

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE

FACULTAD DE INGENIERÍA



Mejora del diseño de muro de contención en los expedientes
técnicos para los caminos vecinales de la Municipalidad
Provincial de Oxapampa, 2020

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR
EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Arturo Alex Chavez Rivera

REVISOR

Félix Germán Delgado Ramírez

Tarma, Perú
2021

RESUMEN

El presente informe está dirigido a mejorar el diseño de muro de contención en los expedientes técnicos para los caminos vecinales de la Municipalidad Provincial de Oxapampa, 2020. La principal razón que motivó a la ejecución de este proyecto fue la presencia de fallas en los muros diseñados en el año 2019, ya que estas estructuras han sido afectadas por volteo, deslizamiento y hundimiento. Considerando los objetivos: determinar los parámetros geotécnicos, establecer las dimensiones del diseño, calcular los factores de seguridad y estimar el presupuesto del muro de contención. El tipo de estudio aplicada o práctica, mediante el diseño no experimental y el método de investigación descriptivo transversal. Se realizó el estudio de mecánica de suelos mediante una calicata, así mismo, se realizó los cálculos para poder establecer sus dimensiones y se determinó sus factores, finalmente, se presupuestó en el programa S10. Concluyendo: que su clasificación SUCS es suelo GM y sus parámetros geotécnicos, así mismo, las medidas de los elementos del muro fueron establecidas por los valores de seguridad, asegurando que no falle, obteniendo los factores del diseño de muro de contención $FS(\text{vuelco}) = 2.99$, $FS(\text{deslizamiento}) = 1.56$, $FS(\text{hundimiento}) = 3.01$ y un presupuesto de S/ 16,071.22 incluye IGV.

Palabra clave: muro, diseño, contención

ABSTRACT

This report is aimed at improving the design of the retaining wall in the technical files for the neighborhood roads of the Provincial Municipality of Oxapampa, 2020. The main reason that motivated the execution of this project was the presence of failures in the designed walls in 2019, since these structures have been affected by overturning, sliding and subsidence. Considering the objectives: determine the geotechnical parameters, establish the design dimensions, calculate the safety factors and estimate the budget of the retaining wall. The type of applied or practical study, through the non-experimental design and the cross-sectional descriptive research method. The soil mechanics study was carried out by means of a pit, likewise, the calculations were carried out to establish its dimensions and its factors were determined, finally, it was budgeted in the S10 program. Concluding: that its SUCS classification is GM soil and its geotechnical parameters, likewise, the measurements of the wall elements were established by the safety values, ensuring that it does not fail, obtaining the factors of the FS retaining wall design (overturning) = 2.99, FS (slip) = 1.56, FS (sinking) = 3.01 and a budget of S / 16,071.22 includes IGV.

Keyword: wall, design, containment

ÍNDICE

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
ÍNDICE	iii
I. INTRODUCCIÓN	1
1. Antecedentes y fundamentación científica	2
1.1. Realidad problemática	2
1.2. Antecedentes	5
1.3. Fundamentación científica	11
2. Justificación de la investigación	14
3. Problema	16
4. Conceptuación de las variables	17
5. Objetivos	18
II. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.1. Tipo de estudio	20
2.2. Diseño de investigación	20
2.3. Método de investigación	20
III. METODOLOGÍA DE LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA	21
IV. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADO	48
V. CONCLUSIONES	70
VI. RECOMENDACIONES	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
ANEXOS	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Conceptuación de las variables.....	17
Tabla 2: Ubicación del proyecto	22
Tabla 3: Rutas de Lima hasta Oxapampa	23
Tabla 4: Factores de capacidad de carga de Terzaghi.....	30
Tabla 5: Cuadro de peso y momentos.....	40
Tabla 6: Clasificación SUCS	50
Tabla 7: Características del suelo	50
Tabla 8: Parámetros geotécnicos	50
Tabla 9: Parámetros geotécnicos	51
Tabla 10: Parámetros geotécnicos de los caminos vecinales.....	51
Tabla 11: Datos del muro por gravedad.....	52
Tabla 12: Ubicación del muro gavión.....	52
Tabla 13: Datos generales del muro	52
Tabla 14: Dimensiones optadas para el muro de gravedad.....	53
Tabla 15: Dimensiones de los muros de gravedad	54
Tabla 16: Cálculo de las áreas de la sección transversal del muro	55
Tabla 17: Cálculo de los pesos y momentos.....	56
Tabla 18: Datos para la determinación del coeficiente de empuje activo estático ...	57
Tabla 19: Datos para determinar la capacidad última de carga	64
Tabla 20: Momentos, fuerzas y cargas de los muros de gravedad	65
Tabla 21: Factores de seguridad de los muros de gravedad	65
Tabla 22: Metrado del muro de contención por gravedad	66
Tabla 23: Presupuesto total del muro de gravedad	67
Tabla 24: Presupuesto de los muros de contención de los caminos vecinales.....	67
Tabla 25: Discusión	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Zonificación sísmica del Perú, (Fuente: Alva 1984).....	24
Figura 2: Falla por capacidad de carga en suelo (fuente: Vesic, 1963)	29
Figura 3: Muros de gravedad (fuente: Calavera J. 2001).....	32
Figura 4: Predimensionamiento de muro de gravedad (fuente: Braja, 2013)	33
Figura 5: Presión lateral de la tierra (fuente: Braja, 2013)	35
Figura 6: Presión activa de Rankine. (fuente: Braja, 2013).....	36
Figura 7: Presión activa de Coulomb.....	37
Figura 8: Presión pasiva de Rankine (fuente: Braja, 2013)	38
Figura 9: Comprobación de vuelco (fuente: Braja, 2013)	39
Figura 10: Comprobación de deslizamiento (fuente: Braja, 2013).....	41
Figura 11: Comprobación por hundimiento (fuente: Braja, 2013)	43
Figura 12: <i>Método de Mononobe-Okabe</i> (fuente: Braja, 2013)	46
Figura 13: Dimensiones del muro (fuente: propia).....	53
Figura 14: Imagen 3d del muro (fuente: propia).....	54
Figura 15: Seccionamiento del muro (fuente: propia)	55
Figura 16: Distancias para generación de momentos (fuente: Propia)	56
Figura 17: Empujes y momentos (fuente: propia)	60
Figura 18: Se observa el estado actual de la vía y la necesidad del muro de sostenimiento (fuente: propia)	86
Figura 19: Antes de la ejecución del proyecto (fuente: propia).....	86
Figura 20: Excavación para la cimentación (fuente: propia)	87
Figura 21: Desencofrado del muro de contención (fuente: propia)	87
Figura 22: Relleno con material de préstamo (fuente: propia)	88
Figura 23: Muro terminado (fuente: propia).....	88
Figura 24: Ficha técnica (fuente: IVP Oxapampa).	90
Figura 25: Ficha técnica (fuente: IVP Oxapampa)	91
Figura 26: Ficha de costo del servicio (fuente: IVP Oxapampa).....	92
Figura 27: Panel fotográfico (fuente: IVP Oxapampa).....	93
Figura 28: Resumen del presupuesto (fuente: IVP Oxapampa)	94
Figura 29: ACU 1 de 3 (fuente: IVP Oxapampa)	95
Figura 30: ACU 2 de 3 (fuente: IVP Oxapampa)	96
Figura 31: ACU 3 de 3 (fuente: IVP Oxapampa)	97
Figura 32: Cronograma de ejecución (fuente: IVP Oxapampa)	98
Figura 33: Plano de ubicación (fuente: IVP Oxapampa).....	99
Figura 34: Plano clave (fuente: IVP Oxapampa).....	100
Figura 35: Plano de cartel de servicio (fuente: IVP Oxapampa)	101
Figura 36: Plano de muro de contención (fuente: IVP Oxapampa).....	102

I. INTRODUCCIÓN

1. Antecedentes y fundamentación científica

1.1. Realidad problemática

A nivel mundial las carreteras son de gran importancia para toda la población en general, ya que contribuye al desarrollo de las necesidades básicas como la alimentación, salud, educación y trabajo, siendo estos las actividades fundamentales de un país. Por esta razón para una nación es necesario implementar su sistema vial.

En nuestro país, INDECI (2018) menciona que uno de los factores que afectan al buen tránsito en los caminos vecinales; son los deslizamientos de talud debido a la variedad de clima, como la precipitación pluvial excesiva ocasionando las obstrucciones de los cauces de los ríos y quebradas provocando huaycos y derrumbes que originan la obstrucción para el pase vehicular, accidentes de tránsito y pérdida de la producción agrícola, además se tiene en cuenta que el Perú es considerada una zona sísmica que por lo tanto, se suma a la generación de los deslizamientos. Por otro lado, el MTC (2018), indico que a la fecha se viene ejecutando una serie de acciones para desarrollar la infraestructura de transporte rural a nivel nacional y siendo Oxapampa una de las provincias que cuenta con gran número de comunidades encontrándose en zonas alejadas sin tener todas las facilidades de transporte; actualmente son favorecidos con los mantenimientos de caminos vecinales, buscando que sea sostenible con el paso del tiempo, y así ayudar a mitigar la pobreza y por lo tanto generar el avance del país.

En la actualidad la Municipalidad Provincial de Oxapampa (2016) tiene como visión cuidar la dotación de bienes y servicios para los pobladores de Oxapampa buscando asistir al progreso sostenible de la provincia de manera que contribuya en su bienestar general. Y siendo el Instituto Vial Provincial Municipal de Oxapampa un área de gestión técnica y operativa que forma parte de este; que tiene como función principal la dirección vial de los caminos así como la infraestructura de desarrollo integral territorial en el medio rural y urbano marginal, así mismo, es la encargada de la conservación rutinaria de los 51 vías de acceso con nivel de afirmado existentes en la provincia, de los cuales la mayor parte de los beneficiarios son los agricultores y

algunas comunidades nativas, ya que por ser zonas alejadas tienen problemas con el acceso al transporte por falta de conservación de la carretera, por otro lado, debe impulsar la formación de microempresas que se encarguen de la conservación de la red vial vecinal, y la mano no calificada debe de estar integrada por la población aledaña a la vía y beneficiarios; así promoviendo el empleo, ayudando al desarrollo y al progreso de los habitantes de la zona.

Actualmente existe construcciones de estructuras de retención que se encuentran en mal estado, debido a que muchas veces no se tiene en consideración los parámetros establecidos para realizar el diseño de estas estructuras ya sea por desconocimiento o por falta de un profesional que realice los cálculos respectivos para brindar el buen desempeño de las diferentes estructuras, frente a este problema, presentamos como alternativa de solución la ejecución de muros de contención, ya que, son estructuras cuya función es detener volúmenes de tierra u otro tipo de material suelto que se encuentran en las pendientes naturales, estando diseñados para soportar el empuje temporal o permanente del suelo y evitar el deslizamiento, previniendo el desborde del material que contiene cuidando la integridad física de la ciudadanía, y así apoyando al desarrollo de estos brindándoles la funcionalidad del camino

Asimismo, Barros (2005) define al muro contención como obras designadas a la retención de tierras en general. Por lo general, son estructuras que pueden contener granos, agua, etc. Los muros que se encuentran al aire libre, son las que se encuentran expuestas a las precipitaciones, las cuales se filtran a través de la tierra y generando mayor presión horizontal, por lo tanto, el muro pasa a aguantar las fuerzas y cargas generadas por el suelo y el agua infiltrada, por esta razón se debe de tener en cuenta los diversos factores que se puedan presentar para su cálculo.

Por otro lado, Harmsen (2002) afirma que las estructuras de sostenimientos son aquellas que trabajan con el fin de detener el suelo u otro material que se encuentra inclinada. Son construidas para afianzar el suelo confinado para evitar el incremento del ángulo que posee naturalmente. Son utilizados en los terraplenes y cortes en carreteras, donde existe un cambio de inclinación de forma abrupta.

Igualmente, Calavera (2001) menciona que este tipo de estructuras tiene como deber principal el servir como elementos de retención para un talud, que en algunas instancias es un relleno artificial o un terreno natural. Sin embargo, en determinadas circunstancias la estructura realiza una segunda encomienda que es la de transmitir fuerzas verticales al terreno, este caso se observa cuando cumple una función de cimiento.

Hoy en día se opta como alternativa de solución frente a los deslizamientos e inestabilidad de tierras que se producen en las carreteras y principalmente en los caminos vecinales. La construcción de muros de sostenimiento que presenta su efecto principal de permitir que tanto el acceso del transporte vehicular como de los habitantes sea fluido sin obstrucciones que puede generar este problema especialmente en las épocas de lluvias y así poder brindar a la población todas las facilidades y comodidades de movilización a las diferentes zonas aledañas para que así, ellos puedan cumplir con sus diferentes actividades, cuidando su integridad física.

De igual manera, para poder realizar dicha estructura es importante tener en consideración los atributos mecánicos y físicas del suelo del lugar donde se construirá la estructura los cuales son: el ángulo de fricción del suelo, la cohesión, densidad, la clase de suelo y verificar si se encuentra en una zona con nivel freática y así poder hallar la capacidad portante del suelo para, definir las dimensiones adecuadas y el tipo de estructura de sostenimiento que debe de cumplir con los condiciones mínimos de diseño y ser verificado por las diferentes fallas existentes; ya que anteriormente estas estructuras han sido afectadas por volteo, deslizamiento y hundimiento; debido a que fueron construidas sin realizar los cálculos y verificaciones adecuadas. Por esta razón optamos en realizar una mejora del diseño para los muros de contención establecidos en los expedientes técnicos cumpliendo con todos los cálculos necesarios que amerita el lugar de estudio, debido a que presenta diferentes características como el clima, la zona sísmica y el tipo de suelo, para poder garantizar sus funciones estructurales y el tiempo de vida útil.

1.2. Antecedentes

Zorrilla (2019) analizó las condiciones del suelo de la calle A de la ciudadela Las Cumbres para una construcción de un muro de contención. Actualmente en el cantón Jipijapa existe construcciones de viviendas en lugares inestables que no cuentan con el respectivo análisis de suelos para poder llevar a cabo una construcción, debido a este problema se está produciendo deslizamientos y remociones de tierra que afectan a las familias, por lo tanto, se debe desarrollar el debido estudio de la zona para poder buscar una alternativa de solución siendo en este caso es un muro de sostenimiento con el objetivo de brindar seguridad y comodidad para los habitantes ya que el muro genera control sobre el suelo que tiende a deslizarse sobre todo en épocas de lluvias provocando la inestabilidad del suelo debido al cambio climático. Por esa razón, se realizó la investigación por el método hipotético – deductivo ya que se inició de una hipótesis la cual está sujeta a comprobación mediante recopilación de datos obtenidas en campo, como la inspección del lugar, estudio de las características de suelos y el modelamiento estructural en el software SAP 200.

Los resultados fueron: Se trata de un tipo de suelo que contiene partículas finas perteneciendo al grupo de limos y arcillas que mediante su plasticidad y según su clasificación (SUCS) estas son representados con el símbolo CH y OH y obteniendo la capacidad que soporta el terreno es de 2.59 kg/cm²; las alturas obtenidas para los muros de contención son de 4.00m cumpliendo con todas las verificaciones. En conclusión, se realizó el levantamiento topográfico donde se consideró trechos horizontales y verticales entre puntos, además de los datos necesarios para representarlos sobre un plano a una definitiva escala, lo cual permitió conocer la forma y tipologías del terreno. Así mismo, se optó por un muro volado que fue diseñada según su norma respectiva que es NEC 11 Y NEC 15, cuyo cálculo se realizó utilizando los métodos de última resistencia, esfuerzos y cargas. Finalmente se diseñó el muro de contención utilizando el software SAP 2000, donde se comenzó con una selección de dimensiones tentativas y después de varias iteraciones se escogió la mejor opción para brindar estabilidad.

López (2017) evaluó en que condición se encuentra el muro de sostenimiento actual en Chimbote - La Primavera - Av. Arequipa del pueblo joven. Dicha ciudad es considerada como zona sísmica, y en los últimos tiempos se percibe sismos frecuentes y además la zona de estudio está situado en un cerro con suelo arenoso y por lo tanto las viviendas tienen mayor posibilidad de sufrir un desprendimiento del cerro que puede originar accidentes fatales y daño a sus inmuebles, así mismo, actualmente existe un muro de sostenimiento que se encuentra en malas condiciones, y no brinda seguridad ni la adecuada funcionalidad para los ciudadanos, debido a esta realidad se necesita tomar medidas preventivas para disminuir los niveles de riesgo tanto en la vida de los pobladores y en sus inmuebles. El presente proyecto es no experimental cuantitativa por que se basará en la descripción de la evaluación de la estructura de sostenimiento in situ; así mismo se consideró investigación como aplicada, puesto que se aplicará conocimientos existentes para resolver dicho problema, por consiguiente, el tipo es descriptivo, por lo que, los datos obtenidos no son alterados y son utilizados para el análisis, interpretación y resultados.

Mediante la inspección de datos en campo se observó que el muro en el primer tramo es el más afectado ya que presente el 0.1% de fisuras, 0.03% de grietas, 5.009% afectado con eflorescencias, 36.30% con erosiones del área total, por otro lado, se determinó los parámetros del suelo de fundación y resistencia del concreto; y en gabinete se realizó la comprobación de los tipos de fallas respecto al diseño. En conclusión se determinó que la resistencia del muro está muy por debajo de lo que establece la norma E 060, se determinó los parámetros patológicos que genera la contracción del muro lo cual causa grietas y fisuras, así mismo, se comprobó que no cumple con la seguridad ya que puede fallar por deslizamiento, seguidamente se realizó un cálculo usando el software SAP 2000 lo cual sirve para garantizar que la estructura sea estable, seguidamente se realizó el diseño óptimo de la estructura con medidas de; altura de la estructura (2.50 m), corona (0.25 m), peralte (0.30 m), longitud de cimentación (1.80 m), talón (0.60 m) y la distribución de acero correspondiente para que este soporte al material de relleno y cumpla con su función.

Flores (2017) evaluó que tan eficiente es el muro de sostenimiento de gran dimensión en referencia a la estructura de sostenimiento de concreto armado en Puno. La ciudad de Puno manifiesta en los últimos tiempos un aumento de población, por lo tanto, genera mayor construcción de viviendas por los cerros y en consecuencia se está dejando espacios de suelo propenso a deslizamiento y por otro lado se observa que encima de estas viviendas se presentan pendientes de tierra natural que en algunos casos son retenidos con la realización de muros de sostenimiento simple que no son muy comunes por el alto costo que presentan, por lo tanto como una alternativa de solución eficiente y económica se busca la construcción con materiales conocidos como la tierra, para la producción del concreto con áridos y agua para mejorar la seguridad de las laderas y a la vez disminuir el impacto ambiental. Por esta razón, la investigación fue desarrollada de forma descriptiva comparativa ya que busca indicar las diferencias que existe entre dos tipos de diseños de estructuras de sostenimiento para definir la posibilidad de la construcción mediante la tierra reforzado con dicha técnica.

Mediante los datos obtenidos se muestra los resultados después de haber realizado una comparación del muro de sostenimiento de tierra armada que favorece en la evaluación técnica y económica frente al muro de concreto armado y en cuanto a la base el muro de tierra armada es superior a lo esperado con relación al muro con refuerzo de acero, por otro lado, no existe similitud en cuanto al número de barras de acero a utilizar en el muro de contención, ya que se utilizaron 270 barras de acero de 3/8", 162 de 1/2" y 108 de 5/8" frente a los ciento cinco metros de longitud que se empleara en la estructura de sostenimiento de tierra armada lo cual favorece a grandes rasgos hacia el diseño de la estructura de sostenimiento de tierra armada con relación al muro de reforzado, según su apreciación económica y técnica. Se llegó a la conclusión que no hay diferencia alguna estadísticamente en cuanto a la eficacia entre ambas estructuras de sostenimiento, de igual forma la apreciación técnica y en la economía del diseño en la estructura de retención de una extensa dimensión con la técnica ya mencionada en referencia al muro reforzado en la ciudad de Puno, existe disimilitud numérica en los insumos, mas no económica.

Pesantes (2017) Establece el vínculo que existe entre la estabilidad de taludes y los muros de mampostería. Plantea que actualmente en Comas, existen puntos donde el riesgo es alto, cuyo motivo principal son las pendientes pronunciadas que existe en esa área y la falta de intervención. Varios habitantes residen ahí por años donde la variación de pendiente es abrupta y no existe ambiente que brinde seguridad para poder vivir, en donde los taludes están propensos de deslizarse, desmoronarse; en Villa Disciplina, existe muros de piedras (llamadas pircas) que fueron desarrolladas de forma empírica sin la participación de un profesional, por tal motivo se encuentra inestable, y tienen mayores posibilidades a ceder por un evento sísmico ocasionando accidentes fatales. Se tiene reportes de accidentes en el sector, que fueron los desprendimientos de piedras o deslizamiento de grandes masas de material granular, afectando a los inmuebles y habitantes. La geografía de lugar de estudio es mala debido que afecta al tránsito peatonal. Para dar solución al problema planteado es el desarrollo de una estructura de sostenimiento de mampostería lo cual cumplirá con estabilizar las pendientes de tierra del lugar, para poder garantizar el bienestar de los pobladores del Asentamiento Humano, localizado en Collique cuarta cuadra.

La investigación es no experimental debido a que en este tipo de estudios no se modifican las variables intencionalmente; más bien estas son visualizadas, descritas y se analizan los efectos que se ocasiona entre ellas, Por otro lado, también se considera que es del tipo aplicada, a nivel descriptiva, debido a que el problema a dar solución viene de una causa natural practica y la solución es obtenida por las causas que se llegan a conocer.

Se llevo a demostrar que se respeten los parámetros necesarios de los factores que aseguran la estabilidad. También, se determinó las dimensiones de la geometría del muro y su respectivo calculo, verificando que cumpla con las consideraciones necesarias para que cumpla con su propósito. El tipo de suelo encontrado es grava pobremente granulada, siendo un suelo bueno respecto al comportamiento mecánico. Además, su capacidad de drenar el agua es excelente. Se concluyó que es una buena opción el muro de sostenimiento de mampostería para lograr una estabilidad del terreno y ampliar el estándar de vida en los residentes de la zona.

Arroyo y Capuñay (2016) analizaron las diferentes opciones para la estabilización de taludes en el Coishco, de Arica en las Manzana E1 y D1, para proponer una alternativa de muro de sostenimientos que sea económica y confiable, estas pueden ser muros de tierra, concreto simple, concreto reforzado y piedras. Actualmente uno de los problemas en este sector, está relacionada a un taludes inestables y a ello se suma la inconsciencia de los cortes y excavaciones que existen ya sea de forma natural o artificial en las vías de acceso que fueron provocados a causa de las edificaciones de viviendas ubicadas en las laderas de los cerros y los pobladores al momento de ingresar a las viviendas generan deslizamientos y caídas de rocas que generan inseguridad en los pobladores ya que puede provocar accidentes, por esta razón, es necesario brindar una alternativa de solución para la estabilidad de taludes garantizando su funcionalidad. El tipo del trabajo es aplicada, por otro lado, el método de diseño es empírico y analítico, y a su vez el diseño es experimental, se realizó consultas bibliográficas y la recolección de datos para elaborar los diferentes test de laboratorio respectivos.

Por consiguiente, para determinar los resultados se realizó la comparación de las diferentes opciones de estructuras de contención como: gaviones, gravedad, voladizo y por ultimo de tierra armada, obteniendo los factores que aseguran que el muro no se deslice, no se voltee y no se hunda, de cada uno de los muros, el resultado con mayor valor contra el deslizamiento es el muro de tierra armada y en el factor contra el volteo lo presenta el gavión según los valores obtenidos del diseño que se ha realizado para cada muro; en cuanto a un análisis económico se realizó los costos unitarios para determinar el presupuesto de cada una de las estructuras de sostenimiento de taludes considerando una altura de 4.70, obteniendo la estructura que requiere un mayor costo presupuestal y el de menor costo. Concluye que el de menor costo es el gavión, en comparación con las demás, del mismo modo estos van aumentando según la altura, ya que aumenta el costo unitario. Por otro lado, el tiempo de construcción de este es menor, se debe al proceso constructivo sencillo y en cuanto a los dos factores que aseguran la estabilidad contra el deslizamiento y volteo para el muro gavión es óptima, y esta se adecua al talud de la zona solucionando el problema.

