicara	Pte. Huarochiri	PE-3N	055	721+150	64,259.31	Erosión De Plataforma	Oct-18
Chuquicara	Pte. Huarochiri	PE-3N	056	724+780	23,764.74	Erosión De Plataforma	Oct-18
Chuquicara	Pte. Huarochiri	PE-3N	057	717+200	18,586.45	Erosión De Plataforma	Nov-18
Chuquicara	Pte. Huarochiri	PE-3N	058	717+900	15,664.81	Erosión De Plataforma	Nov-18
Chuquicara	Pte. Huarochiri	PE-3N	065	721+600	17,334.19	Erosión De Plataforma	Nov-18
Chuquicara	Pte. Huarochiri	PE-3N	066	742+950	20,400.80	Erosión De Plataforma	Dic-18
Chuquicara	Pte. Huarochiri	PE-3N	067	742+700	27,625.90	Erosión De Plataforma	Dic-18
Chuquicara	Pte. Huarochiri	PE-3N	068	742+710	9,069.92	Erosión De Plataforma	Dic-18
Chuquicara	Pte. Huarochiri	PE-3N	069	747+400	9,813.60	Erosión De Plataforma	Dic-18

Fuente: elaboración propia

PANEL FOTOGRAFICO

DICIEMBRE 2017



Figura: Panel Fotográfico - Km 717+270
Fuente: Elaboración propia.



Figura: Panel Fotográfico - Km 115+300
Fuente: Elaboración propia.

ENERO 2018



Figura: Panel Fotográfico - Km 726+030
Fuente: Elaboración propia.



Figura: Panel Fotográfico - Km 747+200
Fuente: Elaboración propia.



Figura: Panel Fotográfico - Km 718+810
Fuente: Elaboración propia.

FEBRERO 2018



Figura: Panel Fotográfico - Km 727+030
Fuente: Elaboración propia.



Figura: Panel Fotográfico - Km 748+360
Fuente: Elaboración propia.

ABRIL 2018



Figura: Panel Fotográfico - Km 715+700
Fuente: Elaboración propia.



Figura: Panel Fotográfico - Km 740+100
Fuente: Elaboración propia.

MAYO 2018



Figura: Panel Fotográfico - Km 751+570
Fuente: Elaboración propia.



Figura: Panel Fotográfico - Km 751+600
Fuente: Elaboración propia.



Figura: Panel Fotográfico - Km 751+615
Fuente: Elaboración propia.

JUNIO 2018



Figura: Panel Fotográfico - Km 751+500
Fuente: Elaboración propia.



Figura: Panel Fotográfico - Km 748+500
Fuente: Elaboración propia.



Figura: Panel Fotográfico - Km 735+340
Fuente: Elaboración propia.

JULIO 2018



Figura: Panel Fotográfico - Km 740+200
Fuente: Elaboración propia.



Figura: Panel Fotográfico - Km 739+400
Fuente: Elaboración propia.

AGOSTO 2018



Figura: Panel Fotográfico - Km 720+400
Fuente: Elaboración propia.



Figura: Panel Fotográfico - Km 720+300
Fuente: Elaboración propia.

SETIEMBRE 2018



Figura: Panel Fotográfico - Km 720+900
Fuente: Elaboración propia.



Figura: Panel Fotográfico - Km 721+090
Fuente: Elaboración propia.

OCTUBRE 2018



Figura: Panel Fotográfico - Km 721+150
Fuente: Elaboración propia.



Figura: Panel Fotográfico - Km 724+780
Fuente: Elaboración propia.

NOVIEMBRE 2018



Figura: Panel Fotográfico - Km 717+200
Fuente: Elaboración propia.



Figura: Panel Fotográfico - Km 717+900
Fuente: Elaboración propia.



Figura: Panel Fotográfico - Km 721+600
Fuente: Elaboración propia.

DICIEMBRE 2018

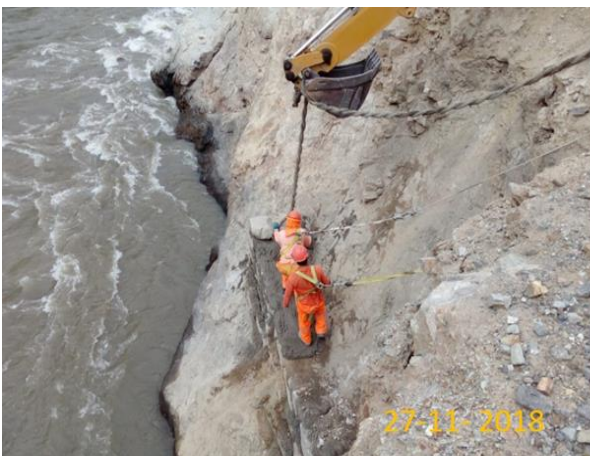


Figura: Panel Fotográfico - Km 742+950
Fuente: Elaboración propia.



Figura: Panel Fotográfico - Km 742+700
Fuente: Elaboración propia.



Figura: Panel Fotográfico - Km 742+710
Fuente: Elaboración propia.



Figura: Panel Fotográfico - Km 747+400
Fuente: Elaboración propia.