Avelino (2016) elaboró un proyecto práctico para el análisis, diseño y elección de la estructura de retención, utilizando los métodos más relevantes, actualizados y los productos concernientes para la ejecución de este proyecto. Para poder seleccionar una solución a un problema determinado en el campo de la ingeniería, ha surgido siempre una duda o inquietud en los aprendices, ya sea por la inexperiencia o por la falta de libros, que cuenten con ejercicios basados en la realidad del problema que se presenta, para poder dar solución a dicho problema. La edificación un hospital que contempla cuatrocientas camas en la cual se aprecia diversos muros de sostenimiento a lo largo del perímetro, a consecuencia de los diversos desniveles que existen entre las vías de acceso hacia la ella, por lo tanto, se buscó en realizar un análisis de uno de los muros de contención para constatar que estos cumplan con los parámetros de solidez y su suficiencia de la estructura basándose en las dos normas ACI 318-11 y NEC-2014, además se realizó una sugerencia en cuanto a los insumos que están revolucionando la construcción y su proceso de desarrollo. De tal modo, dicha investigación tiene un enfoque Cualitativo-Cuantitativo, porque los datos se consiguieron por medio de la visualización directa, estas fueron analizadas, apreciadas y procesadas; se realizó la interpretación de dichos resultados obtenidos en campo, como fue la topografía y mecánica de suelos, así mismo se utilizó el software SAP2000.

Por consiguiente, en los resultados se obtuvo las cargas para la estructura tales como el peso propio, empuje de tierra, la carga muerta y sismo; proseguido se efectuó el análisis estructural para la pantalla, pie y talón verificando el factor de seguridad de deslizamiento y volcamiento, así mismo, se halló el área de acero para los elementos a contracción y por temperatura para el muro de contención considerando el momento y la cortante última; para finalizar se precisó los diseños estructurales y sus respectivas dimensiones. En conclusión, se puede apreciar la trascendencia del empleo de normas que parametrizan a estos tipos de estructuras, según la estimación de las cargas que ejercen sobre ellos con sus correspondientes factores según pida el proyecto, el mismo que nos asistirá en el momento de realizar el diseño de una estructura adecuada, tanto por sus dimensiones y a nivel económico para su construcción, que sea idóneo de soportar las cargas y sobrecargas que se presentan sobre ellas.

1.3. Fundamentación científica

Con respecto a la fundamentación teórica, se ha realizado una indagación de conceptos de diferentes autores que permita argumentar las variables de diseño de muro de contención y caminos vecinales.

Terzaghi, Peck, y Mesri (1996) afirman que los muros de sostenimiento son aquellas estructuras designadas a brindar soporte a los taludes inclinados de masas de material suelto y de rocas en macizos fragmentados, o depósitos de materiales múltiples que presentan pendientes ascendentes en su ángulo de reposo; a su vez, es una estructura en dirección longitudinal y vertical construida a modo de pared como elemento rígido. El cometido primordial de los muros es la de brindar como elemento de retención de un terreno, generando seguridad ya que soporta las fuerzas y presiones que se ejercen sobre él.

Así mismo, Torres (2008) clasifica en tres grupos o tipo de muros de contención, menciona que el muro de gravedad está compuesto por una gran masa que puede resistir el empuje del suelo mediante su peso propio y aparte se añade el peso del material que está sobre ellos; son económicos esto depende de la altura ya que se pueden volver muy costosos al ser muy altos, es recomendable para alturas inferiores a 5 m, estos tienen dimensiones considerables, ya que no necesitan de refuerzos. Estos muros pueden ser de gaviones, mampostería, piedra o concreto ciclópeo. Su estabilidad depende de su propio peso, por esta razón se requiere de dimensiones considerables, estas medidas lo definen el empuje activo que va a soportar. La dimensión de la cimentación está oscila entre el 0,4 y 0,7 de la altura total del muro. Por la economía, la cimentación tiene que ser la mínima posible y apropiadamente amplia para su estabilidad contra el deslizamiento, volcamiento y hundimiento.

Ordoñez (2015) expresa que el concreto reforzado es una característica de los muros en voladizo, estos son principalmente de perfiles de una T o L, utilizan el suelo para poder asegurar su estabilidad, es la más frecuente es necesario que el calculista lo analice y es económico para alturas de 6 metros ya que a mayor altura necesita mayor refuerzo y excavación.

Harmsen (2002) afirma que para desniveles mayores a 6 m. la estructura de sostenimiento puede ser un muro de contrafuerte, los cuales son idénticos a los muros en volado, pero tiene la presencia de apoyos en la pantalla vertical, denominados como contrafuertes, estos aparecen cada cierto tramo. Los cuales ayudan a dar más rigidez al muro y reducen considerablemente los esfuerzos en la cimentación, haciéndola recomendable para alturas mayores a 6 m. al ser tan altas estas trabajan a tracción, pero no es muy conveniente debido que el concreto se desempeña a compresión. Por esto en ocasiones se opta que los contrafuertes estén adelante, así hacer que estos trabajen a compresión, pero la deficiencia es que estos estarían expuestos.

Braja (2013) afirma que, para un diseño óptimo de los muros, es imprescindible realizar un estudio de suelo, así conocer sus parámetros, como la cohesión, peso unitario y ángulo interno de fricción que se encuentra sostenido por el muro y donde la cimentación sentará. Conociendo estas propiedades el diseñador calculará la presión lateral y su distribución para el diseño, este se realizó en dos partes. La primera parte, ya teniendo calculada la presión lateral, se verificará la estabilidad del muro haciendo las verificaciones posibles de deslizamiento, vuelco y fallas originadas por la capacidad de carga. Y en la segunda parte, se determinará los refuerzos de acero que requiere cada uno de los componentes de la estructura.

Según Crespo (2004) el peso específico, consiste en la relación que se presenta entre la masa del material dividido con el volumen que esta ocupa (considerando las fases del suelo). Generalmente se expresa en kg/m^3 . Además Bilz (1995) define que el ángulo interno de fricción es una expresión del coeficiente de rozamiento, el cual es una idea básica que se utiliza en la física: $\text{coeficiente de rozamiento} = \tan \phi$ y depende de diversos agentes entre ellos algunos de los más significativos son los tamaños, formas y distribución de los granos, y por otro lado afirma que la cohesión es la unión que existente entre los granos de material ocasionado por la atracción que desempeñan unas con otras causadas por las fuerzas intermoleculares y es empleada para figurar la resistencia al corte obtenido por la cimentación.

Por otro lado, Braja (2013). define que la capacidad última de carga, a dicha carga que hace que ocurra la falla por corte del suelo originado por un área unitaria de cimentación. Así mismo el aumento de la carga es acompañado al incremento del asentamiento, no obstante, esta falla de la zona de fundación se extiende paulatinamente hacia la superficie de la cimentación. Además, Terzaghi (1943) Es el iniciador en mostrar la hipótesis entera de la evaluación de capacidad de soporte de carga del estrato en cimentaciones superficiales. En la cual se considera cimentación superficial, si el desplante de la cimentación es inferior o igual al ancho de la misma. Terzaghi sugiere que si se tiene una relación que tiende a ser 0 del ancho entre la longitud de la cimentación (cimentación corrida). El suelo que se encuentra por encima del cimientto, esta puede ser suplantada por una carga equivalente efectiva $q = \gamma D_f$. en la cual “ γ ” es densidad del suelo y D_f la distancia de terreno hasta la cimentación

Así mismo, Crespo (2004) menciona que para poder realizar el análisis de los muros de sostenimiento es indispensable calcular los resultados de las presiones que ejercen sobre la base de la cimentación, como pueden ser: el empuje del suelo, las cargas eventuales que se presentan según su función, su peso del muro y el peso del material de relleno o también los empujes que se producen casualmente, posteriormente se debe de verificar su estabilidad con respecto a diferentes fallas existentes, como tal es el caso de: falla por volteo, falla por deslizamiento, presiones sobre el terreno y resistencia como estructura.

Por otro lado, el MTC (2018) manifiesta que la capa de la superficie de rodadura presente en los caminos vecinales de las diferentes zonas rurales, está compuesta por material granular (afirmado), de suelo natural o tierra, estas se encuentran con pocas obras de arte, y están expuestas a los factores climáticos de la zona y a un flujo vehicular, que conjuntamente aceleran el deterioro de los caminos hasta que se vuelvan intransitables, por esta razón es esencial implementar a través de los gobiernos regionales y provinciales un sistema de mantenimiento rutinario, para la conservación y mejora de la transitabilidad, se lleva a cabo juntamente con los pobladores beneficiarios los cuales realizarán labores de mantenimiento de su camino que serán retribuidos por las micro empresas.

2. Justificación de la investigación

La ejecución de muros de contención es una alternativa de solución para el deslizamiento o remociones de tierras, y por esta razón, son empleadas por diferentes instituciones y empresas, frente a esta opción, existe la deficiencia en la elaboración de los diseños adecuados para estas estructuras, tal como es el caso que se presenta en los caminos vecinales de Oxapampa, por lo que podemos apreciar que algunos muros existentes se encuentran en mal estado, y que algunos de ellos fallaron por deslizamiento, volteo y hundimiento debido a que no se realizó el apropiado diseño y sus respectivas verificaciones, esta situación genera problemas de transporte y movilización de los habitantes de la zona, debido a que se produce obstrucciones en la carretera tanto como masas de tierra, rocas y árboles, que mayormente son provocados en temporadas de lluvia, es por ello que es fundamental mejorar los diseños en los expedientes técnicos, para brindar seguridad y a ello se suma la obligación de evaluar las condiciones de la zona de estudios para poder recaudar los datos indispensables para elaborar un diseño óptimo, son las características mecánicas y físicas del suelo y así elaborar un buen diseño de la estructura de retención el cual asegure la estabilidad y poder acrecentar el estándar de vida de los residentes de la Provincia de Oxapampa.

Por ello, es necesario indicar que actualmente existen diferentes métodos para obtener la carga que puede soportar el suelo, para poder realizar las verificaciones y así identificar si el tipo de muro y sus dimensiones, son los adecuados para una determinada zona, así mismo, se encuentra diversos softwares para llevar a cabo el análisis estructural de los muros.

La investigación tiene como objetivo mejorar los diseños de los muros de retención de las vías vecinales en Oxapampa para garantizar el tiempo de vida útil y su función estructural, que en consecuencia nos ayudará a evitar futuras obstrucciones en las vías. Las implicancias prácticas de esta investigación nos brindaron la solución a los problemas existentes en la provincia de Oxapampa, tomando en cuenta a las condiciones de fiabilidad, capacidad de respuesta y seguridad, es decir, según los resultados obtenidos se debe establecer los parámetros necesarios para así superar

cualquier problema que se halla identificado. En el marco metodológico, se utilizó la descripción de la situación actual de los muros de contención en los diferentes tramos y así mismo se analizó los expedientes técnicos existentes, por consiguiente, se realizó los diseños necesarios aplicando la teoría de Terzhagui para obtener la capacidad portante y verificar las diferentes fallas existentes. Por lo tanto, para explicar la relación de las variables de estudio se desarrolló las comparaciones y análisis necesarios.

El estudio tiene relevancia social porque los principales beneficiarios con la mejora del diseño de las estructuras de retención serán los pobladores de las zonas afectadas ya que no tendrán problemas de obstrucciones en los caminos vecinales para poder desplazarse, y así cumplir con seguridad y comodidad sus diferentes actividades como: la agricultura, ganadería, educación, salud, etc. ya que requieren el buen mantenimiento de las vías. Así mismo son motivados para que los mismos habitantes sean los que trabajen en dichos mantenimientos y construcción de muros ya sea con su mano de obra o con la participación de sus microempresas. Por otro lado, quedo como antecedente para los futuros diseños que se presentarán posteriormente, y así garantizar el perfecto funcionamiento de este.

De la misma manera, el Instituto Vial Provincial de Oxapampa siempre debe lograr que la presentación de los expedientes técnicos cumpla con todos los requisitos mínimos, especialmente en los cálculos para las diferentes estructuras que se construirán y así poder garantizar las obras ejecutadas y se podrá decir que se está dando un servicio de calidad. En el presente estudio, nos hemos enfocado como una empresa que principalmente se ocupa la gestión de la infraestructura vial vecinal, así como la infraestructura de desarrollo integral territorial; por ese motivo, se estableció un modelo de diseño de las estructuras de sostenimiento para evaluar y verificar su efectividad y garantizar que esta perdure en el tiempo, para dicho diseño se utilizó como referencia un tramo que está ubicado en la Provincia de Oxapampa, Distrito Oxapampa, Emp. 5na (Santa Clara) - Acuzazú - Alto Acuzazú con una longitud de 6.10 km.

3. Problema

3.1. Problema general

¿Cómo mejorar el diseño de muro de contención en los expedientes técnicos para los caminos vecinales de la Municipalidad Provincial de Oxapampa, 2020?

3.2. Problema específico

¿Cuáles son los parámetros geotécnicos para el diseño de muro de contención en los expedientes técnicos para los caminos vecinales de la Municipalidad Provincial de Oxapampa, 2020?

¿Qué dimensiones se considerará para el diseño de muro de contención en los expedientes técnicos para los caminos vecinales de la Municipalidad Provincial de Oxapampa, 2020?

¿Cuáles son los factores de seguridad para el diseño de muro de contención en los expedientes técnicos para los caminos vecinales de la Municipalidad Provincial de Oxapampa, 2020?

¿Cuál es el presupuesto respecto al diseño de muro de contención en los expedientes técnicos para los caminos vecinales de la Municipalidad Provincial de Oxapampa, 2020?

4. Conceptuación de las variables

Tabla 1:
Conceptuación de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Escala de medición
V-1 Diseño de muro de contención	Los muros de contención son estructuras que trabajan para detener un suelo o cualquier tipo de material que se encuentra en desnivel. (Harmsen, 2002)	Es el análisis matemático de los parámetros geotécnico y estructurales para brindar estabilidad de terreno.	Parámetros geotécnicos Dimensiones Calculo estructural	Ordinal
V- 2 Expediente técnico.	El conjunto de documentos Técnicos legales que se requieren para poder desarrollar un proyecto acorde con las normas establecidas. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2019)	Son documentos técnico legales para desarrollar un proyecto.	Presupuesto	Ordinal

Fuente: Elaboración propia.

5. Objetivos

5.1. Objetivo general

Mejorar el diseño de muro de contención en los expedientes técnicos para los caminos vecinales de la Municipalidad Provincial de Oxapampa, 2020.

5.2. Objetivo específico

Determinar los parámetros geotécnicos para el diseño de muro de contención en los expedientes técnicos para los caminos vecinales de la Municipalidad Provincial de Oxapampa, 2020.

Establecer las dimensiones que se considerará para el diseño de muro de contención en los expedientes técnicos para los caminos vecinales de la Municipalidad Provincial de Oxapampa, 2020.

Calcular los factores de seguridad para el diseño de muro de contención en los expedientes técnicos para los caminos vecinales de la Municipalidad Provincial de Oxapampa, 2020.

Estimar el presupuesto respecto al diseño de muro de contención en los expedientes técnicos para los caminos vecinales de la Municipalidad Provincial de Oxapampa, 2020.

II. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Tipo de estudio

Hernández (2000) afirma que una investigación es de tipo aplicada, cuando se considera en el proceso de la solución del problema conocimientos ya existentes, por lo tanto, se utilizó los antecedentes en el diseño de la estructura en los expedientes técnicos de la Municipalidad Provincial de Oxapampa, para sus caminos vecinales. Esta investigación aplicada busca el conocimiento, a evaluar, a realizar, a edificar y a modificar.

2.2. Diseño de investigación

Hernández, Fernández & Baptista (2014) precisó que un trabajo no experimental es cuando no se elabora ninguna manipulación premeditada de las variables de la investigación, en otras palabras, es un estudio donde no se varía deliberadamente la variable independiente, si no se visualizan la situación tal como se muestran en la naturaleza y así analizarlos.

2.3. Método de investigación

Marroquín (2014) fundamenta que el estudio que se va a realizar es descriptivo, porque “se recogieron datos del lugar de estudio, estos no serán manipulados y ni alterados”, empleando diversos métodos y así posteriormente se realizó “la interpretación, del razonamiento y la discusión de las conclusiones hallados al procesarlos”.

Del mismo modo Hernández (2000) precisa que es del tipo transversal, ya que se basó en la recopilación de información en un tiempo determinado y único. Cual objetivo es la descripción de las variables y su análisis en ese momento, con la cual identificamos la importancia de la estructura y su influencia.

Así mismo Hernández (2000) describe que es un estudio explicativo ya que pretendemos establecer los criterios y las consideraciones que se tomaron para el diseño de la estructura.

III. METODOLOGÍA DE LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

3.1 Análisis del medio físico

3.1.1. Ubicación

El presente estudio pertenece al tramo: Emp. 5na (Santa Clara) – Acuzazú – alto Acuzazú, ubicado en Oxapampa del departamento de Pasco. El camino vecinal a intervenir se encuentra entre las siguientes coordenadas Geográficas:

Tabla 2:
Ubicación del proyecto

Descripción	Norte	Este
Inicio	8834715	452659
Final	8838447	455683.

Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Acceso a la zona

El ingreso a la vía de estudio de puede ser efectuada desde Lima por medio de la vía departamental llega a la Oroya, a 185 Km, con dirección a Cerro de Pasco, se encuentra una separación, de la cual la primera se dirige a Pasco y la segunda conduce a Tarma – La Merced (Junín), encontrándose la vía totalmente asfaltada hasta el Puente Reiter, punto de división hacia la Provincia de Oxapampa a un recorrido de 12 Km de la ciudad de la Merced (Junín), de este punto seguimos el ramal de la izquierda donde inicia la ruta nacional asfaltada PE-5N, esta vía pasa por la margen derecha del Río Paucartambo con un aproximado de 10 Km, cruza el río del mismo nombre llegando al Centro Poblado de Puente Paucartambo, este es el punto de unión con la provincia de Oxapampa; de donde se separan dos tramos, tomando el primer tramo de la izquierda seguimos en dirección a Oxapampa, donde inicia la ruta nacional PE-5NA (Trayectoria Pte. Paucartambo – San Juan de Codo), recorreremos esta un aproximado de 44 km donde llegamos a al puente La Esperanza que es el ingreso a la ciudad de Oxapampa, seguimos la ruta nacional PE5NA a un aproximado de 04 km donde llegamos al puente Santa Clara el cual es el inicio del camino vecinal en estudio.

Tabla 3:
Rutas de Lima hasta Oxapampa

Código de Ruta	Descripción	Distancia	Tipo de Vía	Tiempo
PE-22	Lima - La Oroya	185 Km	Asfaltada	6:00
PE-20 ^a	A Tarma	56 Km	Asfaltada	1:15
PE-22B	A La Merced	77 Km	Asfaltada	1:30
PE-5N	A Oxapampa	98.2 Km	Asfaltada	2:12

Fuente: Elaboración propia

3.1.3. Clima

El estado que se presenta en el distrito de Oxapampa es propio de la selva alta, con temperaturas promedio de 20°C, y dos temporadas bastante marcadas y caracterizadas de acuerdo a la presencia de lluvias, siendo una de estas entre los meses de diciembre a marzo, esta temporada se caracteriza por las constantes precipitaciones fluviales, las cuales se presentan a menudo durante toda la temporada, la otra temporada característica se desarrolla entre abril a noviembre y se caracteriza por una menor presencia de lluvias, al punto de llegar a ser casi ausentes durante esta temporada, el promedio de precipitación anual mínima es de 3,000 mm y la máxima es de 7,160 mm, su altitud promedio varía de 1,710 a 2.055 m.s.n.m.

3.1.4. Estado actual del camino.

Podemos mencionar que la superficie de rodadura se encuentra en buenas condiciones debido al mantenimiento rutinario que tiene el mencionado camino, a lo largo del camino se pudo encontrar distintas obras de arte como cunetas no revestidas, badenes, señales verticales, reductores de velocidad entre otros.

3.1.5 Sismicidad

La actividad sísmica de Oxapampa está vinculada con la placa oceánica y la sudamericana, esto es generada por la subducción de la primera. Esta se desplaza un promedio de 10 cm. por cada año, esto ocasiona la fricción de las cortezas terrestres,

liberando energía por medio de sismos, la gravedad de estos depende de la profundidad de su origen.

Los movimientos sísmicos de la región son originados por la fricción de la corteza terrestre debido a la subducción, los sismos son mucho más fuertes en las zonas costeras, y va disminuyendo relativamente mientras te diriges a la selva. En donde la fricción ocurre a una gran profundidad, por lo cual el sismo es menos intenso, principalmente en el oriente del Amazonas.

Mediante un mapa donde se Zonifico el sismo y otro de las intensidades máximas sísmicas del Perú y concorde a las Normas del RNE, el distrito de Oxapampa se localiza en la zona 2, al cual le compete una intensidad de VI a VII y una sismicidad media.



Figura 1: Zonificación sísmica del Perú, (Fuente: Alva 1984)

En la figura se muestra la sectorización de máximas intensidades sísmicas del Perú esto lo realizó Alva (1984), basándose en mapas Isosista de sismos y datos de sismos históricos.

3.1.6. Situación problemática

El presente informe surge a partir de la necesidad que se observa en mejorar el diseño de los muros en los expedientes técnicos, ya que la buena funcionabilidad de la estructura y su tiempo de vida útil depende directamente del diseño realizado.

Por lo que se observó en las estructuras de los años anteriores fallas de los muros tanto por, deslizamiento, hundimiento y/o volteo generando molestias en los habitantes de las zonas ya que esto generaba obstrucciones en el tránsito fluido de los caminos vecinales evitando que se continúe con sus actividades cotidianas como es la educación, transporte de ganadería y la venta de sus productos, bajo estas dificultades los habitantes venían solicitando mejorar las estructuras que se encuentra en los caminos vecinales para evitar futuras dificultades en cuanto al transporte de las zonas aledañas.

Frente a esta situación se procedió a la verificación de los expedientes técnicos especialmente en el diseño de las estructuras de sostenimiento para poder evaluar la situación de las estructuras, donde se encontró algunas deficiencias en los expedientes técnicos en el año 2019, no se contaban con un estudio de suelos adecuado, donde se asumía datos de los parámetros del suelo en base a proyectos de zonas cercanas, así mismo, se consideró las dimensiones del muro, generalizando de todas las estructuras similares optando por una corona del muro y talón de $H/12$, el peralte de la cimentación $H/8$, base de cimentación $0.6 H$, la punta la mitad del peralte y los otros elementos fueron tomados al azar. Por otro lado, en cuanto al cálculo de empuje no se tomó en consideración la inclinación del espolón, ni la fuerza sísmica. Finalmente, el presupuesto se encontró sobrevalorado ya que no se consideraba el rendimiento adecuado.

3.2. Proyecto de solución

Como alternativa de solución se elaboró el presente proyecto donde se tiene el objetivo de mejorar el diseño de los muros en los expedientes técnicos, teniendo en cuenta los criterios básicos para evitar futuras fallas estructurales y evitar molestias en los habitantes de las zonas aledañas ya que son afectadas de forma directa debido a que se llega a obstruir algunos tramos de los caminos vecinales que no les permite tener un tránsito fluido para poder desarrollar sus diferentes actividades y por otro lado, afecta a sus zonas de agricultura.

Para el desarrollo del proyecto, se consideró 3 etapas: Recopilación de información, diseño estructural y planos, y presupuesto.

Etapas 1. Recopilación de información

- Se inició con la evaluación de los expedientes técnicos del año 2019 en gabinete para poder identificar las deficiencias que se presentó.
- Se visitó los lugares donde se encuentran las obras de arte y se pudo apreciar la situación actual del muro de sostenimiento identificando las fallas que sufrió la estructuras y así poder realizar el adecuado diseño de muro de contención.
- Se procedió a realizar las mediciones necesarias de la zona donde se ubicaría el muro de sostenimiento.
- Se realizó la extracción de la muestra del suelo de 1 calicata con una profundidad de 2 metros, el cual fue llevado al laboratorio para obtener sus parámetros geotécnicos necesarios para el diseño.

Etapas 2. Diseño estructural y planos

- Se realizó el predimensionamiento para los siguientes elementos de la estructura: corona, altura total, altura de pantalla, inclinación exterior, inclinación interior, punta, talón, peralte de la cimentación, base del espolón y

base de la cimentación, teniendo en cuenta las formulas necesarias para este procedimiento.

- Con las dimensiones obtenidas de cada elemento se realizó el seccionamiento en figuras conocidas para el metrado de carga muerta que corresponde al peso propio de la estructura y la obtención de su centro de gravedad para calcular los momentos que se genera.
- Juntamente con los datos obtenidos del laboratorio y las dimensiones se procedió a realizar los cálculos correspondientes a los momentos, la carga admisible del terreno, el empuje activo estático y dinámico, la sobrecarga para poder hallar los factores de seguridad de volteo, deslizamiento y hundimiento que son indicadores de la buena funcionabilidad de la estructura que posteriormente no fallara por los factores mencionados
- Se realizo el dibujo de los planos de ubicación y localización, plano clave, cartel de obra y reparación de muro de concreto ciclópeo

Etapas 3. Cronograma y Presupuesto

- En base a los planos que fueron desarrollados se procedió a realizar el metrado correspondiente teniendo en cuenta las siguientes partidas: topografía y georreferenciación, excavación manual de zanjas, relleno con material propio, relleno con material de préstamo, conformación y compactado de base, encofrado y desencofrado, concreto $f'c = 175\text{kg/cm}^2 + 30\% \text{ PM}$, drenaje en muro con tubería y juntas asfálticas, considerando la unidad de medida adecuada para cada partida; estos cálculos fueron realizados en un formato de metrado en una hoja Excel.
- Se realizo el análisis de precios unitarios de cada partida considerando la mano de obra, materiales, equipos y herramientas, teniendo en cuenta el rendimiento que se tiene en la zona por cada unidad de medida.

- Para obtener el sub total se realizó el producto del costo de unidad de medida con el metrado, y para determinar el presupuesto total se sumó el costo directo, el porcentaje de los gastos generales, utilidad y el impuesto general a las ventas.
- Con las partidas obtenidas y el metrado se realizó el cronograma de ejecución de obra considerando el proceso constructivo y la ruta crítica.

Técnicas e instrumentos

La técnica de elaboración del informe y el desarrollo de los objetivos se basaron en la recolección de datos y en el procesamiento de datos, por otro lado, la técnica de análisis de información nos ayudó a estructurar, explicar y analizar los datos acumulados mientras duró el proceso de la investigación. La disposición de los datos se desarrolló en los formatos ejecutados que se hicieron en el Excel, que se fueron obteniendo según el transcurso de la adquisición de datos en campo y en gabinete. La exposición y análisis de los datos se operaron en base a la técnica de análisis cuantitativo ya que conseguimos datos numéricos de los diferentes cálculos que se realizaron.

Por otro lado, los instrumentos fueron:

- Formato de predimensionamiento
- Formato de cálculos
- Formato de metrados
- Hojas Excel
- MsProject
- S10 Costos y presupuestos

Estas etapas y actividades mencionadas se encuentran fundamentadas en las siguientes bases teóricas.

3.2.1 Capacidad portante

Das (2011) define a la capacidad portante, a la carga que hace que ocurra la falla por corte del suelo originado por un área unitaria de cimentación. Así mismo el

aumento de la carga aún es conducido por el incremento del asentamiento, del mismo modo que la falla donde está situada la estructura se extiende lentamente hacia la superficie.

Por consiguiente, Terzaghi (1943) es el iniciador en mostrar la hipótesis completa de la evaluación de capacidad del suelo de soportar las cargas en cimentaciones. Se considera cimentación superficial, si el desplante de la cimentación es inferior o igual al ancho de la misma. Terzaghi sugiere que, si se tiene un cimiento corrido, el suelo que se encuentra sobre la parte inferior de la cimentación puede ser reemplazada por una carga igual a la efectiva $q = \gamma \times Df$.

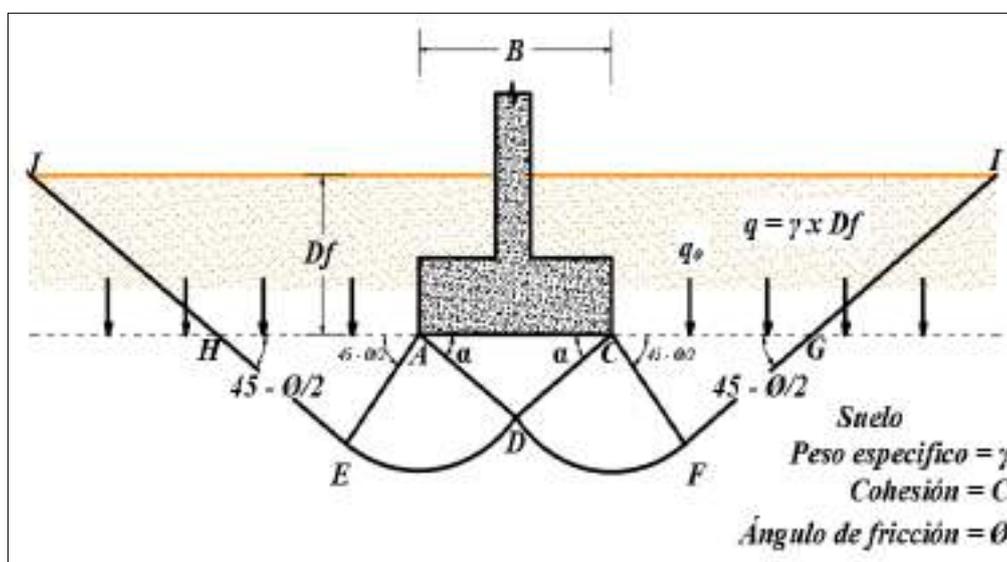


Figura 2: Falla por capacidad de carga en suelo (fuente: Vesic, 1963)

Factor de seguridad (Fs)

Se determina la capacidad admisible, donde se tuvo que tener en contemplación el factor de seguridad mínimo establecido en el RNE explícitamente en el capítulo E-050.

Ecuación 1: Capacidad de carga última

$$q_{adm} = \frac{q_u}{F_s}$$

Separadamente del recurso por lo que se utiliza dicho factor de seguridad, la medida depende de la decisión y riesgos comprometido con las condiciones encontradas para la cimentación; comúnmente el F_s en nuestro medio es de 3.00.

Capacidad portante

Terzaghi uso el análisis de equilibrio para expresar la fórmula para determinar la carga que soporta el suelo con la siguiente forma.

Ecuación 2: Carga última

$$q_u = cN_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma B N_\gamma$$

Donde:

B: Ancho de la cimentación (m).

γ : Peso específico húmedo del suelo (gr/cm³).

Df: Profundidad de la cimentación (m).

C: Cohesión del suelo (Kg/cm²).

N_c , N_q y N_γ : Factores de capacidad de carga

q: $D \times \gamma$

Tabla 4:
Factores de capacidad de carga de Terzaghi

\square	N_c	N_q	N_γ	\square	N_c	N_q	N_γ
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.10	0.01	27	29.24	15.90	11.60
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	30	37.16	22.40	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04

9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.80	512.84
22	20.27	9.11	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1072.80
25	25.13	12.72	8.34				

Fuente: Kumbhojkar (1993)

Parámetros geotécnicos

Teniendo en cuenta las características y las propiedades geotécnicas consideradas en este informe de suficiencia, los cuales son indispensables para realizar el diseño de cimentaciones.

Braja (2013) menciona que para obtener la fricción esta se logra mediante un el corte directo la cual es sencillo de ejecutarlo, pero muestra limitaciones. Los resultados obtenidos pueden ser un punto para polemizar. Es debido a la restricción de la falla, ya que se le hace fallar a lo largo de la caja de corte debido a la división del cilindro y no al plano más débil. Por otra parte, la hendidura del espécimen no es uniforme debido al reparto del esfuerzo cortante. Teniendo esta prueba algunas deficiencias, es la más rápida, sencilla y de bajo costo para un suelo saturado o arenoso. Los problemas para el diseño de las cimentaciones es la determinación del ángulo interno de fricción que existe entre el elemento que constituye la base con el suelo de fundación, el cual soportará la carga actuante de la estructura.

3.2.2 Predimensionamiento

Calavera (2001) describe que los muros de gravedad en su mayoría son constituidos de hormigón en masa y la resistencia de este se adquiere en base a su propio peso. La cimentación puede ser diferenciado o no serlo.

Ortega (1989) menciona que dependiendo del propio peso de la estructura se obtiene la estabilidad del mismo, ya que puede ser de mampostería o concreto. Por lo general, los muros que dependen de su peso suelen formar un trapecoide y se sugiere para una altura inferior a 5 m.

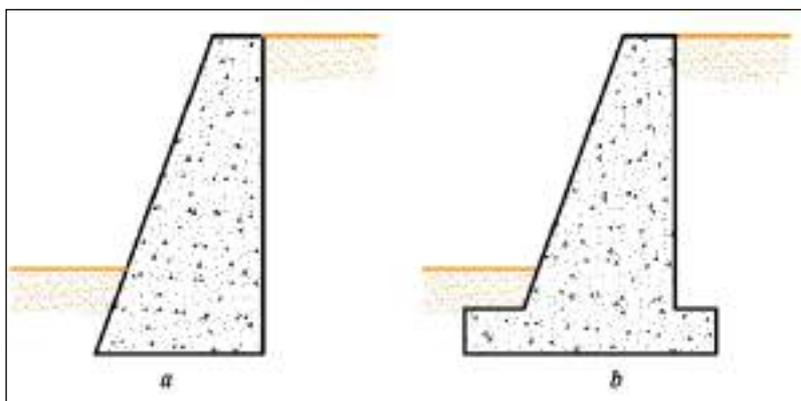


Figura 3: Muros de gravedad (fuente: Calavera J. 2001)

Braja (2013) afirma que las dimensiones aproximadas que pueden tomar el muro de gravedad, sus componentes más representativos son: el espaldón, punta y talón.

Nota: El valor mínimo que puede tomar D es 0.6 m, también en la figura se muestra las dimensiones mínimas que deben tomar los otros elementos.

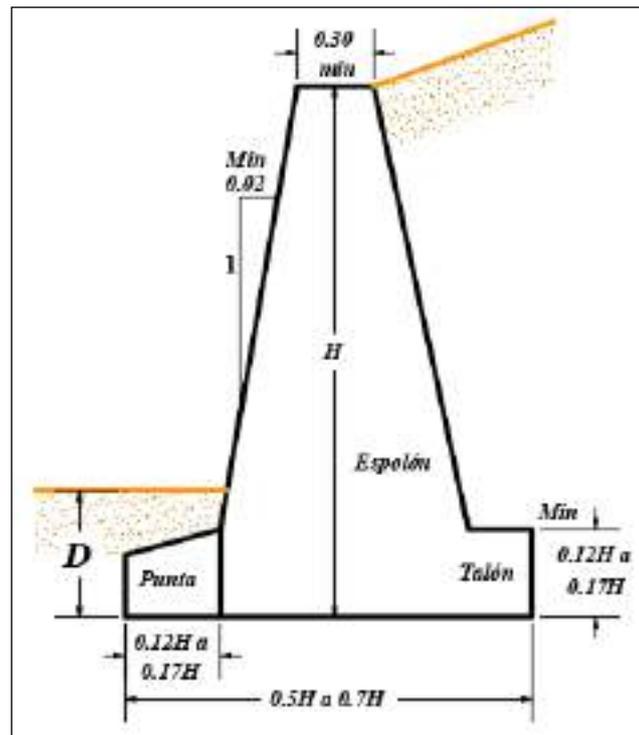


Figura 4: Predimensionamiento de muro de gravedad (fuente: Braja, 2013)

3.2.3 Factores de Seguridad

Calavera (2001) precisa que por lo general en todo proyecto existen características fijas y otras que son seleccionadas por el proyectista.

Características fijas

Calavera (2001) menciona que estas no son determinadas por el proyectista, es el suelo quien lo restringe para la cimentación y la presión admisibles, el coeficiente de rozamiento y el empuje.

La altura del muro.

La profundidad mínima de cimentación.

Características seleccionadas por el proyectista:

Las dimensiones del muro.

El material de relleno.

Las características resistentes de los materiales de muro.

El proceso del diseño es:

Selección de las dimensiones.

El Cálculo del empuje de la tierra.

Sobrecarga

Verificaciones del muro de gravedad

La seguridad a vuelco.

La seguridad de deslizamiento.

La seguridad de hundimiento

Calavera (2001) afirma que si alguna de las comprobaciones consignadas, no resulta satisfactoria, el muro debe ser redimensionado y repetir los procesos, hasta conseguir un diseño que sea a la vez económico y seguro.

Presión lateral del suelo

Braja (2013) señala que las estructuras que sostienen taludes de suelo o cualquier otro material, están expuestas a las fuerzas laterales que generan estas, estos empujes son esenciales para un correcto diseño y construcción de esta estructura de retención. Esta presión lateral actúa sobre toda la estructura y estas se dividen en tres las cuales se clasifican según el movimiento de plano vertical del muro y en también cuando esta estático, estas son:

Presión en estado de reposo

Presión en estado activa

Presión en estado pasiva

Presión en estado de reposo

Braja (2013) manifiesta que el suelo está limitado por un plano vertical que no cuenta con fricción que se encuentra dispersado a una determinada profundidad. Si algún objeto que se encuentra a un nivel inferior del NTN, está siendo sometida a las presiones horizontales y verticales σ_h y σ_o . Para un suelo seco es:

Ecuación 3: Presiones efectivas Verticales y horizontales

$$\sigma'_o = \sigma_o \text{ y } \sigma'_h = \sigma_h$$

Teniendo las presiones verticales y horizontales; se tiene que calcular un coeficiente el cual es obtenida por la división de los dos esfuerzos.

Ecuación 4: Coeficiente de presión de tierra en estado de reposo

$$K_o = \frac{\sigma'_h}{\sigma'_o}$$

Teniendo en cuenta que la presión vertical es $\sigma'_o = \gamma z$, por lo consiguiente la presión horizontal será $\sigma'_h = K_o(\gamma z)$

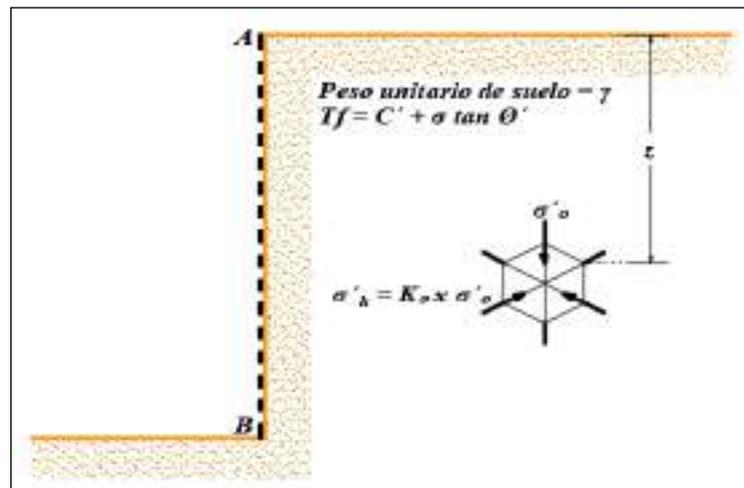


Figura 5: Presión lateral de la tierra (fuente: Braja, 2013)

La fuerza total ejercida en la pared forma un triángulo, lo cual para poder determinar la fuerza total de presión P_o , es igual a su área, por lo tanto.

Ecuación 5: Fuerza total de la presión

$$P_o = \frac{1}{2} K_o \gamma H^2$$

Presión en estado activa

Braja (2013) define que la presión activa del suelo es cuando el plano vertical se va alejando del talud, por lo cual el esfuerzo horizontal σ'_h va a disminuir, esto produce una condición de armonía plástica y una hendidura del suelo. A esto Rankine lo considera como un estado activo. Con esto Rankine expresa, que para determinar el coeficiente en estado activa, K_a . Teniendo en cuenta que la superficie es plana.

Ecuación 6: Coeficiente de presión activa de tierra de Rankine

$$K_a = \frac{\sigma'_a}{\sigma'_o} = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi'}{2} \right)$$

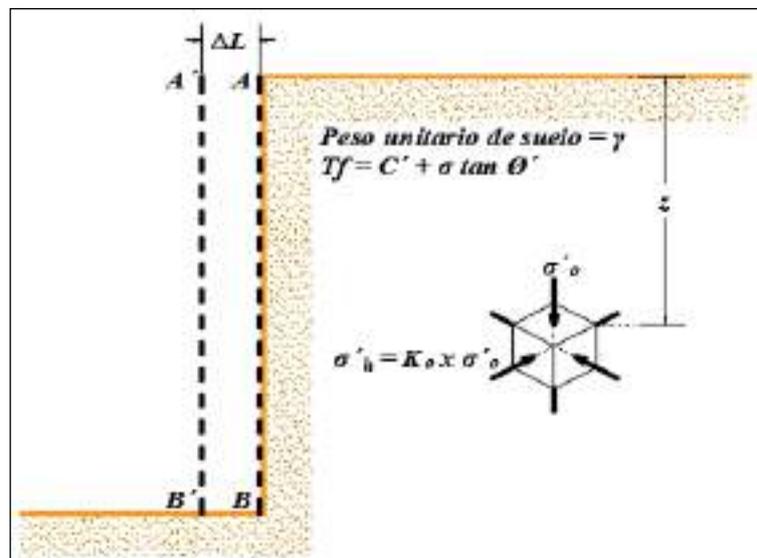


Figura 6: Presión activa de Rankine. (fuente: Braja, 2013)

Coulomb (1776) representó su teoría de presiones pasivas y activas para los diversos muros de sostenimiento. Considerando la fricción del suelo – muro, superficie inclinada y la inclinación del muro obteniendo una fórmula distinta para el *coeficiente de presión activa de Coulomb*

Ecuación 7: Coeficiente activa de Coulomb

$$K_a = \frac{\cos(\phi - \theta)^2}{\cos \theta^2 \cdot \cos(\delta + \theta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\cos(\delta + \theta) \cos(\beta - \theta)}} \right]^2}$$

Dónde:

γ_s = peso unitario del suelo

δ = ángulo de fricción suelo-muro (se considera $2/3 \phi$)

β = ángulo con respecto a la horizontal con el suelo

θ = ángulo que forma la vertical la cara

ϕ = ángulo interno de fricción del suelo

Coulomb nos dice que la presión activa es de geometría triangular con pendiente lineal, sin cargas de superficie. Por lo tanto, se ejerce en una posición situado a $1/3$ de H siendo esta la altura total.

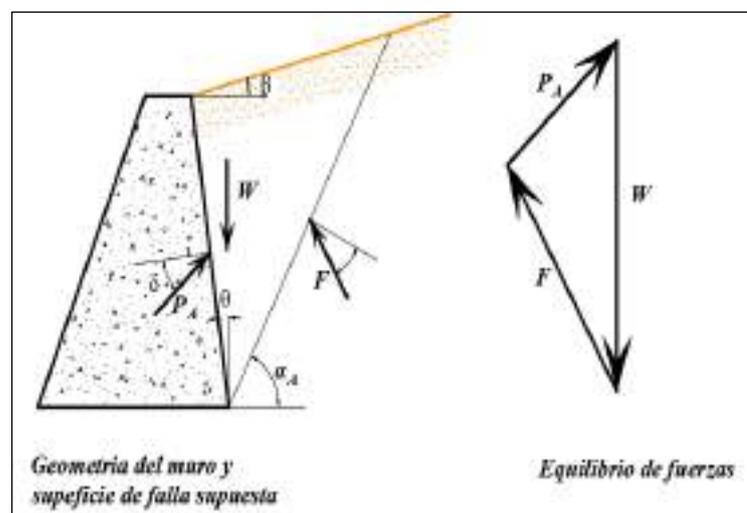


Figura 7: Presión activa de Coulomb.

La siguiente fórmula es para determinar la presión activa también llamado empuje activo, esto es para un suelo que posee cohesión.

Ecuación 8: Presión activa

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma z K_a - 2c' \sqrt{K_a}$$

Presión de pasiva

Braja (2013) afirma que, si el plano vertical se desplaza hacia el talud, el esfuerzo horizontal σ'_h va a aumentar. Generando una falla en el suelo, a esta situación se lo identifica con el nombre de estado pasivo, y para determinar se tiene la siguiente fórmula. Para una superficie plano.

Ecuación 9: Presión pasiva de tierra de Rankine

$$K_p = \frac{\sigma'_p}{\sigma'_o} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

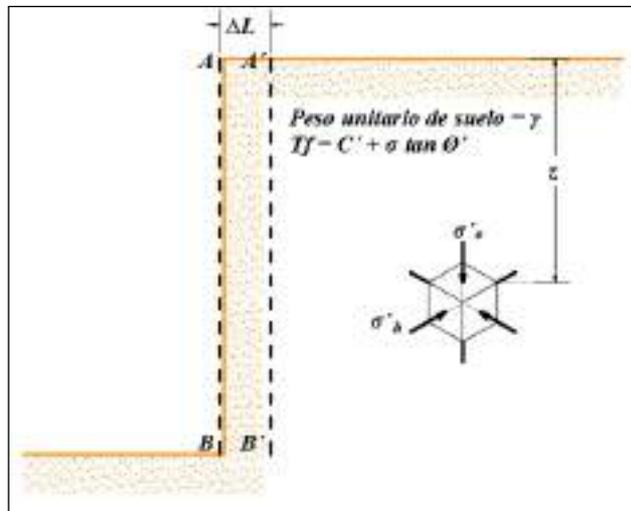


Figura 8: Presión pasiva de Rankine (fuente: Braja, 2013)

Ecuación 10: Presión pasiva de tierra de Rankine

$$P_p = \gamma z \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) + 2c' \tan \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

3.2.3.5 Verificación por volteo

Braja (2013) menciona que en los muros de sostenimiento por gravedad actúan fuerzas sobre su estructura, dentro de estas fuerzas se encuentran la presión en el estado activa y pasivo según corresponda.

Asi mismo, Barros (2005) acota que todo muro está expuesto al empuje activo que efectúa el volteo generado por el punto inferior del pie. A este tipo de empuje se le conoce como activo, esto ocasiona el vuelco.