PLANO EN PLANTA Y CORTE DEL KM 721+150

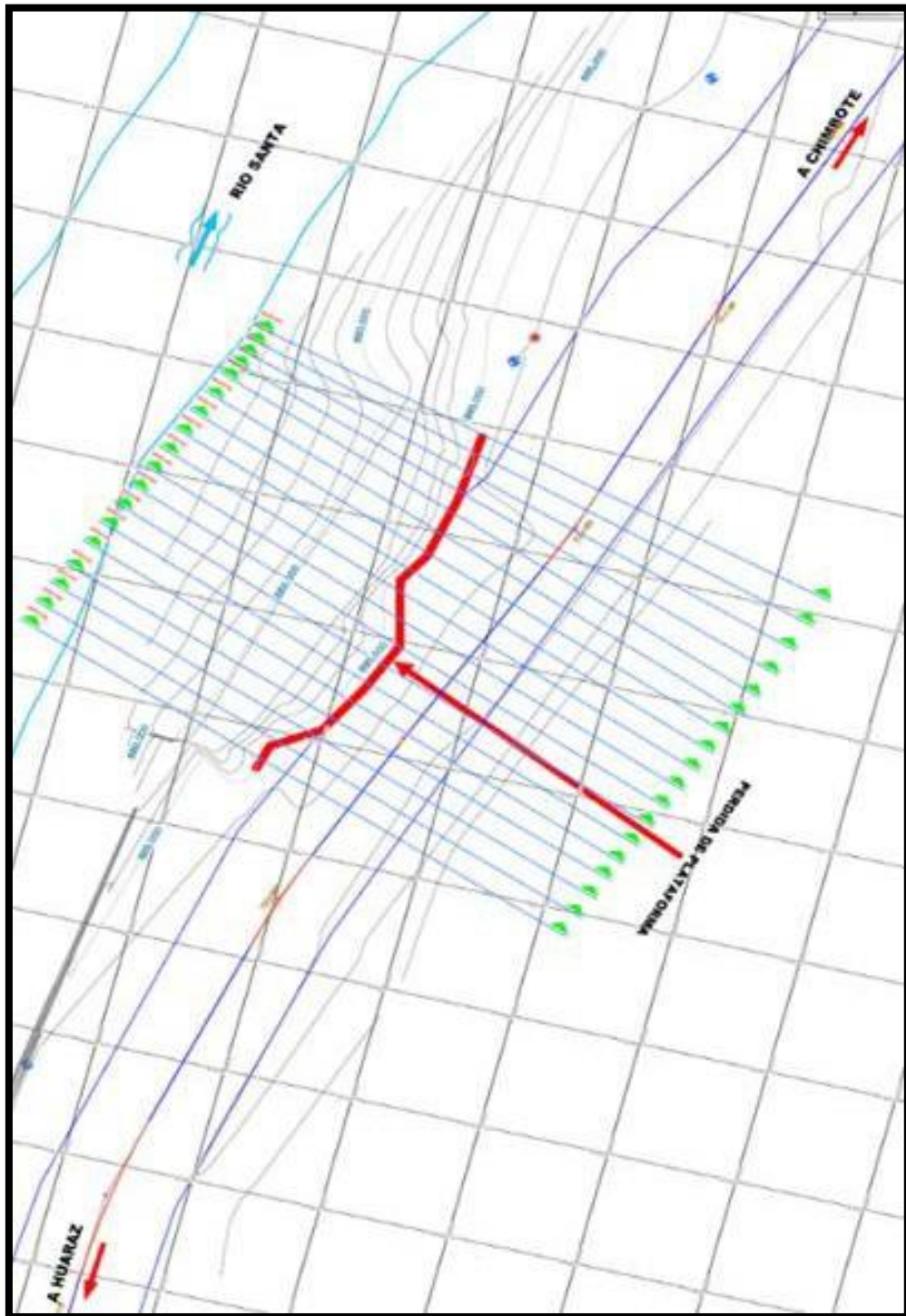


Figura: Plano en planta - Km 721+150
Fuente: elaboración propia



LIMA 01, octubre 2018

HORA: 01:10

REPORTE DIARIO DE EMERGENCIAS EN LA RED VIAL NACIONAL

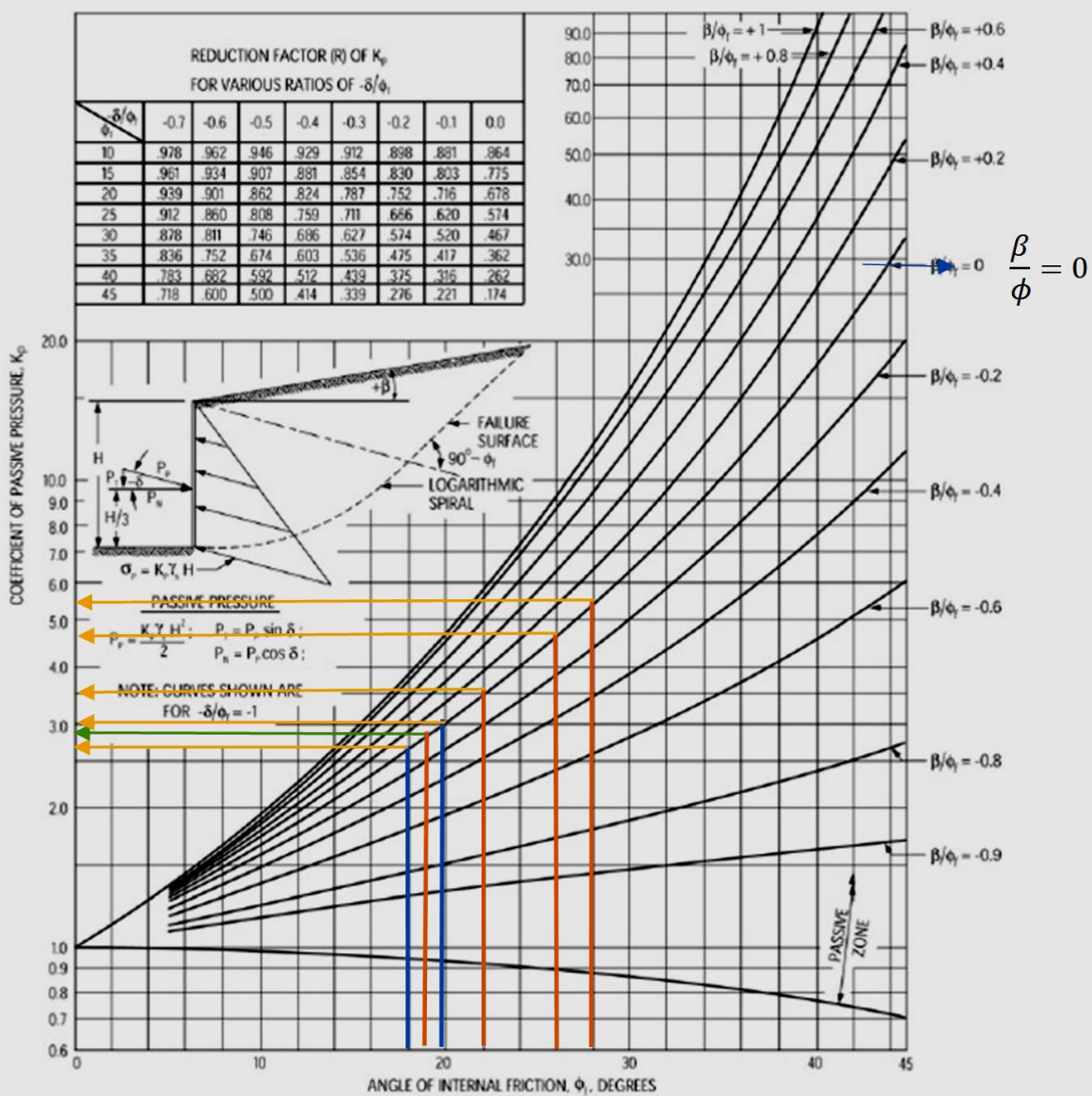
REGION / CARRETERA	LATITUD	LONGITUD	TIPO DE EMERGENCIA Y ESTADO DE TRANSITO	UBICACIÓN	FECHA DE OCURRENCIA Y ATENCION	PERSONAL ASIGNADO	EQUIPO MECANICO ASIGNADO	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES Y OBSERVACIONES
ANCASH								
RUTA NACIONAL PE-3N REPARTICIÓN LA OROYA (PE-22)- HUÁNUCO (PE-18 A)- CONOCOCCHA (PE-16)- HUARAZ (PE-14 Y PE-14 A)- SANTIAGO DE CHUCO - CAJABAMBA - CAJAMARCA (PE-08 Y PE-08 B)- BAMBAMARCA - CUTERVO (PE-3N C)- HUANCABAMBA (PE-02 A) - VADO GRANDE (FR. ECUADOR)	-8,730604	-77,940088	ROSIÓN DE PLATAFORMA TRANSITO RESTRINGIDO	HUQUICARA - PUENTE HUAROCHIRI SECTOR : CHUQUICARA KM 713+270	