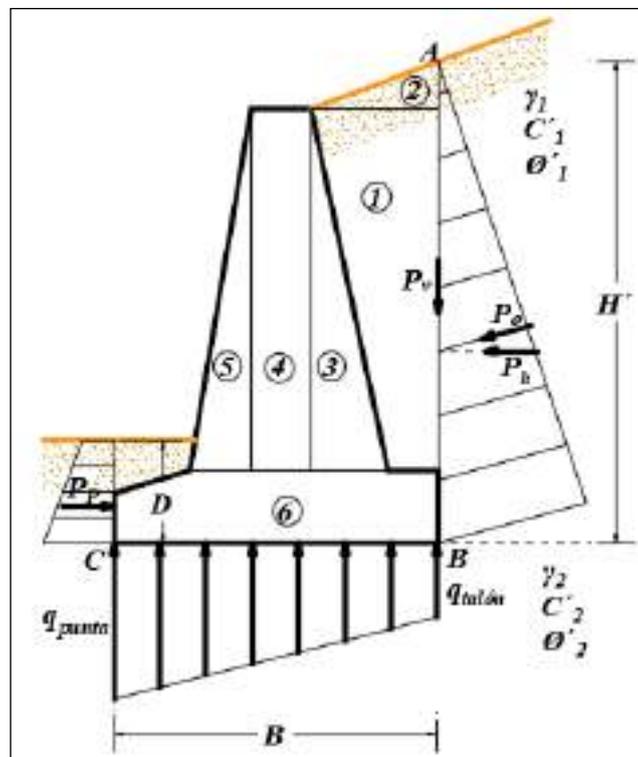


Figura 9: Comprobación de vuelco (fuente: Braja, 2013)

Para tener la seguridad de que el muro no se vuelque o voltee se calcula un factor contra este sobre la parte inferior de la punta, como se muestra en la figura N°7, esta se expresa como $FS_{(vuelco)}$. Cuya fórmula se presenta.

Ecuación 11: Factor de seguridad para verificar el vuelco

$$FS_{(vuelco)} = \frac{\sum M_R}{\sum M_O}$$

Siendo:

$\sum MO$ = sumatoria de todos los momentos generados que quieren volcar a la construcción con referencia a C

$\sum MR$ = sumatoria de todos los momentos generados que evitan que la construcción vuelque con referencia a C

Ecuación 12: Sumatoria de fuerzas que tiende al volcar

$$\sum M_o = P_h \left(\frac{H'}{3} \right)$$

Para determinar los momentos resistentes, $\sum MR$ se calcula mediante una tabla.

Tabla 5:
Cuadro de peso y momentos

Figura	Área	Peso	Distancia de la fuerza hasta el punto C	Momentos
1	A ₁	W ₁ = $\gamma_1 * A_1$	X ₁	M ₁
2	A ₂	W ₂ = $\gamma_1 * A_2$	X ₂	M ₂
3	A ₃	W ₃ = $\gamma_c * A_3$	X ₃	M ₃
4	A ₄	W ₄ = $\gamma_c * A_4$	X ₄	M ₄
5	A ₅	W ₅ = $\gamma_c * A_5$	X ₅	M ₅
6	A ₆	W ₆ = $\gamma_c * A_6$	X ₆	M ₆
		P _v	B	M _v
		$\sum V$		$\sum MR$

Fuente: Braja, 2013

Ya teniendo calculado la $\sum MR$, se continua a con la obtención del factor para una superficie sin inclinación se puede calcular como:

Ecuación 13: Factor de seguridad para verificar el vuelco

$$FS_{(vuelco)} = \frac{M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 + M_6}{P_a(H/3)}$$

Para tener una certeza que no falle por volteo se toma como valor mínimo el factor de seguridad 2.

3.2.3.6 Verificación por deslizamiento

Así mismo, Barros (2005) menciona en diferentes capítulos la estructura de sostenimiento está sometida al empuje horizontal por ende se desliza. El roce que tiene la estructura con el suelo es lo que hace que el muro no se deslice.

Por otro lado, Braja (2013) menciona que para tener la seguridad que el muro no se deslizará tenemos que calcular el factor, lo cual nos va a garantizar la resistencia al desplazamiento de la estructura, $FS_{(deslizamiento)}$.

Ecuación 14: Factor de seguridad contra el deslizamiento

$$FS_{(deslizamiento)} = \frac{\sum F_{R'}}{\sum F_d}$$

Donde:

$\sum F_{R'}$ = sumatoria de las fuerzas que resisten al desplazamiento horizontal

$\sum F_d$ = sumatoria de las fuerzas que impulsan al desplazamiento horizontales

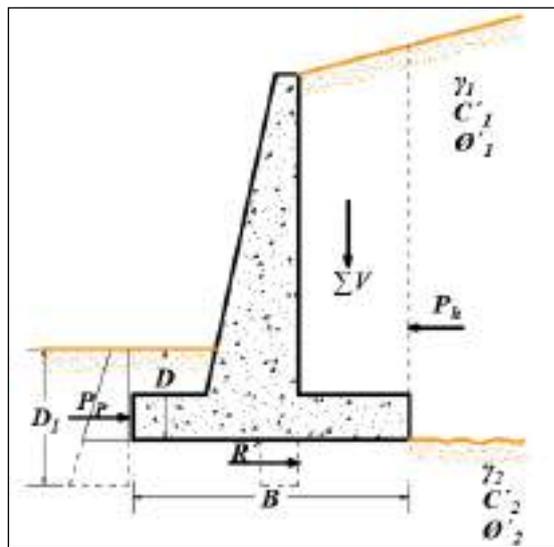


Figura 10: Comprobación de deslizamiento (fuente: Braja, 2013)

Para la determinación de las fuerzas horizontales debemos obtener el R' y el P_p la fuerza pasiva, conforman la fuerza de resistencia horizontal.

Ecuación 15: Fuerza de resistencia máxima

$$R' = (\sum V) \tan \phi'_2 + Bc'_2$$

Teniendo esos dos datos se puede determinar que la sumatoria de fuerzas de resistencia horizontal es igual a:

Ecuación 16: Sumatoria de fuerzas de resistencia

$$\sum F_{R'} = (\sum V) \tan \phi'_2 + Bc'_2 + P_p$$

Las fuerzas horizontales para que la estructura se desplace horizontalmente es la fuerza activa P_a , la sobrecarga, y la fuerza debido al sismo. de modo que

Ecuación 17: Sumatoria de fuerzas de desplazamiento

$$\sum F_d = P_a + P_s + P_{ad}$$

Para poder determinar el factor de deslizamiento se optará con la fórmula.

Ecuación 18: Factor de seguridad de desplazamiento

$$FS_{(deslizamiento)} = \frac{(\sum V) \tan \phi'_2 + Bc'_2 + P_p}{P_a + P_s + P_{ad}}$$

Para que la estructura no se deslice se debe de tener un factor superior de 1.5, así evitar que se desplace. Varios ignoran la fuerza pasiva, debido a que esta puede ser erosionada o extraída.

3.2.3.7 Verificación por hundimiento.

Braja (2013) afirma que la presión que se transmite verticalmente de la estructura al suelo por medio de su base, debe de ser verificada con la carga que puede soportar el estrato donde se encuentra la cimentación. Se debe de calcular la carga máxima (q_{punta}) y mínima ($q_{talón}$) de las presiones ejercidas por el muro, estas se calculan con la fórmula.

El momento neto de las fuerzas

Ecuación 19: Momento neto

$$M_{neto} = \sum M_R - \sum M_O$$

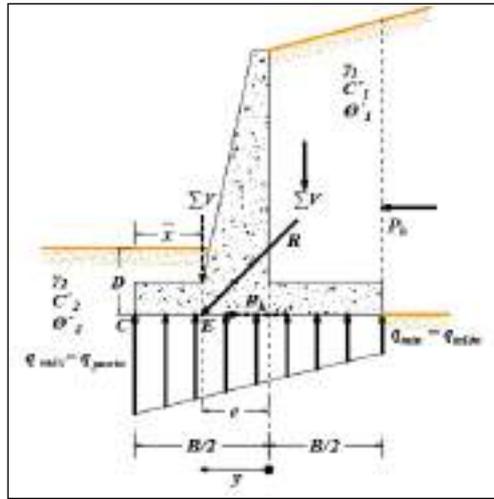


Figura 11: Comprobación por hundimiento (fuente: Braja, 2013)

Para poder calcular las presiones debemos saber en qué punto la fuerza resultante actúa con respecto a la base, y saber la distancia desde punta (punto C) hasta el punto donde la fuerza actúa (punto E).

Ecuación 20: Distancia del punto C al E

$$CE = \frac{M_{neto}}{\sum V}$$

Por lo cual para el cálculo de la excentricidad en la base es igual a:

Ecuación 21: Excentricidad

$$e = \frac{B}{2} - CE$$

Para las presiones máximas y mínimas, se determinarán con las fórmulas.

Ecuación 22: Presiones máximas y mínimas

$$q_{máx} = \frac{\sum V}{B} \left(1 + \frac{6e}{B}\right) \text{ y } q_{mín} = \frac{\sum V}{B} \left(1 - \frac{6e}{B}\right)$$

Teniendo en cuenta la sumatoria de fuerzas verticales, a este le incluimos el peso del suelo que esta sobre la estructura y que el valor de la excentricidad tiene que ser menor a los $B/6$, porque si no habrá una tensión en el extremo del talón y las dimensiones del muro tendrían que ser redimensionadas, y si en caso es favorable entonces se debe de comparar con el q_u .

Ecuación 23: Capacidad última de carga

$$q_u = c'_2 N_c F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma_2 B' N_\gamma F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Para poder calcular se necesita valores de profundidad, capacidad e inclinación de carga los cuales se calculan de la siguiente manera.

Donde los factores son:

N_q , N_c y N_γ de capacidad de carga. (se determina mediante el ángulo interna de fricción), se puede obtener mediante una tabla establecida ya por (Meyerhof, 1963)

F_{yd} , F_{cd} y F_{qd} de profundidad.

$F_{\gamma i}$, F_{qi} y F_{ci} de inclinación de carga.

Ecuación 28: Carga del suelo

$$q = \gamma_2 Df$$

Ecuación 25: Base de la cimentación ajustada

$$B' = B - 2e$$

Ecuación 24: Factor de profundidad

$$F_{cd} = F_{qd} - \frac{1 - F_{qd}}{N_c \tan \phi'_2}$$

Ecuación 27: Factor de profundidad

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi'_2 (1 - \sin \phi'_2)^2 \frac{Df}{B'}$$

Ecuación 26: Factor de profundidad

$$F_{\gamma d} = 1$$

Ecuación 29: Factor de inclinación

$$F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{\psi^\circ}{90^\circ}\right)^2$$

Ecuación 31: Factor de inclinación

$$F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\psi^\circ}{\phi'_2}\right)^2$$

Ecuación 30: Ángulo de inclinación

$$\psi^\circ = \tan^{-1}\left(\frac{P_a \cos \beta}{\Sigma V}\right)$$

Para establecer la capacidad de carga admitida para las cimentaciones superficiales, el reglamento establece un factor (FS) de 3.

Ecuación 32: Carga admisible

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

Ya teniendo determinado la capacidad de carga admisible, con este ya se puede determinar el factor que asegure que el muro no fallará por hundimiento, ya que la carga admisible tiene que ser mayor a la carga actuante.

Ecuación 33: Factor de seguridad de hundimiento

$$FS_{(capacidad\ de\ carga)} = \frac{q_{adm}}{q_{m\acute{a}x}}$$

El cual tiene que ser mayor o igual a 3.

3.2.3.8 Método sísmico

Mononobe y Matsuo (1929), efectuaron un estudio pseudo-estático para poder determinar las fuerzas que actúan debido a la acción sísmica de la superficie terrestre sobre los muros de sostenimiento, y así da comienzo este método. Se tiene presente el empleo de las aceleraciones verticales como horizontales, y estas son añadidas a la fórmula de la presión activa de Coulomb.

La forma para poder incluir los efectos del movimiento sísmico, se debe de considerar que ese ejerce una fuerza y esta se transmite como empuje para el análisis. La presión activa puede expresarse igual a la circunstancia estática, lo cual se determina con:

Ecuación 35: Coeficiente de empuje activo dinámico

$$K_{ad} = \frac{\cos(\phi - \theta - \psi)^2}{\cos \psi^2 \cos \theta^2 \cdot \cos(\delta + \theta + \psi) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta - \psi)}{\cos(\delta + \theta + \psi) \cos(\beta - \theta)}} \right]^2}$$

Ecuación 34: Ángulo dinámico

$$\psi = \tan^{-1} \left(\frac{K_h}{1 - K_v} \right)$$

Donde:

K_h = coeficiente sísmico horizontal = $A_0/2$ (Recomendado)

K_v = coeficiente sísmico vertical = 0 a 0.05 (Recomendado)

A_0 = Aceleración sísmica

Diversos autores recomiendan que se debe de considerar el punto de aplicación a una altura que se encuentre este método se fue modificando, e la cual se recomienda que la altura en que actúa la fuerza sísmica se ubica a los 2/3 de la altura total del muro.

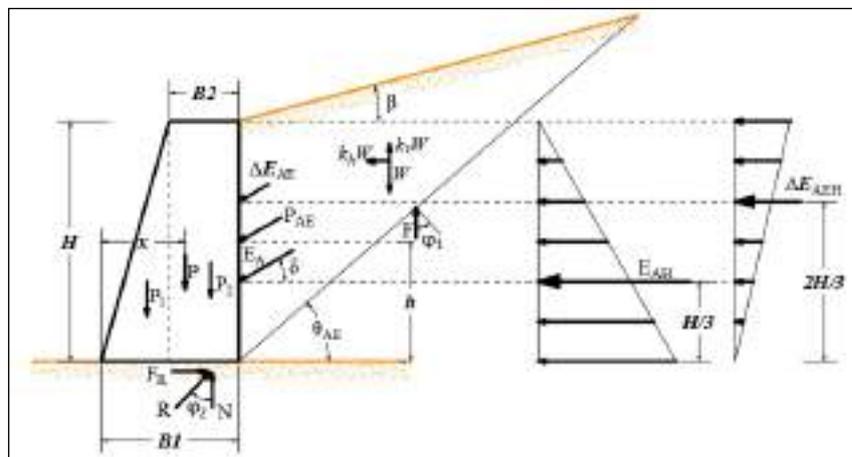


Figura 12: Método de Mononobe-Okabe (fuente: Braja, 2013)

3.2.4 Presupuesto

Generalidad

Para el desarrollo de un proyecto, depende principalmente de los costos y gastos que se necesitan para culminarlo. Estos se someten al buen uso de las utilidades y beneficios que se genera. La producción de una estructura, conlleva a un gasto económico que se genera para poder llevar a cabo su elaboración, teniendo como resultado el costo que comprende la adquisición de los materiales y pago del jornal de los empleados y los otros gastos que se requiere para la producción.

Clasificación de los costos

Costos directos: Se denomina a aquellos recursos que intervienen directamente en el producto final, estos contemplan los procesos de transformación de los insumos.

Costos indirectos: se refiere a los costos que no intervienen en el producto final, si no a los costos necesarios, están vinculados al tiempo de la producción mas no al producto final.

Gastos generales: son gastos que se requieren para dar inicio a la ejecución y para lograr su desarrollo, estos pueden ser los gastos de licitaciones y de la administración de obra.

Utilidades: Se considera a la ganancia de la empresa que ejecuta la obra esto varía según la envergadura del proyecto.

Presupuesto

Un presupuesto de obra se define como, al que mediante los cálculos y estimaciones da un precio total de la construcción a elaborar, esta evaluación económica del proyecto se debe de acercar a la realidad, así mismo el costo final puede ser diferente. Esto está constituido por los costos directos, costos indirectos, gastos y utilidades. Para determinar el presupuesto se utiliza el software S10.

IV. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADO

4.1. OE1: Determinar los parámetros geotécnicos

4.1.1 Estudio de suelos

En el presente informe de suficiencia se determinó la caracterización geotécnica para la elaboración del muro de contención en los expedientes técnicos para los caminos vecinales de la Municipalidad Provincial de Oxapampa, 2020, para conocer las características que poseen los diferentes tipos de suelos e identificar las propiedades se elaboró un estudio de suelos.

Teniendo identificado la zona donde se ejecutó la cimentación de la estructura; se procedió a realizar los trabajos de campo, también los diferentes ensayos en el laboratorio para poder definir la estratigrafía, así mismo obtener información sobre sus características del estrato predominante y así poder calcular su capacidad de carga admisible donde se encontrará la obra de arte.

Normativa

La presente Norma E-050 estableció las pautas para realizar el estudio de mecánica de suelo para cimentaciones, dicha norma se encuentra en el RNE

Exploración

La exploración se realizó mediante una excavación ubicada en el Km 03+720 donde se procedió a identificar la ubicación de la calicata para poder cubrir el terreno de la cimentación, esta exploración se realizó hasta los 2 metros de profundidad respecto al terreno natural.

Clasificación del suelo

Para obtener la clasificación de suelos, se realizó una variedad de ensayos de laboratorio contempladas en la Norma Técnica Peruana, obteniendo sus características las cuales definen su clasificación (SUCS).

Tabla 6:
Clasificación SUCS

POZO	C-1
PROF. (m)	2
Retiene N.º 4	62.3
Pasa malla N.º200	17.5
Limite liquido (%)	NP
Índice plástico (%)	NP
Densidad (gr/cm ³)	1.85
Clasificación SUCS	GM

Fuente: Elaboración propia

Descripción del perfil estratigráfico

Se definió mediante las características y condiciones que muestran las capas de suelo que se identificaron en las exploraciones efectuadas.

Tabla 7:
Características del suelo

POZO	CLASIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
C-1	GM	de 0.00 hasta 0.80 mts de profundidad el tipo de suelo son limos inorgánicos de media plasticidad. De 0.80 hasta los 2.00 mts el terreno es del tipo gravas limosas de nula plasticidad

Fuente: Elaboración propia

Parámetros geotécnicos

Tabla 8:
Parámetros geotécnicos

Parámetros del NTN a 0.80 de Profundad	
SUCS	GM
Peso específico (g/cm ³)	1.65
C (kPa)	0
Φ	30°
Limite liquido	NP
limite plástico	NP
Índice de plasticidad	NP
Contenido de humedad	8%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9:
Parámetros geotécnicos

Parámetros del 0.80 a 2.00 de profundidad	
SUCS	GM
Peso específico (g/cm ³)	1.85
C (kPa)	0
Φ	30°
Limite liquido	NP
limite plástico	NP
Índice de plasticidad	NP
Contenido de humedad	10%

Fuente: Elaboración propia

En la provincia se desarrollaron muros de gravedad en los siguientes caminos.

Tabla 10:
Parámetros geotécnicos de los caminos vecinales.

Muro de gravedad N°	Camino vecinal	KM	Ángulo de fricción (°)	Cohesión (Kg/cm ²)	Peso específico (gr/cm ³)
01	EMP 5NA (Santa Clara) - Acuzazú - Alto Acuzazú	03+720	30	0	1.85
02	Emp. PE-5N (Constitución) - CN Hanswald-CN de Jekra - Puente Loro.	08+745, 09+395	32	0	1.88
03	Chorobamba-Ancahuachanan	06+400	30	0	1.91
04	Pozuzo-Yanahuanca-Tingo de Malpaso	03+100, 10+500	31	0	1.80
05	Prusia - Delfín	00+600	32	0	1.84

Fuente: Elaboración propia

4.2. OE2: Establecer las dimensiones.

4.2.1 Datos generales del proyecto

El Proyecto de mantenimiento rutinario de actividades complementarias (actividades no contempladas en la gema) en el marco normativo D.U. N° 014-2019, del camino vecinal, tramo: Emp. 5na (Santa Clara) – Acuzazú – Alto Acuzazú, Distrito de Oxapampa, Provincia de Oxapampa, Región Pasco. Se contemplo un muro de sostenimiento en el km 03+720 de una longitud de 6.5 m y una altura de 3.50 m. La

administración de los caminos vecinales correspondió al IVP Municipal de Oxapampa y a Provias Descentralizado.

Datos:

Tabla 11:
Datos del muro por gravedad

Datos Generales:	
Tipo de muro	: Muro por gravedad
Altura	: 3.50 m
Longitud	: 6.50 m

Fuente: Elaboración propia

Ubicación:

Tabla 12:
Ubicación del muro gavión

Ubicación	
Región	: Pasco
Provincia	: Oxapampa
Distrito	: Oxapampa
Coordenadas	: N :8837079 E :455052
Progresiva	: 03+720 Km

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Datos generales del muro

Tabla 13:
Datos generales del muro

Parámetros del muro	
Peso específico (γ concreto)	: 22.55 KN /m ³
Resistencia (F'c)	: 175 Kg /cm ² + 30% PM
Sobrecarga (q)	: 9.81 KN/m ²

Fuente: Elaboración propia

4.2.3 Dimensiones de la geometría del muro:

Las dimensiones que se establecieron para el diseño, son las más óptimas para poder brindar estabilidad del muro por gravedad, sabiendo que esta depende de su peso propio, y debe de resistir presiones del relleno, así mismo presiones eventuales como el paso vehicular y por efectos del sismo. Se consideró dimensiones fuera del rango,

debido a que al tomar estas dimensiones no garantizaban dicha estabilidad. Estas dimensiones establecidas se encuentran en la tabla N.º 14.

Tabla 14:
Dimensiones optadas para el muro de gravedad

Elemento		fórmula para pre dimensionado	valores calculados	asumidos
Corona	A	min 0.30	min 0.30	0.35 m
Altura total	H	H	3.5m	3.50 m
Altura pantalla	h			3.00 m
Inclinación exterior	E	min 0.02	min 0.02	0.05 m
Inclinación interior	I			0.13 m
Punta	c	0.12H a 0.17 H	0.42 m a 0.595 m	0.70 m
Talón	d	0.12H a 0.17 H	0.42 m a 0.595 m	1.10 m
Peralte de la cimentación	b	0.12H a 0.17 H	0.42 m a 0.595 m	0.50 m
Base del espolón	B			0.90 m
Base de la cimentación	M	0.50H a 0.70H	1.75 m a 2.45 m	2.70 m

Fuente: Elaboración propia

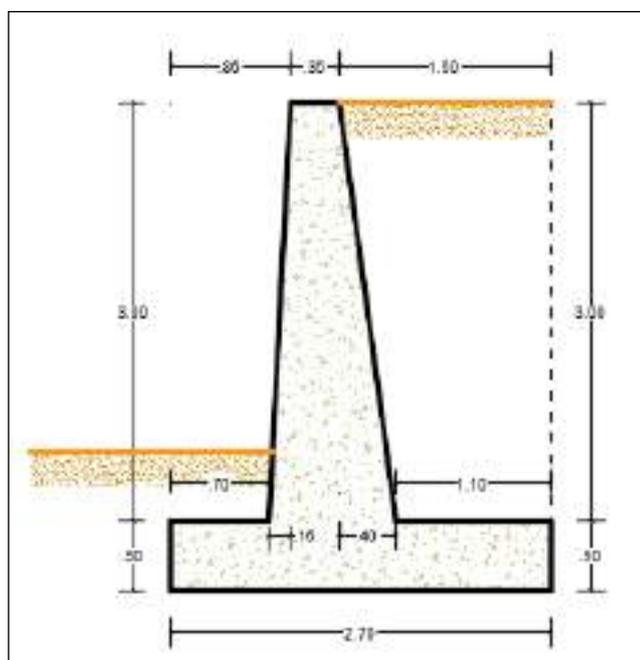


Figura 13: Dimensiones del muro (fuente: propia)

Las dimensiones obtenidas en todos los expedientes donde se contemplaron muros de gravedad son:

Tabla 15:
Dimensiones de los muros de gravedad

Descripción	Muro de gravedad N.º				
	01	02	03	04	05
Corona de muro	0.35 m	0.30 m	0.35 m	0.35 m	0.35 m
Altura total del muro	3.50 m	3.50 m	5.00 m	3.50 m	3.50 m
Longitud de muro	6.50 m	10.00 m	10.00 m	10.00 m	10.00 m
Altura pantalla	3.00 m	3.00 m	4.50 m	3.00 m	3.00 m
Inclinación cuerpo de muro exterior	0.05 m	0.05 m	0.15 m	0.05 m	0.05 m
Inclinación cuerpo de muro interior	0.13 m	0.18 m	0.11 m	0.17 m	0.17 m
Punta de muro	0.70 m	0.70 m	0.90 m	0.70 m	0.70 m
Talón de muro	1.10 m	1.10 m	1.40 m	1.10 m	1.00 m
Peralte de la cimentación	0.50 m	0.50 m	0.50 m	0.50 m	0.50 m
Base del espolón	0.90 m	1.00 m	1.50 m	1.00 m	1.00 m
Base de la cimentación	2.70 m	2.80 m	3.80 m	2.80 m	2.70 m

Fuente: Elaboración propia

4.3 OE3. Calcular los factores de seguridad para el diseño del muro

Ya teniendo las dimensiones establecidas se realizó los cálculos de las fuerzas de empuje y momentos, los cuales deben cumplir con los factores de seguridad.

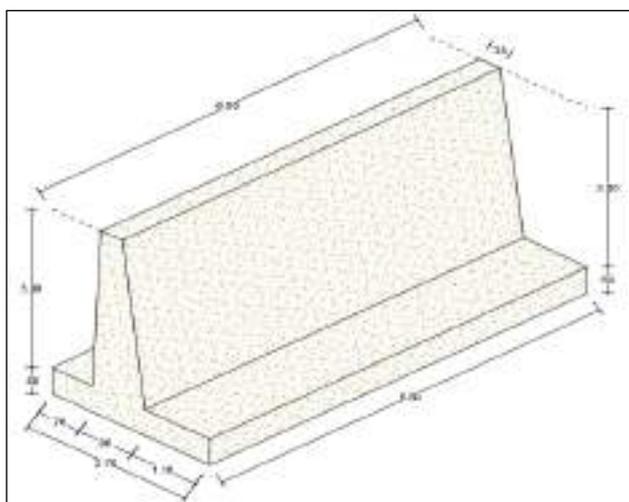


Figura 14: Imagen 3d del muro (fuente: propia)

4.3.1 Cálculo de áreas

Teniendo la geometría del muro de sostenimiento, se secciona en figuras básicas para poder facilitar el cálculo y encontrar su centro de gravedad, así poder calcular los momentos que generan, se considera el material que se encuentra por encima de la base. En este cálculo se ha despreciado el suelo encima de la punta debido a que esta puede ser erosionada o removida.

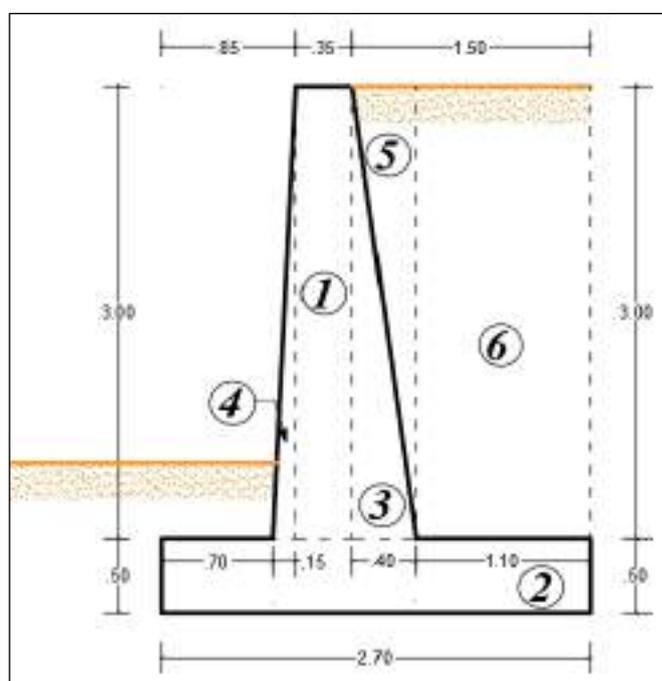


Figura 15: Seccionamiento del muro (fuente: propia)

Tabla 16:
Cálculo de las áreas de la sección transversal del muro

Elemento	L	A	Área
1	3.00 m	0.35 m	1.05 m ²
2	2.70 m	0.50 m	1.35 m ²
3	3.00 m	0.40 m	0.60 m ²
4	3.00 m	0.15 m	0.23 m ²
5	3.00 m	0.40 m	0.60 m ²
6	3.00 m	1.10 m	3.30 m ²

Fuente: Elaboración propia

Se calculó seis figuras de las cuales 1 al 4 es del muro y 5,6 del material de relleno

4.3.2 Cálculo de momentos

Momento resistente

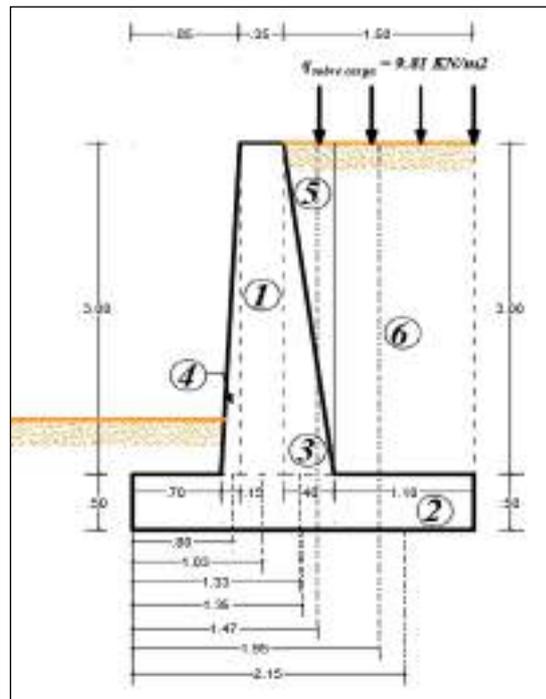


Figura 16: Distancias para generación de momentos (fuente: Propia)

Tabla 17:
Cálculo de los pesos y momentos

Elemento	Área (m ²)	γ (KN/m ³)	V (KN/m)	X (m)	Momento (KN-m)
1	1.05	22.56	23.69	1.025	24.28
2	1.35	22.56	30.46	1.35	41.12
3	0.60	22.56	13.54	1.33	18.05
4	0.23	22.56	5.08	0.8	4.06
5	0.60	16.18	9.71	1.47	14.24
6	3.30	16.18	53.39	2.15	114.80
q_{sc}			14.72	1.95	28.69
			150.57		245.23

Fuente: Elaboración propia

Por medio de la tabla se halló el momento resistente al volteo obteniendo el valor de 241.39 KN-m

Momento actuante

Cálculo del coeficiente de empuje activo estático.

$$K_a = \frac{\cos(\phi - \theta)^2}{\cos \theta^2 \cdot \cos(\delta + \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\cos(\delta + \theta) \cos(\beta - \theta)}} \right]^2}$$

Al remplazar los valores en la fórmula:

Tabla 18:

Datos para la determinación del coeficiente de empuje activo estático

Datos para el calculo	
γ_s = peso unitario del suelo	16.18
δ = ángulo de fricción suelo-muro	20
β = ángulo que forma la superficie del suelo con la horizontal	0
θ = ángulo de inclinación muro	7.59
ϕ = ángulo interno de fricción del suelo	30.00

Fuente: Elaboración propia

$$K_a = \frac{\cos(30 - 7.59)^2}{\cos 7.59^2 \cdot \cos(20 + 7.59) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(30 + 20) \sin(30 - 0)}{\cos(20 + 7.59) \cos(0 - 7.59)}} \right]^2}$$

$$K_a = 0.36$$

Calculando el empuje activo estatico.

Teniendo el coeficiente de empuje estático se procedió a calcular el empuje que ocasiona con la siguiente fórmula.

$$P_a = \frac{1}{2} K_a \gamma H^2$$

$$P_a = \frac{1}{2} 0.36 \times 16.18 \times 3.5^2$$

$$P_a = 35.29 \text{ KN}$$

La distancia para generar el momento será la tercera parte de la altura debido a que forma un triángulo rectángulo.

$$D_m = \frac{H}{3} = \frac{3.5}{3} = 1.17 \text{ m}$$

Teniendo que el momento es la multiplicación de la distancia perpendicular del punto C al punto de acción de la fuerza (M_{o1})

$$M_{o1} = 1.17 \times 35.29 = 41.17 \text{ KN} - \text{m}$$

Cálculo del empuje por la sobrecarga.

El empuje de la sobrecarga se determinó con la siguiente fórmula.

$$P_s = qkaH$$

$$P_s = 9.81 * 0.36 * 3.50$$

$$P_s = 12.23 \text{ KN}$$

Para generar el momento la distancia será.

$$D_m = \frac{H}{2} = \frac{3.5}{2} = 1.75 \text{ m}$$

Cálculo del momento por la sobrecarga.

$$M_{o2} = 1.75 \times 12.23 = 21.40 \text{ KN} - \text{m}$$

Calculando el empuje activo dinámico.

Coefficiente de empuje activo dinámico.

$$Kad = \frac{\cos(\phi - \theta - \psi)^2}{\cos \psi^2 \cos \theta^2 \cdot \cos(\delta + \theta + \psi) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta - \psi)}{\cos(\delta + \theta + \psi) \cos(\beta - \theta)}} \right]^2}$$

$$\psi = \tan^{-1} \left(\frac{K_h}{1 - K_v} \right)$$

K_h = coeficiente sísmico vertical = $A_0/2$ (Recomendado)

K_v = coeficiente sísmico vertical = 0 a 0.05 (Recomendado)

Según la Norma E.030, Oxapampa está ubicado en la Zona 2, donde se presenta el factor $Z = A_0 = 0.25$. Por lo consiguiente se tomaron los siguientes datos:

$$K_h = \frac{A_0}{2} = \frac{.25}{2} = .125$$

$$K_v = 0.05$$

En la ecuación.

$$\psi = \tan^{-1} \left(\frac{0.125}{1 - 0.05} \right) = 7.50^\circ$$

reemplazando.

K_{ad}

$$= \frac{\cos(30 - 7.59 - 7.5)^2}{\cos 7.5^2 \cos 7.59^2 \cdot \cos(20 + 1.91 + 7.5) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(30 + 20) \sin(30 - 0 - 7.5)}{\cos(20 + 7.59 + 7.5) \cos(0 - 7.59)}} \right]^2}$$

$$K_{ad} = 0.46$$

Cálculo del empuje activo + sobrecarga + sismo

$$P_{ad} = (1 - K_v) \left[\frac{H^2}{2} \gamma \cos \delta + \frac{q * \cos \theta}{\cos(\theta - \beta)} H \right] K_{ad}$$

$$P_{ad} = (1 - 0.05) \left[\frac{3.5^2}{2} 16.18 \cos 20 + \frac{9.81 * \cos 7.59}{\cos(7.59 - 0)} 3.5 \right] 0.46$$

$$P_{ad} = 55.80 \text{ KN}$$

Determinación de la variación de la fuerza debido al sismo

$$\Delta P_{ad} = P_{ad} - P_s - P_a$$

$$\Delta P_{ad} = 55.80 - 12.23 - 35.29$$

$$\Delta P_{ad} = 8.29$$

El sitio de aplicación donde ejerce la fuerza se encuentra en los $\frac{2}{3} H$ por encima de la base del muro.

$$D_m = \frac{2H}{3} = \frac{2 \times 3.5}{3} = 2.33$$

Calculando el momento del sismo.

$$M_{03} = D_m * \Delta P_{ad}$$

$$M_{03} = 2.33 * 8.29$$

$$M_{03} = 19.34 \text{ KN} - \text{m}$$

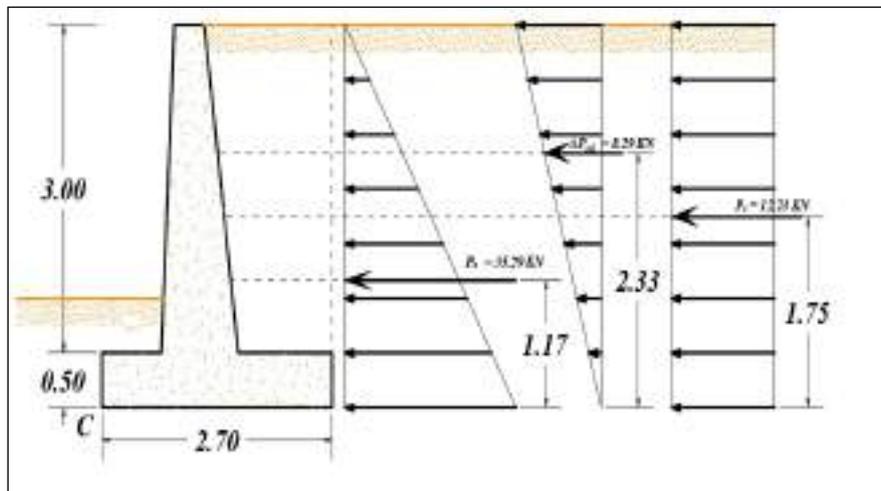


Figura 17: Empujes y momentos (fuente: propia)

4.2.3 Factor de seguridad contra el volteo.

El Fs de volteo se obtiene mediante la división de la sumatoria del momento resistente al volteo entre el momento de volteo, esta tiene que ser mayor de 2.

$$FS_{(vuelco)} = \frac{\sum M_R}{\sum M_O}$$

Donde:

$\sum M_O$ = momentos de fuerzas que tienden a volcar.

$\sum M_R$ = momentos de fuerzas que evitan el vuelco.

$$\sum M_O = 19.34 \text{ KN-m} + 21.40 \text{ KN-m} + 41.17 \text{ KN-m} = 81.91 \text{ KN-m}$$

$$\sum M_R = 245.23 \text{ KN-m}$$

$$FS_{(vuelco)} = \frac{245.23}{81.91}$$

$$FS_{(vuelco)} = 2.99$$

$$2.99 \geq 2.00$$

Sabiendo que el factor de seguridad mínima es 2 y siendo 2.99 el resultado FS calculado cumple con el mínimo.

4.2.4 Factor de seguridad por deslizamiento.

Para poder hallar la sumatoria de fuerzas de resistencia horizontal, se considerará el empuje horizontal pasivo 0, debido a que este terreno puede ser erosionado.

$$\sum F_{R'} = \left(\sum V \right) \tan \phi' + Bc' + P_p$$

$$\sum F_{R'} = 150.57 \tan 30^\circ + 2.70 \times 0 + 0$$

$$\sum F_{R'} = 86.93 \text{ KN}$$

La sumatoria de fuerza horizontal para que la pared se desplace.

$$\sum F_d = P_{ad} + P_s + P_a$$

$$\sum F_d = 8.29 \text{ KN} + 12.23 \text{ KN} + 35.29 \text{ KN}$$

$$\sum F_d = 55.80 \text{ KN}$$

Factor de deslizamiento.

$$FS_{(deslizamiento)} = \frac{\sum F_{R'}}{\sum F_d}$$

$$FS_{(deslizamiento)} = \frac{86.93 \text{ KN}}{55.80 \text{ KN}}$$

$$FS_{(deslizamiento)} = 1.56$$

$$1.56 \geq 1.50$$

El fs mínimo para el deslizamiento se considera de 1.5, teniendo como resultado 1.56, por lo tanto, es mayor y se considera que cumple.

4.2.5 Factor de seguridad por hundimiento.

Para poder calcular la excentricidad primero tenemos que calcular el momento neto de la estructura.

$$M_{neto} = \sum M_R - \sum M_O$$

$$M_{neto} = 245.23 \text{ KNm} - 81.91 \text{ KNm}$$

$$M_{neto} = 163.33 \text{ KN} - m$$

Calculando la distancia de CE.

$$CE = \frac{M_{neto}}{\sum V} = \frac{163.33 \text{ KN} - m}{150.57 \text{ KN}}$$

$$CE = 1.08 \text{ m}$$

Por lo cual para el cálculo de la excentricidad en la base es igual a:

$$e = \frac{B}{2} - CE$$

$$e = \frac{2.70}{2} - 1.08 = 0.27$$

$$e \leq \frac{B}{6} = 0.27 \leq 0.45$$

Si cumple con la condición que la excentricidad tiene que ser menor a un sexto de la dimensión de la base.

Para las presiones máximas y mínimas.

$$q_{m\acute{a}x} = \frac{\sum V}{B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right)$$

$$q_{m\acute{a}x} = \frac{150.57}{2.70} \left(1 + \frac{6 \times 0.27}{2.70} \right) = 88.64 \text{ KN/m}^2$$

y

$$q_{m\acute{i}n} = \frac{\sum V}{B} \left(1 - \frac{6e}{B} \right)$$

$$q_{m\acute{i}n} = \frac{150.57}{2.70} \left(1 - \frac{6 \times 0.27}{2.70} \right) = 22.89 \text{ KN/m}^2$$

También se tiene que analizar la capacidad última de carga, q_u .

$$q_u = c' \cdot 2 N_c F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma_2 B' N_\gamma F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Tabla 19:
Datos para determinar la capacidad última de carga

Datos para el calculo	
γ_s = peso unitario del suelo	18.14
C' = ángulo de fricción suelo-muro	0.00
β = ángulo que forma la superficie del suelo con la horizontal	0.00
ϕ' = ángulo interno de fricción del suelo	30.00
Df = desplante de la cimentación	1.50
N_c	30.14
N_q	18.40
N_γ	22.40
q	27.21
B'	2.17
F_{cd}	1.21
F_{qd}	1.20
$F_{\gamma d}$	1.00
F_{ci}	0.60
F_{qi}	0.60
$F_{\gamma i}$	1.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se muestra los resultados ya calculados de los tres factores de carga, inclinación y profundidad para reemplazarlo en la siguiente fórmula.

$$q_u = 0 + 27.21 \times 18.4 \times 1.20 \times 0.60 + \frac{1}{2} 18.14 \times 2.17 \times 22.4 \times 1 \times 1$$

$$q_u = 800.85 \text{ KN/m}^2$$

Para determinar el q_{adm} se divide el q_u entre el factor de seguridad siendo este 3 según el Reglamento Nacional de Edificaciones.

$$q_{adm} = \frac{q_u}{3}$$

$$q_{adm} = \frac{800.85}{3} = 266.95 \text{ KN/m}^2$$

Se calculó el factor de capacidad de carga (hundimiento):

$$FS_{(capacidad\ de\ carga)} = \frac{q_{adm}}{q_{m\acute{a}x}}$$

$$FS_{(capacidad\ de\ carga)} = \frac{266.95 \text{ KN/m}^2}{88.64 \text{ KN/m}^2} = 3.01$$

Por lo tanto, el FS _(capacidad de carga) resultó ser valor de 3.01 lo cual cumple.

Seguidamente se refleja en la siguiente tabla los momentos, fuerzas y factores de aseguramiento de los muros.

Tabla 20:
Momentos, fuerzas y cargas de los muros de gravedad

Muro de gravedad N°	$\sum M_O$ (KN-m)	$\sum M_R$ (KN-m)	$\sum F_R$ (KN)	$\sum F_d$ (KN)	$q_{m\acute{a}x}$ (KN/m ²)	$q_{m\acute{i}n}$ (KN/m ²)	q_{adm} (KN/m ²)
01	81.91	245.23	86.93	55.80	88.64	22.89	266.95
02	88.51	270.87	100.57	60.73	90.35	24.60	275.15
03	210.96	654.10	159.70	102.84	107.03	38.55	341.13
04	83.89	263.33	94.53	57.26	87.42	24.96	266.87
05	76.97	239.85	92.62	52.38	85.54	24.26	269.24

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21:
Factores de seguridad de los muros de gravedad

Muro de gravedad N°	$FS_{(vuelco)}$	$FS_{(deslizamiento)}$	$FS_{(hundimiento)}$
01	2.99	1.56	3.01
02	3.06	1.66	3.05
03	3.10	1.55	3.19
04	3.14	1.65	3.05
05	3.12	1.77	3.15

Fuente: Elaboración propia

4.4 OE4. Estimar el presupuesto

Para poder estimar el presupuesto respecto a la elaboración del muro de contención en los expedientes técnicos para los caminos vecinales de la Municipalidad Provincial de Oxapampa, 2020. Se realizó mediante el software S10, una herramienta para poder determinar el presupuesto, se tomaron en cuenta los costos y los rendimientos promedio correspondientes a la zona, ya que estos intervienen directamente en el costo total de la obra. Para poder calcular es necesario obtener el metrado de la estructura.

Tabla 22:
Metrado del muro de contención por gravedad

Ítem	Partida	Und	Metrado
01.00.00	Preliminares		
01.01.00	Topografía y georreferenciación	m2	17.55
02.00.00	Conservación de muros y obras complementarias		
02.01.00	Conservación de muros ciclópeo		
02.01.01	Excavación	m3	40.11
02.01.02	Relleno con material propio	m3	50.13
02.01.03	Relleno con material de préstamo	m3	3.29
02.01.04	Conformación y compactación de base E=4"	m2	17.55
02.01.05	Encofrado y desencofrado	m2	44.69
02.01.06	Tubería para dren de PVC 2"	ml	8.48
02.01.07	Concreto f'c=175 kg/cm ² + 30% PM	m3	22.43
02.01.08	Juntas de dilatación	ml	3.07

Fuente: Elaboración propia

Para poder determinar el presupuesto del muro de gravedad en primer lugar se realizó un ACU de cada partida mencionada, en la cual se encuentra todos los insumos para poder realizar esa unidad de trabajo. Seguidamente se obtiene el costo por unidad de medida lo cual es multiplicada por el metrado, siendo en producto de estos el costo sub total, y la suma nos brinda el costo directo, mediante los porcentajes de gastos generales y utilidades más el impuesto general a las ventas sumando todos estos criterios se determinó el presupuesto total.

Tabla 23:
Presupuesto total del muro de gravedad

Descripción		Und	Cantidad	Costo unitario (soles)	Costo subtotal (soles)
01.00.00	Preliminares				
01.01.00	Topografía y georreferenciación	m2	17.55	4.18	73.36
02.00.00	Conservación de muros y obras complementarias				
02.01.00	Conservación de muro ciclópeo				
02.01.01	Excavación manual de zanjas	m3	40.11	29.84	1196.88
02.01.02	Relleno con material propio	m3	50.13	22.04	1104.87
02.01.03	Relleno con material préstamo	m3	3.29	9.04	29.74
02.01.04	Conformación y compactación de base e = 4"	m2	17.55	39.75	697.61
02.01.05	Encofrado y desencofrado	m2	44.69	19.78	883.97
02.01.06	Concreto f'c=175 kg/cm2 + 30% PM	m3	22.43	315.35	7073.30
02.01.07	Drenaje en muro con tubería PVC-sal d=2"	m	8.48	58.15	493.11
02.01.08	Juntas asfálticas	m	3.07	21.77	66.83
	Costo directo			S/	11,619.68
	Gastos generales	10.3273%		S/	1,200.00
	Utilidad	6.8848%		S/	800.00
	Sub total			S/	13,619.68
	Impuestos (IGV)	18.00%		S/	2,451.54
	Presupuesto total			S/	16,071.22

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24:
Presupuesto de los muros de contención de los caminos vecinales

Muro de gravedad N°	Costo Directo	Gastos Generales	Utilidad	Sub Total	Impuesto (IGV)	Presupuesto total
01	S/ 11,619.68	S/ 1,200.00	S/ 800.00	S/ 13,619.68	S/ 2,451.54	S/ 16,071.22
02	S/ 40,584.27	S/ 3,130.00	S/ 2,241.94	S/ 45,956.21	S/ 8,272.12	S/ 54,228.33
03	S/ 34,911.25	S/ 2,862.00	S/ 2,078.36	S/ 39,851.61	S/ 7,173.29	S/ 47,024.90
04	S/ 42,185.82	S/ 4,010.50	S/ 2,425.18	S/ 48,621.50	S/ 8,751.87	S/ 57,373.37
05	S/ 14,546.85	S/ 1,543.00	S/ 681.97	S/ 16,771.82	S/ 3,018.93	S/ 19,790.75

Fuente: Elaboración propia

Por lo cual se ha estimado un presupuesto para el muro de contención del camino vecinal; Emp. 5na (Santa Clara) – Acuzazú – Alto Acuzazú es de S/ 16,071.22 incluye IGV.