Ocurrencia : 14/09/2018 Inicio de Trabajo : 14/09/2018	- 1 CAPATAZ - CONSORCIO VIAL SIHUAS - 1 OFERARIO CONSORCIO VIAL SIHUAS 09 PEON - CONSORCIO VIAL SIHUAS	- 1 RETROEXCAVADORA CONSORCIO VIAL SIHUAS - 1 CAMION VOLQUETE CONSORCIO VIAL SIHUAS - 1 RODILLO VIB. LISO AUTOP. CONSORCIO VIAL SIHUAS 1 MEZCLADORA DE CONCRETO RETROEXCAVADORA, 01 DE CONCRETO T.TROMPO. CONSORCIO VIAL SIHUAS 1 OTROS EQUIPOS MENORES CONSORCIO VIAL SIHUAS	SECTOR HUAROCHIRI KM 713+270. SE VIENE EJECUTANDO LA CONSTRUCCIÓN DE UN MURO DE MAMPONERIA DE PIEDRA Y BADEN DE CONCRETO, DEBIDO A LA EROSIÓN DEL TALUD INFERIOR POR ACCIÓN DE LA NATURALEZA; LA MAQUINARIA QUE SE EMPLEA ES 01 RETROEXCAVADORA, 01 CAMIÓN BARANDA, 01 CAMIÓN VOLQUETE, 01 CAMIONETA RURAL COMBI, 01 VIBROPISON, 01 MEZCLADORA DE CONCRETO, VIBRADOR DE CONCRETO, RODILLO BERNERO HERRAMIENTAS MANUALES Y PERSONAL CARRETERA A CARGO DEL CONSORCIO VIAL SIHUAS. (SUPERVISADO POR LA UGC)