4.5. OG. Mejorar el diseño de muro de contención

4.5.1 Diseño de los expedientes técnicos anteriores

Los diseños de muros de gravedad en los expedientes técnicos que se realizaron en el año 2019, se desarrollaron en una hoja Excel.

Por un lado, no se contaban con un estudio de suelos adecuado, y asumían un ángulo de fricción de 34.40° , peso específico de 1.93 T/m^3 y cohesión 0. Así mismo se consideró un predimensionamiento de la corona del muro y talo de $H/12$, el peralte de la cimentación $H/8$, base de cimentación $0.6 H$, la punta la mitad del peralte y los otros elementos fueron tomados al azar.

Seguidamente en el cálculo de empuje no se tomó en consideración la inclinación del espolón, ni la fuerza sísmica; se consideró los factores de seguridad de volteo 2, deslizamiento 1.5 y hundimiento 2. Finalmente, el presupuesto está muy sobrevalorado debido a que el costo de los materiales está elevado, con un rendimiento bajo.

4.5.2 Diseño de la mejora de los expedientes técnicos

El diseño de muros de gravedad en los expedientes técnicos para las actividades complementarias en los caminos vecinales en el periodo 2020, se desarrolló del mismo modo en una hoja Excel,

Por una parte, se realizó los estudios de suelos pertenecientes a la zona, estos nos brindan valores de ángulo de fricción de 30.00° , inferior al asumido en el 2019, esto influye en la capacidad de carga última. Un peso específico de 1.85 g/cm^3 y cohesión 0. Posteriormente se consideró un predimensionamiento que se puede observar en la tabla N.º 13.

A continuación, se calculó de empuje tomando consideraciones de la inclinación, y la fuerza sísmica; se consideró los F_s de volteo 2, deslizamiento 1.5 y hundimiento 3. Por último, el presupuesto que se estimó fue de S/ 16,071.22 Con todas esas consideraciones que se tomaron hicieron que nuestro diseño sea más óptimo y seguro garantizando el tránsito fluido en el camino vecinal.

4.6. Impacto institucional

Después de haber cumplido con el objetivo de mejorar el diseño de las estructuras de sostenimiento en los expedientes técnicos, se muestra que el impacto en el Instituto Vial Provincial de Oxapampa fue de manera positiva ya que responde a la exigencia del área de gestión técnica y operativa que forma parte de la institución, cuya función es la dirección vial de los caminos y la ejecución de infraestructuras para el desarrollo integral, por lo que está vinculado a la mejora de los proyectos, donde fue necesario realizar el seguimiento a los formatos realizados y mostrados en el presente informe, los cuales, fueron aprobados y que a partir de su elaboración sirvió como antecedente para los futuros cálculos que requieren las estructuras de sostenimiento, ya que, hasta la fecha no se ha recibido queja alguna por parte de las autoridades y habitantes en la ejecución de las obras por lo que las estructuras no muestran deficiencias y así poder contribuir al desarrollo social y económico en la provincia de Oxapampa.

V. CONCLUSIONES

En el reciente estudio se mejoró el diseño de muro de contención en los expedientes técnicos para los caminos vecinales de la Municipalidad Provincial de Oxapampa, 2020. Concluyendo la importancia de la aplicación del método Mononobe-Okabe, para poder determinar la acción sísmica con los criterios y normas establecidas para estas estructuras. Se analizó cada una de las cargas con sus respectivos empujes de suelo, sobrecarga, factores de coeficientes estáticos y dinámicos. Esto nos ayudó a desarrollar un diseño óptimo, tanto técnica y como económica para su ejecución. Avelino (2016) concluyó que es primordial el empleo de las normas, la evaluación de los empujes determinados y las mayoraciones, reducciones e importancia de la estructura diseñada. Así mismo nos da parámetros para el diseño de una estructura con una certeza alta sabiendo que esta no fallará, será capaz de sostener cargas del suelo y sobrecargas externas.

Se determinó los parámetros geotécnicos para la elaboración del muro de contención en los expedientes técnicos para los caminos vecinales de la Municipalidad Provincial de Oxapampa, 2020. Concluyendo que el estudio de suelo para el diseño de muro por gravedad se obtuvo cumpliendo estrictamente las normas. Se hizo una calicata de 2 metros de profundidad, su clasificación SUCS es suelo GM y sus parámetros geotécnicos se encuentran en la *tabla N.º 8 y 9* de la presente investigación. Flores (2017) concluye que la eficiencia técnica para poder diseñar un muro de gran dimensión de tierra armada con relación al muro de concreto reforzado Puno. Que en los parámetros del suelo existe una diferencia numérica.

Se establecieron las dimensiones del diseño de muro de contención en los expedientes técnicos para los caminos vecinales de la Municipalidad Provincial de Oxapampa, 2020. Concluyendo que las medidas tomadas para cada uno de los elementos de muro por gravedad, que están establecidas en la *tabla N.º 13: Dimensiones optadas para el muro de gravedad*, son regidas por los valores de seguridad mínimos establecidos, asegurando que esta no falle al ser expuesto a condiciones extremas. López (2017) concluyó que el nuevo que las medidas de los elementos de la estructura son, ancho base (1.80 m), altura de base (0.30 m), altura (2.50 m), corona (0.25 m), tacón de (0.20m x 0.60m). Señalando que las dimensiones

son importantes, que este tipo de muros depende considerablemente de su peso propio, para soportar las distintas presiones.

Se realizó el cálculo de los factores de seguridad del muro de contención en los expedientes técnicos para los caminos vecinales de la Municipalidad Provincial de Oxapampa, 2020. Se concluye con los factores de aseguramiento, los cuales nos inducen a tomar las dimensiones del muro, ya que si una de estas no cumple con el mínimo establecido, $FS_{(vuelco)} \geq 2.00$, $FS_{(deslizamiento)} \geq 1.50$ y $FS_{(hundimiento)} \geq 3.00$, se tiene que redimensionar la estructura, y así proceder nuevamente con el cálculo, hasta llegar a un diseño que cumpla con todos estos. Esto nos permite asegurar el tiempo de vida útil del proyecto y que este sea beneficioso para la transitabilidad del camino vecinal. Se obtuvo los siguientes factores $FS_{(vuelco)} = 2.99$, $FS_{(deslizamiento)} = 1.56$ y $FS_{(hundimiento)} = 3.01$. Arroyo y Capuñay (2016) concluyen que los valores obtenidos de los factores que aseguran la estabilidad contra el deslizamiento y volteo, fueron usados para su correspondiente diseño y estos aseguran su funcionamiento, que es estabilizar el talud de la zona.

En el presente estudio se estimó el presupuesto respecto a la ejecución del muro de contención en los expedientes técnicos para los caminos vecinales de la Municipalidad Provincial de Oxapampa, 2020. Se concluye el factor económico es el más importante para la viabilidad o aceptación del expediente, esto se relaciona con el costo y beneficio que este puede traer durante el tiempo útil de la estructura. El costo del alquiler de equipos, los insumos y mano de obra, se tomaron en la zona donde se ejecutará el proyecto. El presupuesto total de la ejecución asciende a S/ 16,071.22 incluye IGV. Arroyo y Capuñay (2016) concluyen con el presupuesto total de la mejor alternativa de la estructura de sostenimiento que es el gavión, esto corresponde a 6 muros de contención de distintas medidas debido a la topografía del sector de Arequipa, distrito de Coishco, asciende a la suma de S/ 217,124.36 soles no incluye el IGV.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar algún tipo de software y así poder comparar los valores obtenidos del cálculo que se ha elaborado manualmente, teniendo que interpretar correctamente estos resultados con los criterios y conocimientos que se han adoptado durante la carrera.

El estudio de suelos es una de las más importantes para poder desarrollar un proyecto propicio, ya que toda estructura no puede ser aislada del suelo, por lo cual estos parámetros establecidos tienen que ser hallados siguiendo las normas nacionales e internacionales para así desarrollar un proyecto excelente.

Las dimensiones tomadas deben de ser las más pequeñas que cumplan con los factores de seguridad ya que si tomamos dimensiones exageradas estos incrementarían considerablemente el presupuesto. Y si estos son muy grandes tendríamos que optar por otro tipo de estructura de sostenimiento que sea económico y funcional.

Al momento de hallar los factores que aseguran la estabilidad de la estructura, se tiene que tomarse algunos criterios, estos se basan en el tipo de suelo y a que agentes va a estar expuesto el muro de contención, teniendo en consideración estos puntos debemos tomar las fórmulas correspondientes para determinar las fuerzas de empujes adicionales. Por ejemplo, empuje por nivel freático, empuje por la oleada de la costa, empuje por la variación de temperatura entre otros.

El presupuesto es uno de los que determina si el proyecto es viable o no, debido a que el Perú es un país en desarrollo y este debe priorizar obras de gran impacto social, por lo cual este no debe ser costoso. Se tiene que verificar el rendimiento, el costo de la mano de obra y de los insumos; el metrado, para que el presupuesto se acerque a la realidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arroyo Quiliche, Z. I., & Capuñay Bautista, S. M. (2016). *Alternativas de contención en las MZ D1 y E1 del sector Arica, distrito de Coishco - Santa - Ancash*. Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, Peru.
- Avelino Zambrano, R. (2016). *Análisis y diseño estructural de un muro de contención de hormigón armado en cerramiento perimetral, lado oeste de hospital de Monte Sinai*. Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Braja, D. (2013). *Fundamentos de ingeniería geotécnica* (Cuarta edición ed.). Cengage Learning.
- Calavera Ruiz, J. (1989). *Muros de contención y Muros de sótano*. Madrid.
- Calavera Ruiz, J. (2001). *Muros de contención y muros de sótano*. Madrid.
- Crespo, V. C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones* (Quinta edición ed.). Mexico: Mexico Limusa.
- Flores Tapia, K. F. (2017). *Eficiencia del diseño muro de contención de gran altura con técnica de tierra armada respecto al muro de contención de concreto armado en la ciudad de Puno*. Universidad Nacional del Altiplano Puno, Puno, Peru.
- Harmsen Gomez de la Torre, T. (2002). *Diseño de estructuras de concreto armado*. Peru: Pontificia Universidad Católica del Peru, Fondo editorial.
- Hernández Sampieri, R. (2000). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). México, México.
- INDECI. (2018). *Emergencias*. Obtenido de INDECI: <https://www.indeci.gob.pe/emergencias/>
- Lopez Gonzales, C. A. (2017). *Evaluación del muro de contención en la avenida Arequipa, pueblo joven La Primavera, Chimbote 2017 - Propuesta de Mejora*. Universidad Cesar Vallejo, Nuevo Chimbote, Nuevo Chimbote, Peru
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial*. Lima.
- Municipalidad Provincial de Oxapampa. (2016). *Misión y Visión*. Obtenido de Municipalidad Provincial de Oxapampa: <https://munioxapampa.com/municipalidad-oxapampa/>
- Ordoñez, A. (2015). *Muros de Contención*. Lima.

- Pesantes Capacyachi, D. A. (2017). *Estabilidad de taludes aplicando muros de contención de mampostería en el distrito de Comas - Lima 2017*. Lima.
- Prada, F., Ramos, A., Solaque, D., & Caicedo, B. (2011). *Confiabilidad aplicada al diseño geotécnico de un muro de contención*. Bogota, Colombia.
- Terzaghi, K., Peck, R., & Mesri, G. (1996). *Mecánica de suelo en la práctica de la ingeniería*. New York: A Willey interscience Publication.
- Torres Belandria , R. A. (2008). *Analisis y Diseño de muros de contencion de concreto armado* (Seguna edicion ed.). Merida, Venezuela.
- Zorrilla Choez, R. R. (2019). *Analisis y diseño del muro de contencion ubicado en la calle A, ciudadela Las Cumbres - Canton Jipijapa*. Universidad Estatal del Sur de Manabi, Ecuador.

ANEXOS

ANEXO 1 Cuadro de discusión

Tabla 25: Discusión

Título	Variable	Problema	Objetivos	Dimensiones	Indicador	Unidad de medida	Formato	Antecedentes	Marco teórico	Norma
Mejora del diseño de muro de contención en los expedientes técnicos para los caminos vecinales de la Municipalidad Provincial de Oxapampa, 2020		¿Cuáles son los parámetros geotécnicos para el diseño de muro de contención en los expedientes técnicos para los caminos vecinales de la Municipalidad Provincial de Oxapampa, 2020?	Determinar los parámetros geotécnicos para el diseño de muro de contención en los expedientes técnicos para los caminos vecinales de la Municipalidad Provincial de Oxapampa, 2020.	Parámetros geotécnicos	Propiedades físicas y mecánicas del suelo	Grados sexagesimales, kg/cm ² , gr/cm ³	Formato 01	Flores (2017) evaluó la eficiencia técnica entre un muro de tierra armada, con uno de concreto armado; en la que se encuentran diferencias en los materiales que utilizan cada uno de ellos, en la cual refiere que los parámetros geotécnicos son importantes y estas difieren, lo que hace que los muros no tengan diferencia económica.	Braja (2013) afirma que, para un diseño óptimo de los muros, es imprescindible realizar un estudio de suelo, así conocer sus parámetros, como la cohesión, peso unitario y ángulo interno de fricción que se encuentra sostenido por el muro y donde la cimentación sentará.	NTP 339.128 ASTM D 422 NTP 339.171 ASTM D 2487
	muro de contención	¿Qué dimensiones se considerará para el diseño de muro de contención en los expedientes técnicos para los caminos vecinales de la Municipalidad Provincial de Oxapampa, 2020?	Establecer las dimensiones que se considerará para el diseño de muro de contención en los expedientes técnicos para los caminos vecinales de la Municipalidad Provincial de Oxapampa, 2020.	Dimensiones	Geometría de la estructura	Metros	Formato 02	López (2017) señaló que las dimensiones son importantes, que este tipo de muros depende considerablemente de su peso propio, para soportar las distintas presiones.	Torres (2008) menciona que el muro de gravedad está compuesto por una gran masa que pueden resistir el empuje del suelo mediante su peso propio	
		¿Cuáles son los factores de seguridad para el diseño de muro de contención en los expedientes técnicos para los caminos vecinales de la Municipalidad Provincial de Oxapampa, 2020?	Calcular los factores de seguridad para el diseño de muro de contención en los expedientes técnicos para los caminos vecinales de la Municipalidad Provincial de Oxapampa, 2020.	Factores de seguridad	Estabilidad	Adimensional	Formato 03	Arroyo y Capuñay (2016) Concluyen que los valores obtenidos de los factores que aseguran la estabilidad contra el deslizamiento y volteo, y estos aseguran su funcionamiento, que es estabilizar el talud en la zona de estudio.	Crespo (2004) menciona que para llevar a cabo el análisis de los muros de sostenimiento es necesario determinar las magnitudes de las presiones que actúan por encima de la base de la cimentación	E 050 Suelos y cimentaciones (RNE) E 030 Diseño sismorresistente (RNE)
	Expediente técnico	¿Cuál es el presupuesto respecto al diseño de muro de contención en los expedientes técnicos para los caminos vecinales de la Municipalidad Provincial de Oxapampa, 2020?	Estimar el presupuesto respecto al diseño de muro de contención en los expedientes técnicos para los caminos vecinales de la Municipalidad Provincial de Oxapampa, 2020.	Presupuesto	Viabilidad del expediente.	Soles	Formato 04	Arroyo y Capuñay (2016) concluyen con el presupuesto total de la mejor alternativa de la estructura de sostenimiento que es el gavión, esto corresponde a 6 muros de contención de distintas medidas asciende a la suma de S/ 217,124.36 Sin IGV.	Torres (2008) afirma que los muros de contención por gravedad son más económicos en alturas menores a 5m.	

Metodología	Instrumento	Resultados	Discusión	Conclusiones	Recomendaciones
La investigación es del tipo aplicada, el diseño es cuasiexperimental; y el método de investigación es del tipo descriptivo, longitudinal y explicativo.	Mecánica de suelos	Clasificación SUCS=GM Angulo de fricción=30° Peso específico=1.85 gr/cm ³ Cohesión=0	Según Flores (2017) en su investigación establece que los parámetros de suelo según SUCS es un suelo GM, cuyos parámetros son ángulo de fricción = 34°, peso específico = 1.76 gr/cm ³ y Cohesión = 0, los cuales difieren a los de nuestro trabajo.	Se concluyendo que el estudio de suelo para el diseño de muro por gravedad se obtuvo cumpliendo estrictamente las normas, su clasificación SUCS es suelo GM y sus parámetros geotécnicos se encuentran en la <i>tabla N.º 8 y 9</i>	El estudio de suelos es una de las más importantes para poder desarrollar un proyecto propicio, ya que toda estructura no puede ser aislada del suelo, por lo cual estos parámetros establecidos tienen que ser hallados siguiendo las normas nacionales e internacionales para así desarrollar un proyecto excelente. Las dimensiones tomadas deben de ser las más pequeñas que cumplan con los factores de seguridad ya que si tomamos dimensiones exageradas estos incrementarían considerablemente el presupuesto. Y si estos son muy grandes tendríamos que optar por otro tipo de muro de contención que sea económico y funcional.
	Cálculo en hojas Excel.	Altura de pantalla=3.00m. Peralte de la cimentación=0.50 m. Base de la cimentación=2.70m. Longitud de muro=6.50 m. Corona=0.35m. Punta=0.70m. Talón=1.10m.	Braja (2013) establece medidas mínimas para el diseño de estructura de sostenimiento por gravedad, mediante el cual nos ayudó a realizar el cálculo para poder tomar estas dimensiones, por consiguiente, las medidas del diseño son óptimas.	Concluyendo que las medidas tomadas para cada uno de los elementos de muro por gravedad, que están establecidas en la <i>tabla N.º 13: Dimensiones optadas para el muro de gravedad</i>	En el cálculo de los factores de seguridad se tiene que tomarse algunos criterios, estos se basan en el tipo de suelo y a que agentes va a estar expuesto el muro de contención, teniendo en consideración estos puntos debemos tomar las fórmulas correspondientes para determinar las fuerzas de empujes adicionales. Por ejemplo, empuje por nivel freático, empuje por la oleada de la costa, empuje por la variación de temperatura entre otros.
	Cálculo en hojas Excel y Geos	FS _(vuelco) = 2.99 FS _(deslizamiento) = 1.56 FS _(hundimiento) = 3.01	Según la E 050 los factores de seguridad tienen un factor mínimo de 1.50, los factores obtenidos en la investigación son superiores.	Se concluye con los factores de aseguramiento, los cuales nos inducen a tomar las dimensiones del muro, ya que si una de estas no cumple con el mínimo establecido, $FS_{(vuelco)} \geq 2.00$, $FS_{(deslizamiento)} \geq 1.50$ y $FS_{(hundimiento)} \geq 3.00$	El presupuesto es uno de los que determina si el proyecto es viable o no, debido a que el Perú es un país en desarrollo y este debe priorizar obras de gran impacto social, por lo cual este no debe ser costoso. Se tiene que verificar el rendimiento, el costo de materiales y mano de obra; el metrado, para que el presupuesto se acerque a la realidad.
Metrados en hoja Excel y SIO	Presupuesto total = S/ 16,071.22	Según Torres (2008) menciona que los muros de contención de gravedad son económicos menores a 5m. Siendo el presupuesto total del diseño S/ 16,071.22 incluye IGV.	Se concluye el factor económico es el más importante para la viabilidad o aceptación del expediente, esto se relaciona con el costo y beneficio que este puede traer durante el tiempo útil de la estructura. El presupuesto total de la ejecución asciende a S/ 16,071.22 incluye IGV		

Formato 1: Parámetros geotécnicos

Muro de gravedad N°	Camino vecinal	KM	Ángulo de fricción (°)	Cohesión (Kg/cm ²)	Peso específico (gr/cm ³)
01	EMP 5NA (Santa Clara) - Acuzazú - Alto Acuzazú	03+720	30	0	1.85
02	Emp. PE-5N (Constitución) - CN Hanswald-CN de Jekra - Puente Loro.	08+745, 09+395	32	0	1.88
03	Chorobamba-Ancahuachanan	06+400	30	0	1.91
04	Pozuzo-Yanahuanca-Tingo de Malpaso	03+100, 10+500	31	0	1.80
05	Prusia – Delfín	00+600	32	0	1.84

Fuente: Elaboración propia

Formato 2: Dimensiones de los muros por gravedad

Descripción	Muro de gravedad N.º				
	01	02	03	04	05
Corona de muro	0.35 m	0.30 m	0.35 m	0.35 m	0.35 m
Altura total del muro	3.50 m	3.50 m	5.00 m	3.50 m	3.50 m
Longitud de muro	6.50 m	10.00 m	10.00 m	10.00 m	10.00 m
Altura pantalla	3.00 m	3.00 m	4.50 m	3.00 m	3.00 m
Inclinación cuerpo de muro exterior	0.05 m	0.05 m	0.15 m	0.05 m	0.05 m
Inclinación cuerpo de muro interior	0.13 m	0.18 m	0.11 m	0.17 m	0.17 m
Punta de muro	0.70 m	0.70 m	0.90 m	0.70 m	0.70 m
Talón de muro	1.10 m	1.10 m	1.40 m	1.10 m	1.00 m
Peralte de la cimentación	0.50 m	0.50 m	0.50 m	0.50 m	0.50 m
Base del espolón	0.90 m	1.00 m	1.50 m	1.00 m	1.00 m
Base de la cimentación	2.70 m	2.80 m	3.80 m	2.80 m	2.70 m

Formato 3: Factores de seguridad

Muro de gravedad N°	ΣMO (KN-m)	ΣMR (KN-m)	ΣFR (KN)	ΣFd (KN)	$q_{m\acute{a}x}$ (KN/m ²)	$q_{m\acute{i}n}$ (KN/m ²)	q_{adm} (KN/m ²)	FS (vuelco)	FS (deslizamiento)	FS (hundimiento)
01	81.91	245.23	86.93	55.80	88.64	22.89	266.95	2.99	1.56	3.01
02	88.51	270.87	100.57	60.73	90.35	24.60	275.15	3.06	1.66	3.05
03	210.96	654.10	159.70	102.84	107.03	38.55	341.13	3.10	1.55	3.19
04	83.89	263.33	94.53	57.26	87.42	24.96	266.87	3.14	1.65	3.05
05	76.97	239.85	92.62	52.38	85.54	24.26	269.24	3.12	1.77	3.15

Fuente: Elaboración propia

Formato 4: Presupuestos

Muro de gravedad N°	Costo Directo	Gastos Generales	Utilidad	Sub Total	Impuesto (IGV)	Presupuesto total
01	S/ 11,619.68	S/ 1,200.00	S/ 800.00	S/ 13,619.68	S/ 2,451.54	S/ 16,071.22
02	S/ 40,584.27	S/ 3,130.00	S/ 2,241.94	S/ 45,956.21	S/ 8,272.12	S/ 54,228.33
03	S/ 34,911.25	S/ 2,862.00	S/ 2,078.36	S/ 39,851.61	S/ 7,173.29	S/ 47,024.90
04	S/ 42,185.82	S/ 4,010.50	S/ 2,425.18	S/ 48,621.50	S/ 8,751.87	S/ 57,373.37
05	S/ 14,546.85	S/ 1,543.00	S/ 681.97	S/ 16,771.82	S/ 3,018.93	S/ 19,790.75

Fuente: Elaboración propia

Formato 5: Formato de cálculos



INSTITUTO VIAL PROVINCIAL MUNICIPAL DE OXAPAMPA

DIMENSIONAMIENTO DE MURO DE CONTENCIÓN POR GRAVEDAD

Proyecto: **Mantenimiento rutinario de actividades complementarias (actividades no contempladas en el gema) en el marco normativo D.U. N° 014-2019, del camino vecinal, tramo: Emp. 5na (Santa Clara) – Acuzazú – Alto Acuzazú, Distrito de Oxapampa, Provincia de Oxapampa, Región Pasco**