Figura: Reporte diario de emergencias en la red vial nacional

Fuente: <https://www.pvn.gob.pe/Emergencia/ReporteEmergenciaVial20181001.pdf>

Teoría de Coulomb

EARTH PRESSURE THEORY AND APPLICATION



Fuente: Caquot y Kerisel, 1948

METRADO

PROYECTO: "CONSTRUCCION DE PANTALLA CON ANCLAJE EN EL CORREDOR VIAL "CHUQUICARA - PUENTE HUAROCHIRI"

FECHA: ENERO 2021

Item	Descripción	Und.	cantidad	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Total
1.00	OBRAS PRELIMINARES							
1.01	SEÑALIZACIÓN DE OBRA DURANTE LA EJECUCION	GLB	1.00				1.00	1.00
1.02	TRAZO NIVEL Y REPLANTEO							
1.02.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	1.00	17	2		34.00	34.00
1.02.02	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL Y DURANTE LA EJECUCION DE OBRA	m2						34.00
1.02.02.01	MURO ANCLADO:							
1.02.02.02	ESPACIO DE MURO ANCLADO		1.00	17	2		34.00	
2.00	ESTRUCTURAS							
2.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
2.01.01	EXCAVACION DE MATERIAL PARA PANTALLA	m3						54.40
2.01.01.01	ESTRUCTURA DE MURO ANCLADO		1.00	17	0.5	6.4	54.40	
2.01.02	RELLENO COMPACTADO C/EQUIPO LIVIANO	m2						54.40
2.01.02.01	RELLENO EN MURO ANCLADO		1.00	17	1	3.2	54.40	
2.01.03	PERFORACIÓN PARA PUNTOS DE ANCLAJE	und						16.00
2.01.03.01	PUNTOS DE PERFORACIÓN PARA COLOCACIÓN DE ANCLAJES		16.00				16.00	
3.00	CONCRETO SIMPLE							
3.01	ANCLAJE							
3.01.01	LECHADA DE CONCRETO f'c= 210 kg/cm2	m3						0.18
3.01.01.01	LONGITUD DE BULBO		16.00	5	0.15		0.09	
3.01.01.02	LONGITUD LIBRE		16.00	5.1	0.15		0.09	
4.00	CONCRETO ARMADO							
4.01	PANTALLA DE REVESTIMIENTO							
4.01.01	CONCRETO f'c= 210 kg/cm2	m3						39.27
4.01.01.01	ESTRUCTURA PANTALLA DE REVESTIMIENTO		1.00	17	0.3	6.4	32.64	
4.01.01.02	EMPOTRAMIENTO		1.00	17	0.3	1.3	6.63	
4.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2						140.62
4.01.01.01	PANTALLA DE REVESTIMIENTO (caras frontal)		1.00	17		6.4	108.80	
4.01.01.02	PANTALLA DE REVESTIMIENTO (caras laterales)		2.00		0.3	6.4	3.84	
4.01.01.03	PANTALLA DE REVESTIMIENTO (parte superior)		1.00	17	0.3		5.10	
4.01.01.04	EMPOTRAMIENTO (caras frontal)		1.00	17		1.3	22.10	
4.01.01.05	EMPOTRAMIENTO (caras laterales)		2.00		0.3	1.3	0.78	
4.01.02	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg						7276.80
4.01.03	JUNTAS ENTRE PANTALLAS DE REVESTIMIENTO	m						70.90
4.01.03.01	JUNTAS HORIZONTALES		1.00	17			17.00	
4.01.03.02	JUNTAS VERTICALES		7.00			7.7	53.90	
5.00	ESTRUCTURA METALICA DE ANCLAJE							
5.01	CABLE TIPO 4A GRADO 270	m						177.60
5.01.01	ANCLAJE PRIMER Y SEGUNDO NIVEL		16.00	10.1			161.60	
5.01.02	SOBRE MEDIDA PARA TENSIONADOR		16.00	1			16.00	
5.02	PLACA Y CABEZA DE APOYO DE ANCLAJE	m2						1.00
5.02.01	ANCLAJE PRIMER Y SEGUNDO NIVEL		16.00	0.25	0.25		1.00	
5.03	COLOCACION DE CABLES DE ACERO	und						272.00
5.03.01	ANCLAJE PRIMER Y SEGUNDO NIVEL		16.00	17			272.00	
5.04	PUNTOS DE POSTENSADO CON TESADORA	und						16.00
5.04.01	PUNTOS DE ANCLAJE		16.00				16.00	
6.00	ARQUITECTURA							
6.01	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS							
6.01.01	TARRAJEO EN PANTALLA DE REVESTIMIENTO CON CEMENTO - ARENA	m2						160.62
6.01.01.01	PANTALLA DE REVESTIMIENTO (caras frontal)		1.00	17		6.4	108.80	
6.01.01.02	PANTALLA DE REVESTIMIENTO (caras laterales)		2.00		0.3	6.4	3.84	
6.01.01.03	PANTALLA DE REVESTIMIENTO (parte superior)		1.00	17	0.3		5.10	
6.01.01.04	EMPOTRAMIENTO (caras frontal)		1.00	17		1.3	22.10	
6.01.01.05	EMPOTRAMIENTO (caras laterales)		2.00		0.3	1.3	0.78	
7.00	VARIOS							
7.01	DRENAJE DE AGUAS SUBTERRANEAS							
7.01.01	TUBERIA CRIBADA DE 4" - PARA DRENAJE DE AGUA SUBTERRANEA	m						20.00
7.01.01.01	DRENAJE EN PANTALLA		8.00	2.5			20.00	