Propietario: Instituto Vial Provincial de Oxapampa

Datos Generales:	
Tipo de muro	: Muro por gravedad
Altura	:
Longitud	:

Ubicación:

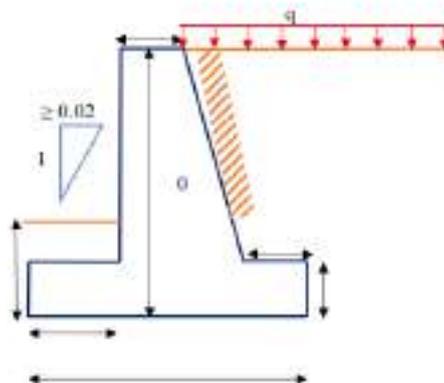
Ubicación	
Región	: Pasco
Provincia	: Oxapampa
Distrito	: Oxapampa
Coordenadas	: N : E :
Progresiva	:

Datos específicos del terreno:

Parámetros del suelo	
Peso específico del suelo de cimentación (γ)	:
Angulo de fricción interna (ϕ)	:
Cohesión (C)	:
Peso específico del suelo del relleno (γ)	:
Angulo de fricción interna del relleno (ϕ)	:
Cohesión del relleno(C)	:

Datos específicos del muro :

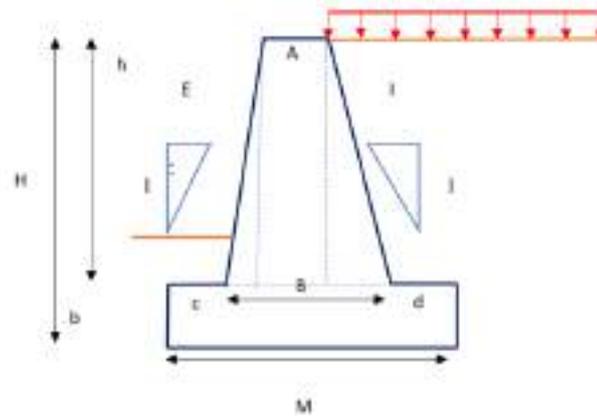
Parámetros del muro	
Peso específico del concreto ($\gamma_{concreto}$)	: 22,56 KN /m ³
Resistencia del concreto ($F'c$)	: 175 Kg /cm ²
Sobrecarga (q)	: 9,81 KN/m ²



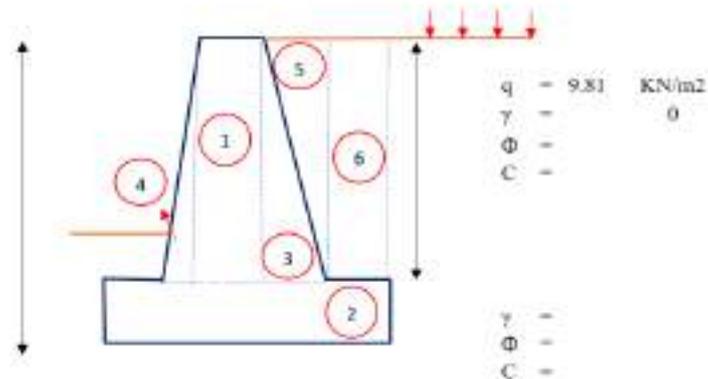


INSTITUTO VIAL PROVINCIAL MUNICIPAL DE OXAPAMPA

Elemento		formula para pre dimensionado	valores calculados	asumidos
Corona de muro	A	min 0.30		
Altura total del muro	H	H		
Altura pantalla	h			
Inclinación cuerpo de muro exterior	E	min 0.02		
Inclinación cuerpo de muro interior	I			
Punta de muro	c	0.12H a 0.17 H		
Talón de muro	d	0.12H a 0.17 H		
Peralte de la cimentación	b	0.12H a 0.17 H		
Base del espolón	B			
Base de la cimentación	M	0.50H a 0.70H		



Calculo de área:

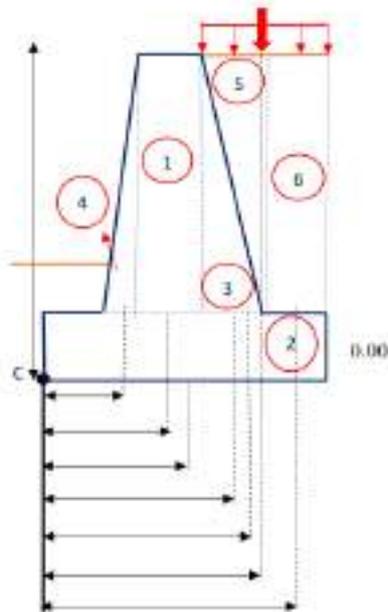


Elemento	I	A	Area
1			
2			
3			
4			



Calculo de momentos:

Momento resistente:



Elemento	Área (m ²)	γ (KN/m ³)	V (KN/m)	X (m)	Momento (KN-m)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
9					

Momento actuante:

Calculo de momentos

Calculo del coeficiente de empuje activo estático.

$$K_a = \frac{\cos(\alpha - \theta)^2}{\cos \theta^2 \cdot \cos(\delta + \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\alpha + \delta) \sin(\alpha - \beta)}{\cos(\delta + \theta) \cos(\beta - \theta)}} \right]^2}$$

Datos para el calculo	
γs = peso unitario del suelo	
δ = ángulo de fricción suelo-muro	



Variación de la fuerza debido al sismo

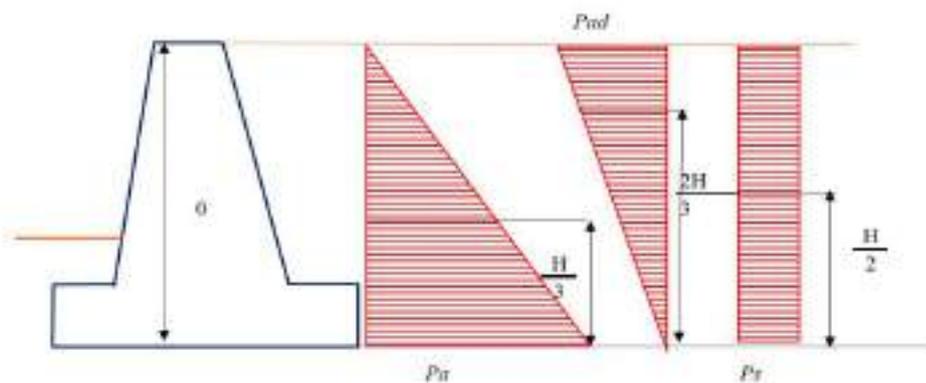
$$\Delta P_{act} = P_{act} - P_s - P_a \quad \Delta P_{act} = 0.00 \text{ KN}$$

El punto de aplicación de este, está situado a $\frac{2}{3} H$ sobre la base del muro

$$Dm = \frac{2H}{3} = \frac{\quad}{3} \text{ m}$$

Momento debido a la fuerza sísmica

$$M_{s1} = 0.00 \times 0.00 = 0.00 \text{ KN-m}$$



Factor de seguridad por volteo

Donde:

$\sum M_O$ = momentos de fuerzas que tienden a volcar.

$\sum M_R$ = momentos de fuerzas que evitan el vuelco.

$$\sum M_O =$$

$$\sum M_R =$$

$$FS_{(volteo)} = \frac{\sum M_R}{\sum M_O}$$

$$FS_{(volteo)} = \frac{\quad}{\quad} =$$

No cumple

Factor de seguridad de deslizamiento

$$\sum F_R = (\sum V) \tan \phi' + Bc' + P_p \quad \sum F_R = 0.00$$

Se desprecia la presión pasiva $P_p = 0$

$$\sum F_d = P_{ad} + P_s + P_a \quad \sum F_d = 0.00$$

$$FS_{(deslizamiento)} = \frac{\sum F_R}{\sum F_d} \quad FS_{(deslizamiento)} =$$



INSTITUTO VIAL PROVINCIAL MUNICIPAL DE OXAPAMPA

No cumple

Factor de seguridad por hundimiento.

Momento neto $M_{neto} = \sum M_E - \sum M_G$ $M_{(neto)} = 0.00$ KN-m

Calculando la distancia CE $CE = \frac{M_{neto}}{\sum V}$ $CE = \text{-----}$

Excentricidad $e = \frac{B}{2} - CE$ $e = \text{-----}$

Verificación de excentricidad $e \leq \frac{B}{6}$ $0.00 \leq 0.00$ **Si cumple**

Presiones máximas y mínimas

$$q_{máx} = \frac{\sum V}{B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right) \quad q_{máx} = \text{-----} \left(1 + \text{-----} \right)$$

$$q_{máx} = \text{-----} \text{ KN/m}^2$$

$$q_{mín} = \frac{\sum V}{B} \left(1 - \frac{6e}{B} \right) \quad q_{mín} = \text{-----} \left(1 - \text{-----} \right)$$

$$q_{mín} = \text{-----} \text{ KN/m}^2$$

Calculo de la capacidad admisible del suelo

Datos para el cálculo	
γ_s = peso unitario del suelo	
C' = ángulo de fricción suelo-muro	
β = ángulo que forma la superficie del suelo con la horizontal	
ϕ' = ángulo interno de fricción del suelo	
DF = desplante de la cimentación	
N_c	
N_q	
N_γ	
q	
B'	
F_{ed}	
F_{qd}	
F_{td}	
F_{cd}	
F_{qd}	
F_{td}	

$$B' = B - 2e \quad B' = \text{-----} - 2 \cdot 0.00 = \text{-----}$$

$$F_{ed} = F_{qd} - \frac{1 - F_{qd}}{N_c \tan \phi'} \quad F_{ed} = \text{-----}$$

$$F_{ed} = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \sin \phi')^2 \frac{D}{B'} \quad F_{ed} = \text{-----}$$



INSTITUTO VIAL PROVINCIAL MUNICIPAL DE OXAPAMPA

$$\begin{array}{ll}
 F_{rd} = 1 & F_{yt} = 1.00 \\
 F_{ct} = F_{cs} = \left(1 - \frac{\psi^c}{90^\circ}\right)^2 & F_{st} = F_{qt} = \\
 F_{yt} = \left(1 - \frac{\psi^c}{90^\circ}\right)^2 & F_{\eta} = \\
 \psi^c = \tan^{-1}\left(\frac{P_u \cos \beta}{\sum V}\right) & \psi^c = \\
 q = \gamma_2 Df & q =
 \end{array}$$

Clculo de la carga ltima del suelo

$$q_u = c' \cdot 2 N_c F_{cd} F_{ct} + q N_q F_{qd} F_{qt} + \frac{1}{2} \gamma_2 B' N_\gamma F_{\gamma d} F_{\gamma t} \quad q_u = \text{KN/m}^2$$

Para determinar el q_{adm} se divide el q_u entre el factor de seguridad siendo este 3 segn el Reglamento Nacional de Edificaciones.

$$q_{adm} = \frac{q_u}{3} \quad q_{adm} = \text{KN/m}^2$$

Factor de seguridad $FS_{(capacidad\ de\ carga)} = \frac{q_{adm}}{q_{m\acute{a}x}}$ $FS_{(capacidad\ de\ carga)} = \underline{\hspace{2cm}}$

ANEXO 2 Panel fotográfico



Figura 18: Se observa el estado actual de la vía y la necesidad del muro de sostenimiento (fuente: propia)



Figura 19: Antes de la ejecución del proyecto (fuente: propia)



Figura 20: Excavación para la cimentación (fuente: propia)



Figura 21: Desencofrado del muro de contención (fuente: propia)



Figura 22: Relleno con material de préstamo (fuente: propia)



Figura 23: Muro terminado (fuente: propia)

ANEXO 3 Ficha técnica



PERU Ministerio de Transportes y Comunicaciones

FICHA TÉCNICA DE EJECUCIÓN DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO DE ACTIVIDADES NO CONTEMPLADAS EN EL GEMA

según el Manual de Contenido - Mantenimiento o Conservación - Vial - y la Resolución Directoral 00541-2020-MTC/21

I. DATOS GENERALES

1. ANTECEDENTES

1.1 Concurso:	N° 018-2020-RFC/21
1.2 Tipo de Intervención:	MANTENIMIENTO RUTINARIO
1.3 Monto Presupuestado:	1140,440.00
1.4 Ciudad de Inicio:	TAJAMA
1.4 Ciudad de Fin:	Distrito: OXAPAMPA (Santa Clara) - ACACAZO - ALTO ACACAZO (OXAPAMPA)
1.4 Troncal:	Emp. PE-09A (Suño Claro) - ACACAZO - ALTO ACACAZO
1.4 Contrato de Ejecución (MTC-GEMA):	MTC-2020-RVF OXAPAMPA
1.7 Área del contrato:	3/27 348.76
1.8 Límite Operativo:	3/14,071.22
1.9 Unidad Ejecutora:	INstituto Vial Provincial Municipal OXAPAMPA

2. NOMBRE DEL SERVICIO

2.1 Subservicio de Intervención: Mantenimiento Rutinario de Actividades no contempladas en el GEMA (Actividades complementarias)

2.2 Descripción del nombre del servicio: "MANTENIMIENTO RUTINARIO DE ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS (ACTIVIDADES NO CONTEMPLADAS EN EL GEMA) EN EL MARCO NORMATIVO DEL D.L. 014-2020-RFC/21, DEL CAMINO VEHICULAR TRAMO: EMP 09 A (SANTA CLARA) - ACACAZO - ALTO ACACAZO, OXAPAMPA - OXAPAMPA - PASO"

3. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA VÍA

N°	Departamento	Provincia	DISTRITO	Carretera Nacional	Extensión
00	Pasco	Oxapampa	Oxapampa	Santa Clara, Acacazo, Alto Acacazo	18001

II. IDENTIFICACION

4. OBJETIVO, METAS Y/O ACTIVIDADES DEL SERVICIO

4.1 OBJETIVO PRINCIPAL: ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO RUTINARIO

4.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS:

4.3 METAS Y/O ACTIVIDADES:

4.3.1 Actividad mensual: Conservación de Marol y Obras complementarias

4.3.2 Actividad mensual: 100 Espigones y generalización

4.3.3 Actividad específica:

N°	Actividad	Frecuencia	Coordenadas UTM
1	Mantenimiento de ruta de línea de control, origen y destino	3-VE	887279 48221

III. FORMULACION

5. COSTO DEL SERVICIO

N°	ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (soles)	Costo (soles)
1	PREPARACION				
2	IDENTIFICACION Y SEÑALIZACION	HR	13.36	8.59	114.66
3	CONSERVACION DE MAROL Y OBRAS COMPLEMENTARIAS				
4	CONSERVACION DE MAROL CICLOPICO				
5	EXCAVACION MAROL DE CARANAS	HR	46.71	27.66	1291.86
6	RELLENO CON MARIÑA TRONCO	HR	36.75	22.04	809.67
7	RELLENO CON MARIÑA TRONCADO	HR	2.25	7.64	17.19
8	CONSERVACION Y CONECTACION DE BARRILES Y J	HR	17.50	19.76	345.85
9	ENCERADO Y REENCERADO	HR	44.25	17.79	787.17
10	CONCRETO ACOTO EJECUCION 30% PM	HR	73.25	21.36	1564.36
11	EMPALEME EN MAROL CON TERRENO PISO 30% 30"	HR	4.48	26.15	117.15
12	ARMAS ARMATORIALES	HR	2.87	12.77	36.65

COSTO DIRECTO:	11,419.41
IMPUESTO DEL GRABO:	10,267.76
UTILIDAD:	4,864.75
SUB TOTAL:	26,551.92
IMPUESTO (IGV):	1,461.44
TOTAL DE PRESUPUESTO:	28,013.36

6. PLAZO DE EJECUCION

6.1 FECHA DE INICIO: 01 DE ABRIL DEL 2021

Figura 24: Ficha técnica (fuente: IVP Oxapampa).

7. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN											
N°	Actividad	Unidad de medida	Meds	Cronograma (días/mes)							
				1	2	3	4	5	6	7	8
1	PREPARACIÓN										
2	EXTRACCIÓN Y DESMOLDADO	m ³	300%	100%							
3	CONDICIONADO DE MOLD Y OTRAS COMPONENTES										
4	CONDICIONADO DE MOLD DE TIPO D										
5	DECAVADO MANUAL DE TABLAS	m ³	300%	100%							
6	RELLENO CON MANTAS FIBROSAS	m ³	300%	100%							
7	RELLENO CON MANTAS FIBROSAS	m ³	300%	100%							
8	CONDICIONADO Y CONECTADO DE BAMBÚ + C"	m ³	300%	100%							
9	ACERCAJO FIBROCONCRETO	m ³	300%	100%							
10	CONCRETO ARMADO EJECUCIÓN + 30% RM	m ³	300%	100%							
11	RELLENO EN MOLD CON FIBRAS FID AL 50%	m ³	300%	100%							
12	PRUEBAS FINALES	m ³	300%	100%							

8. MOVILIDAD DE EJECUCIÓN		
N°	INFO DE EJECUCIÓN	Unid. Movilidad
1	ADAPTACIÓN DIRECTA	-
2	ADAPTACIÓN INDIRECTA - POR CLAVAS	-

21. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se recomienda que al finalizar el trabajo se realice un listado de actividades complementarias (actividades no contempladas en el SENA) en el marco normativo del D.L. 014-2002 (MTC) del Camino Vecinal, TRAMO BMP 3 HA (ANTA CLARA) - ACUJAZÚ - ALTO ACUJAZÚ, OXAPAMPA - OXAPAMPA - PUNCO, se continúe con el mejoramiento rutario de acuerdo con la Unidad de Construcción estructural que se realizó en la presente intervención.

25. FIRMAS

_____ Representante de la Entidad de Gobierno Local

_____ Representante de la Unidad Ejecutora

Figura 25: Ficha técnica (fuente: IVP Oxapampa)

COSTO DEL SERVICIO						HOJA N 01	
S/ 16,071.22 (DIECISÉIS MIL SETENTA Y UNO CON 22/100 SOLES)						Fecha de Costos	
TRAMO: Emp. PE-SNA (Santa Clara) - Acuzazu - Alto Acuzazu						30/11/2020	
Longitud 6.100 KM							
Concepto(*)	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (soles)	Costo subtotal (soles)	Costo por Componente		
01.00.00	PRELIMINARES					73.36	
01.01.00	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION					73.36	
02.00.00	CONSERVACION DE MUROS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS					11,546.32	
02.01.00	CONSERVACION DE MUROS CICLOPIOS					11,546.32	
02.01.01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS	m3	40.11	29.84	1196.88		
02.01.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	50.13	22.04	1104.87		
02.01.03	RELLENO CON MATERIAL PRESTAMO	m3	3.29	9.04	29.74		
02.01.04	CONFORMACION Y COMPACTACIO DE BASE E = 4"	m2	17.55	39.75	697.61		
02.01.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	44.69	19.78	883.97		
02.01.06	CONCRETO fc=175 kg/cm2 + 30% PM	m3	22.43	315.35	7073.30		
02.01.07	DRENAJE EN MURO CON TUBERIA PVC-SAL D=2"	m	8.48	58.15	493.11		
02.01.08	JUNTAS ASFALTICAS	m	3.07	21.77	66.83		
				COSTO DIRECTO	S/	11,619.68	
				GASTOS GENERALES	10.32731%	S/ 1,200.00	
				UTILIDAD	6.68487%	S/ 800.00	
				SUB TOTAL	S/	13,619.68	
				IMPUESTOS (IGV)	18.00%	S/ 2,451.54	
				PRESUPUESTO TOTAL	S/	16,071.22	
(*) Estructura de costos deberá tener sufitento con costos y presupuesto según S10							
* LOS COSTOS DEBERAN ESTAR SUSTENTADOS CON LOS ANEXOS DE COSTOS Y PRESUPUESTOS DESARROLLADOS EN S10							

Figura 26: Ficha de costo del servicio (fuente: IVP Oxapampa)



PANEL FOTOGRAFICO

Actividad: CONSERVACION DE MURO CICLOPEO



Foto 1: En el km 08+720 se identifica que el muro de contención de concreto ha sufrido fallas estructurales las cuales se requiere la atención inmediata para conservar el muro ciclopeo



Foto 2: En la progresiva 08+720 se ha observado que el muro ciclopeo está afectado lo cual es necesario para el perfecto funcionamiento de la vía, garantizando la transitabilidad de la vía.