Fuente: Elaboración propia.

Partida	06.01.01	CABLE TIPO 4A GRADO 270						
Rendimiento	m/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m			31.98	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	12.00	0.48		
						0.48		
	Materiales							
0204250006	CABLE TIPO 4A GRADO 270	m		1.0500	30.00	31.50		
						31.50		
Partida	06.01.02	PLACA Y CABEZA DE APOYO DE ANCLAJE						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m2			11.48	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	12.00	9.60		
						9.60		
	Materiales							
0262140002	PLACA METALICA DE 3CM DE ESPESOR DE ACERO RIGIDO	m2		0.0625	30.00	1.88		
						1.88		
Partida	06.01.03	COLOCACIÓN DE CABLES DE ACERO						
Rendimiento	und/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : und			6.13	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	12.00	3.20		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.2667	11.00	2.93		
						6.13		
Partida	06.01.04	PUNTOS DE POSTENSADO CON TENSADORA						
Rendimiento	und/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : und			24.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.4000	10.00	4.00		
						4.00		
	Equipos							
03010000110002	TENSADORA DE CABLE DE ACERO	hm	1.0000	0.4000	50.00	20.00		
						20.00		
Partida	07.01.01	TARRAJEO EN PANTALLA DE REVESTIMIENTO CON CEMENTO - ARENA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m2			23.12	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	12.00	9.60		
0101010005	PEON	hh	0.7500	0.6000	10.00	6.00		
						15.60		
	Materiales							
0207020001	ARENA	m3		0.0236	15.00	0.35		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1665	21.50	3.58		
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.1000	30.00	3.00		
						6.93		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	15.60	0.47		
03010600020001	REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"	und		0.0020	60.00	0.12		
						0.59		
Partida	08.01.01	TUBERIA CRIBADA DE 2" - PARA DRENAJE DE AGUA SUBTERRANEA						
Rendimiento	m/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m			14.41	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0800	12.00	0.96		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0800	10.00	0.80		
						1.76		
	Materiales							
0215010002	TUBERIA CRIBADA SAP DE 2"	m		1.0500	12.00	12.60		
						12.60		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.76	0.05		
						0.05		

Fuente: Elaboración propia.

LISTA DE INSUMOS

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Obra	0201001	"ANÁLISIS DE PUNTOS CRÍTICOS Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN ANTE LOS DESASTRES NATURALES DEL CORREDOR VIAL "CHUQUICARA – PUENTE HUAROCHIRÍ"			
Subpresupuesto	001	"ANÁLISIS DE PUNTOS CRÍTICOS Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN ANTE LOS DESASTRES NATURALES DEL COI			
Fecha	01/01/2021				
Lugar	021801	ANCASH - SANTA - CHIMBOTE			
MANO DE OBRA					
0101010003	OPERARIO	hh	540.6841	12.00	6,488.21
0101010004	OFICIAL	hh	78.2144	11.00	860.36
0101010005	PEON	hh	596.9633	10.00	5,969.63
0101030000	TOPOGRAFO	hh	6.8000	15.00	102.00
					13,420.20
MATERIALES					
0201030001	GASOLINA	gal	8.1600	12.00	97.92
0201040001	PETROLEO D-2	gal	7.4950	10.00	74.95
02010500010001	ASFALTO RC-250	gal	9.4297	15.00	141.45
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg	15.4682	4.50	69.61
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg	181.9200	4.50	818.64
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	7,577.1511	4.50	34,097.18
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	14.4979	4.50	65.24
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg	14.4979	4.50	65.24
0204250006	CABLE TIPO 4A GRADO 270	m	186.4800	30.00	5,594.40
0207020001	ARENA	m3	3.7906	15.00	56.86
02070200010002	ARENA GRUESA	m3	0.1631	15.00	2.45
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	26.7432	21.50	574.98
0215010002	TUBERIA CRIBADA SAP DE 2"	m	21.0000	12.00	252.00
02190100010011	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=210 kg/cm2 CON CEMENTO T-I	m3	41.4225	210.00	8,698.73
02221100010001	COLA SINTETICA	gal	0.0844	25.00	2.11
0231010001	MADERA TORNILLO	p2	182.4858	30.00	5,474.57
02310500010005	TRIPLAY DE 1.20X2.40 m X 18 mm	und	3.0796	147.00	452.70
0238010001	LIJA PARA MADERA	plq	2.1796	1.50	3.27
0262140002	PLACA METALICA DE 3CM DE ESPESOR DE ACERO RIGIDO	m2	0.0625	30.00	1.88
0267110001	CINTA DE SEÑALIZACION	und	1.0000	25.00	25.00
0267110002	CONO DE SEÑALIZACION NARANJA DE 28" DE ALTURA	und	4.0000	25.00	100.00
02671100140002	TRANQUERA DE MADERA DE 1.20 X 1.20 m	und	4.0000	150.00	600.00
0267110015	PALETAS DE SEGURIDAD PARE Y SIGA	und	2.0000	15.00	30.00
					57,299.18
EQUIPOS					
03010000110002	TENSADORA DE CABLE DE ACERO	hm	6.4000	50.00	320.00
03010000120002	EQUIPO TOGRAFICO	dia	0.8500	200.00	170.00
03010600020001	REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"	und	0.3212	60.00	19.27
0301100003	COMPACTADORA DE PLANCHA	dia	3.0246	120.00	362.95
03011700020005	RETROEXCAVADORA CASE 590 SK	hm	21.7600	120.00	2,611.20
0301170003	PERFORADOR JMBO EH	hm	25.6000	200.00	5,120.00
0301170004	BOMBA DE CONCRETO	hm	10.5213	150.00	1,578.20
					10,181.62
				Total	S/ 80,901.00

Fuente: Elaboración propia.