Nombre, firma y sello del responsable de la elaboración del documento

 Técnico

Responsable de la Unidad Ejecutora

Figura 27: Panel fotográfico (fuente: IVP Oxapampa)

Presupuesto

Presupuesto:	1101001	MANTENIMIENTO RUTINARIO DE ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS (ACTIVIDADES NO CONTEMPLADAS EN EL GEMA) EN EL MARCO NORMATIVO D.U. N°064-2017 DEL CAMINO VECINAL EN EL DISTRITO DE OXAPAMPA PROVINCIA DE OXAPAMPA - PASCO		
Subprograma:	(00)	MANTENIMIENTO RUTINARIO DE ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS (ACTIVIDADES NO CONTEMPLADAS EN EL GEMA) EN EL MARCO NORMATIVO D.U. N°064-2017 DEL CAMINO VECINAL EN EL DISTRITO DE OXAPAMPA PROVINCIA DE OXAPAMPA - PASCO		
Clase:		INSTITUTO VIAL PROVINCIAL OXAPAMPA	Canto a)	1000/2025
Lugar:		PASCO - OXAPAMPA - OXAPAMPA		

Código	Descripción	Unid.	Retenido	Precio \$/	Parcial \$/
01	OBRAS PRELIMINARES				73.38
01.01	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION				73.38
01.01.01	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	m2	17.00	4.30	73.38
02	CONSERVACION OBRAS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS				11.884.31
02.01	REPARACION DE MURO DE CONCRETO ENCOLOPE				11.840.31
02.01.01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS	m3	46.11	25.04	1,166.05
02.01.02	RELLENO CON MATERIAL DROSO	m3	80.10	22.04	1,764.87
02.01.03	RELLENO CON MATERIAL CE PESTRADO	m3	3.28	9.00	29.51
02.01.04	COMPACTACION DE Y COMPACTACION DE SPM 0-2"	m2	17.38	39.79	692.61
02.01.05	ENCOFRADO Y DESMOLFRADO	m2	44.89	15.79	699.97
02.01.06	CONCRETO Fc = 17(Mpa) + 30(MPa)	m3	23.05	310.55	7,273.53
02.01.07	DRENAJE EN MURO O EN TUBERIA PVC-SAL, 3-2"	m	1.48	66.15	97.91
02.01.08	ANTA DE OLIVACION	m2	3.07	21.77	66.85
	COSTO DIRECTO				11,618.87
	GASTOS GENERALES (10.071%)				1,288.09
	UTILIDADES (6.8612%)				800.35

Figura 28: Resumen del presupuesto (fuente: IVP Oxapampa)

Análisis de precios unitarios						
1101001	MANTENIMIENTO RUTINARIO DE ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS (ACTIVIDADES NO CONTEMPLADAS EN EL GEMA) EN EL MARCO NORMATIVO D.U. N°004-2017 DEL CAMINO VECINAL EN EL DISTRITO DE OXAPAMPA-PROVINCIA DE OXAPAMPA - PASCO					
001	MANTENIMIENTO RUTINARIO DE ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS (ACTIVIDADES NO CONTEMPLADAS EN EL GEMA) EN EL MARCO NORMATIVO D.U. N°004-2017 DEL CAMINO VECINAL EN EL DISTRITO DE OXAPAMPA-PROVINCIA DE OXAPAMPA - PASCO					
	Fecha presupuesto 30/11/2020					
01.01.01	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION					
día/DIA	250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : día		4.18	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	16.08	0.51	
PEON	hh	1.0000	0.0320	11.63	0.37	
					0.88	
Materiales						
YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0200	15.00	0.30	
ESTACAS DE MADERA	und		1.0000	2.50	2.50	
					2.80	
Equipos						
NIVEL TOPOGRAFICO	día	1.0000	0.0040	40.00	0.16	
TEODOLITO	día	1.0000	0.0040	60.00	0.24	
MIRAS	día	1.0000	0.0040	15.00	0.06	
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.88	0.04	
					0.50	
02.01.01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS					
m3/DIA	7.0000	EQ. 7.0000	Costo unitario directo por : m3		29.84	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	0.1000	0.1143	16.08	1.84	
PEON	hh	2.0000	2.2857	11.63	26.58	
					28.42	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	28.42	1.42	
					1.42	
01.01.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO					
m3/DIA	7.5000	EQ. 7.5000	Costo unitario directo por : m3		22.84	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	0.5000	0.5303	16.08	8.58	
PEON	hh	1.0000	1.0607	11.63	12.41	
					20.99	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	20.99	1.05	
					1.95	
01.01.03	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO					
m3/DIA	100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m3		9.04	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	0.1000	0.0853	16.08	0.09	
PEON	hh	1.0000	0.0853	11.63	0.92	
					0.71	
Equipos						
CARGADOR FRONTAL	hh	1.2500	0.0847	35.00	2.55	
VOLquete 10cb	hh	3.7500	0.2500	30.00	6.00	
					8.53	

Figura 29: ACU 1 de 3 (fuente: IVP Oxapampa)

02.01.04 CONFORMACION DE Y COMPACTACION DE BASE E=4"						
m2/DIA	20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m2		39.75	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	16.08	6.43	
OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	13.00	5.20	
PEON	hh	4.0000	1.6000	11.63	18.61	
						30.24
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	30.24	1.51	
COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1.0000	0.4000	20.00	8.00	
						9.51
02.01.05 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO						
m2/DIA	20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m2		19.78	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	0.1000	0.0400	16.08	0.64	
OFICIAL	hh	0.5000	0.2000	13.00	2.60	
PEON	hh	1.0000	0.4000	11.63	4.65	
						7.89
Materiales						
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.2500	5.00	1.25	
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	kg		0.1000	4.00	0.40	
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.1000	4.00	0.40	
MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADOS INCLUYE CORTI p2			2.1000	4.50	9.45	
						11.50
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	7.89	0.39	
						0.39
02.01.06 CONCRETO f'c = 175 kg/cm2 + 30%PM						
m3/DIA	14.5000	EQ. 14.5000	Costo unitario directo por : m3		315.35	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.0000	0.5517	16.08	8.87	
OFICIAL	hh	1.0000	0.5517	13.00	7.17	
PEON	hh	6.0000	3.3103	11.63	38.50	
						54.54
Materiales						
PIEDRA MEDIANA DE 6"	m3		0.3270	40.00	13.08	
ARENA GRUESA	m3		0.7630	72.00	54.94	
AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1900	1.00	0.19	
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		8.2000	20.80	170.56	
						238.77
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	54.54	2.73	
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.5517	15.00	8.28	
MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.5517	20.00	11.03	
						22.04

Figura 30: ACU 2 de 3 (fuente: IVP Oxapampa)

02.01.07		DRENAJE EN MURO CON TUBERIA PVC-SAL D=2"				
m/DIA	14.0000	EQ. 14.0000	Costo unitario directo por : m		58.15	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
OPERARIO		hh	1.0000	0.5714	16.08	9.19
OFICIAL		hh	1.0000	0.5714	13.00	7.43
PEON		hh	2.0000	1.1429	11.63	13.29
						29.91
Materiales						
PEGAMENTO PARA PVC DE 1/4 GLN		und		0.1000	26.90	2.69
TUBO PVC-SAL D=2"		m		1.0500	22.90	24.05
						26.74
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	29.91	1.50
						1.50
02.01.08		JUNTA DE DILATACION				
m2/DIA	120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2		21.77	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
OFICIAL		hh	1.0000	0.0667	13.00	0.87
PEON		hh	3.0000	0.2000	11.63	2.33
						3.20
Materiales						
ASFALTO RC-250		gal		0.1330	9.30	1.24
ARENA GRUESA		m3		0.0023	72.00	0.17
TECNOFOR e = 1" 1.20 X 2.40 m		pln		1.0000	17.00	17.00
						18.41
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	3.20	0.16
						0.16

Figura 31: ACU 3 de 3 (fuente: IVP Oxapampa)

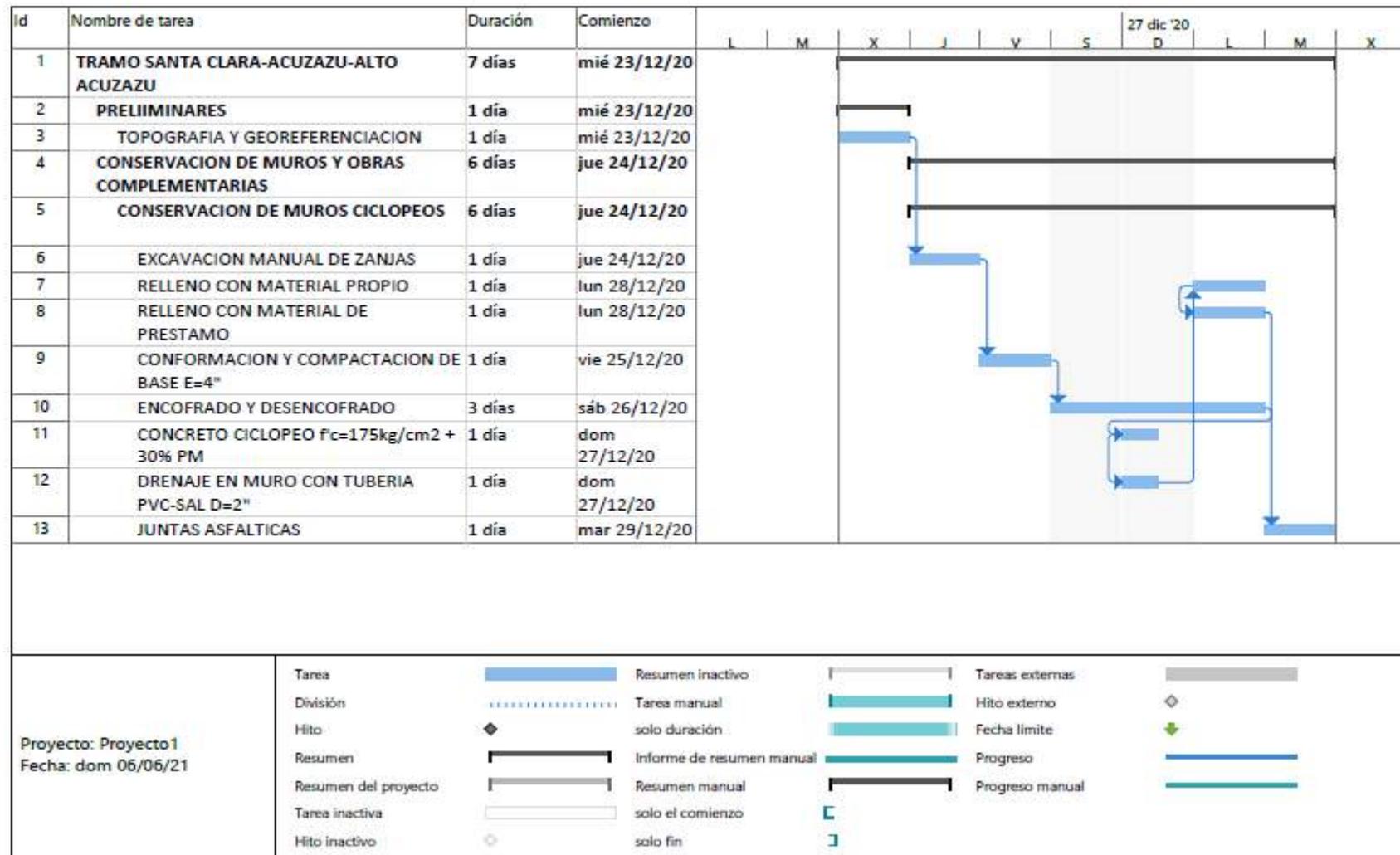


Figura 32: Cronograma de ejecución (fuente: IVP Oxapampa)

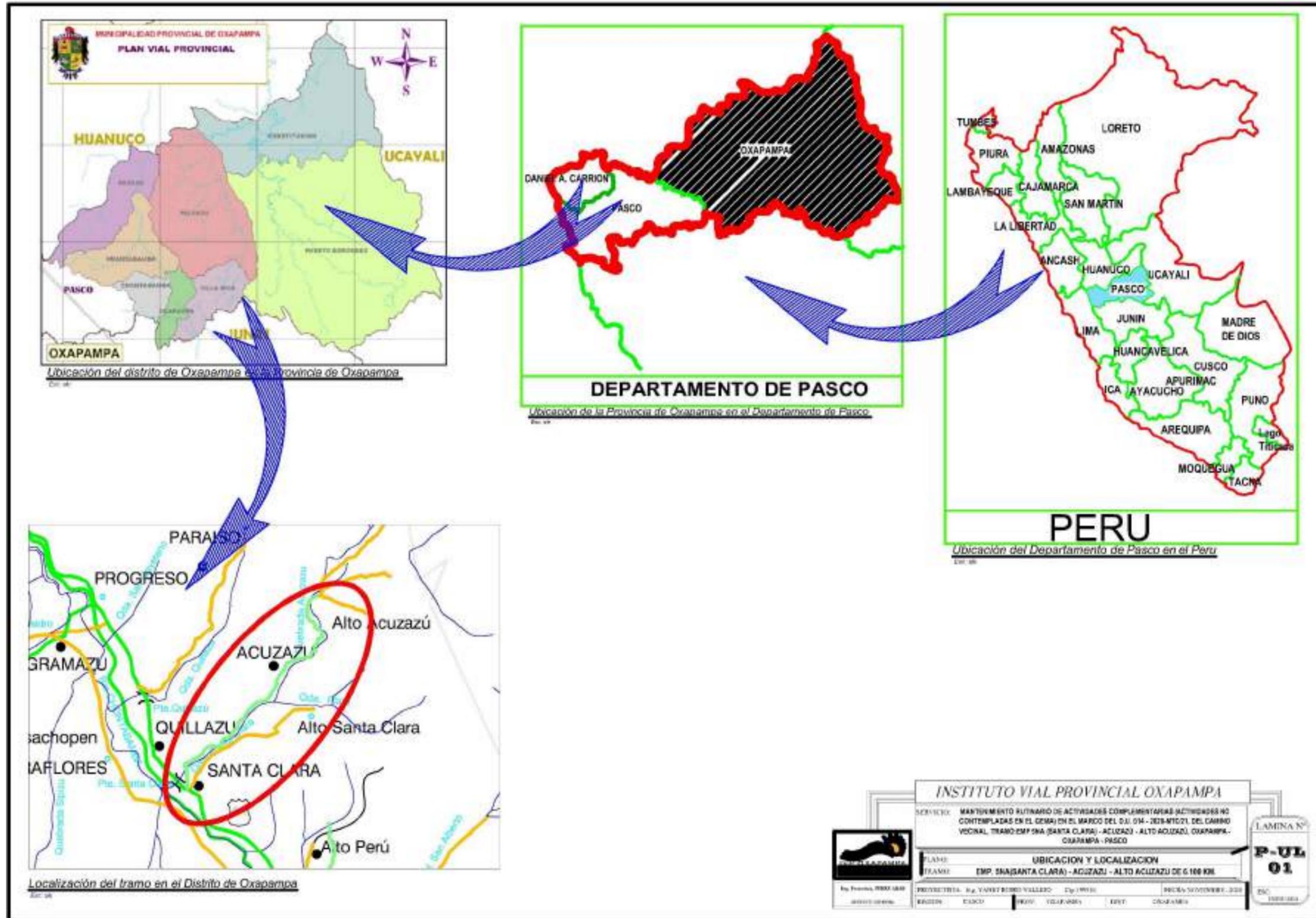


Figura 33: Plano de ubicación (fuente: IVPOxapampa)

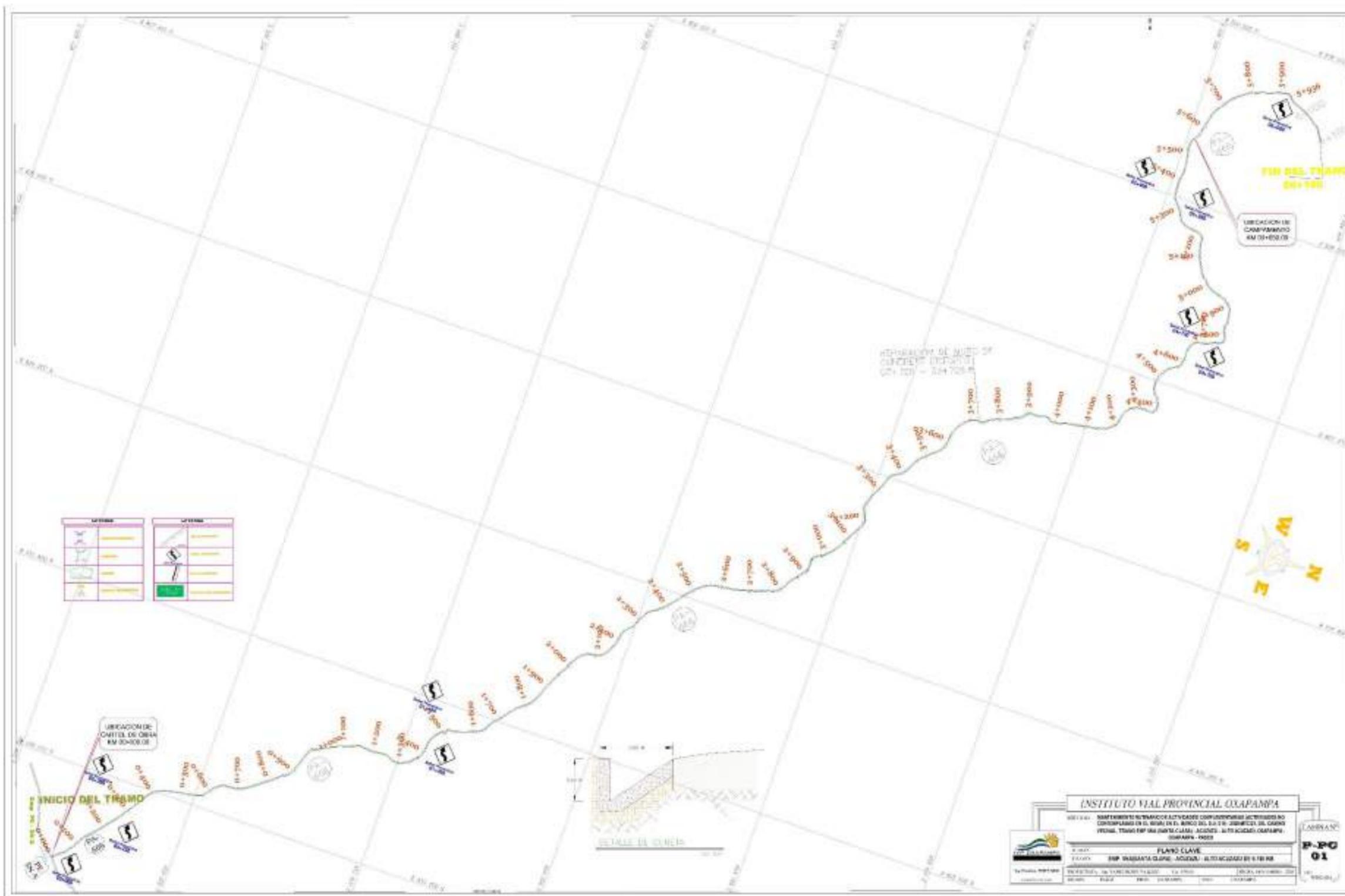


Figura 34: Plano clave (fuente: IVPOxapampa)

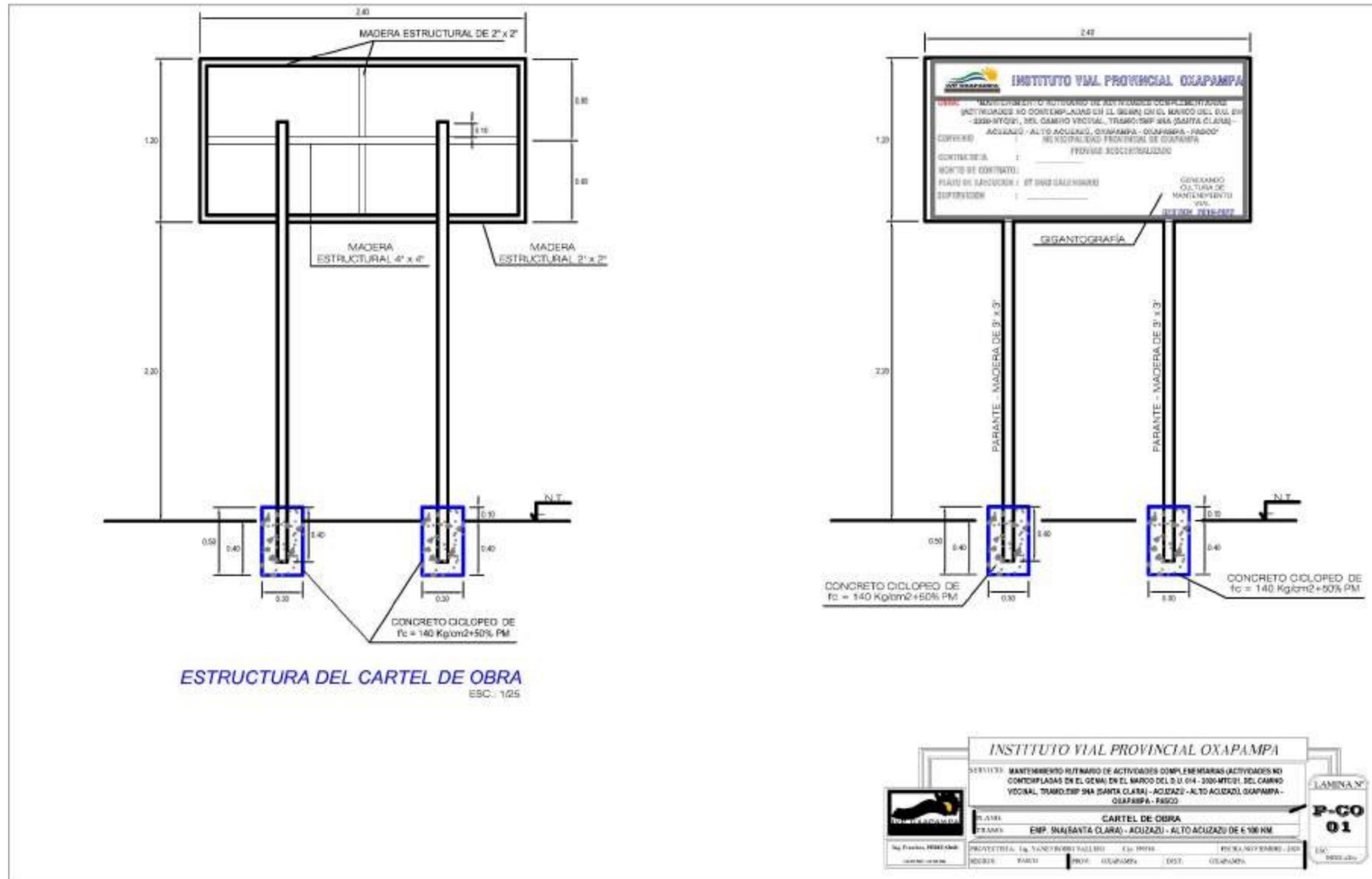


Figura 35: Plano de cartel de servicio (fuente: IVPOxapampa)

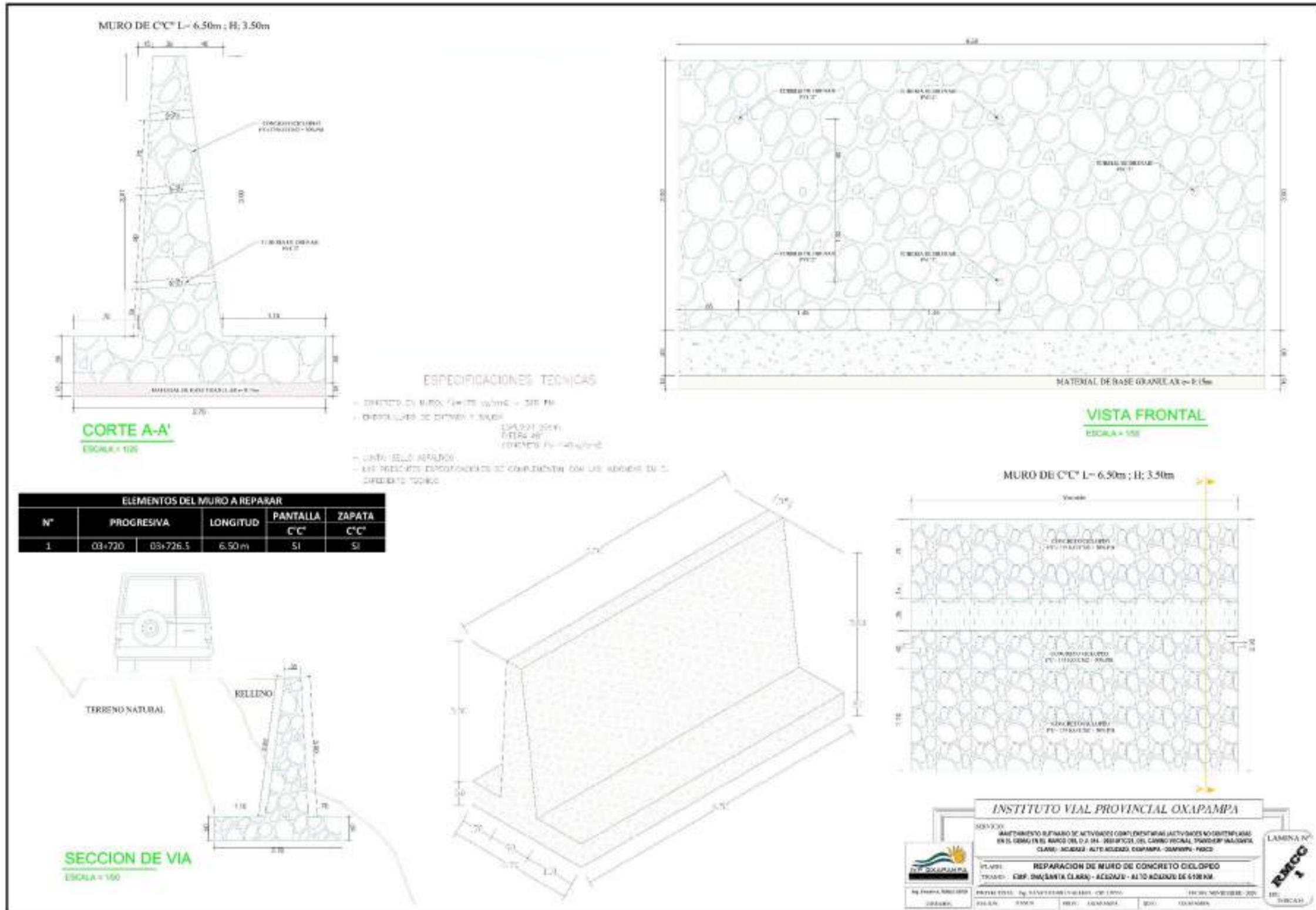


Figura 36: Plano de muro de contención (fuente: IVPOxapampa)