



Universidad Científica del Perú - UCP
*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“EVALUACIÓN DEL COSTO Y TIEMPO DE EJECUCIÓN
DE LAS ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN TIPO
GAVIONES, CANTILEVER Y DE GRAVEDAD, EN LA
CARRETERA YURIMAGUAS - MUNICHIS, PROVINCIA
DE ALTO AMAZONAS, DEPARTAMENTO DE LORETO”**

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

ASESOR:

M.Sc. Ing. Víctor Eduardo Samamé Zatta

AUTORES:

TENORIO BUSTAMANTE, Manuel Jesus

SANTA CRUZ GARCÍA, Jhon Bery

TARAPOTO – PERÚ

2022

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso por amarme y bendecir mi camino siempre, a mis padres por sus consejos sabios que me ayudaron a mantenerme firme en mi proyecto, Segundo Tenorio Cotrina y Elisa Bustamante Barboza, por estar siempre presente, ustedes han hecho posible que pueda cumplir mis sueños.

Manuel Jesus, Tenorio Bustamante

A Dios todo poderoso por amarme y bendecir mi camino siempre por ser el que guía el camino que recorreremos en nuestra vida personal y profesional, a mis padres por sus consejos sabios que me ayudaron a mantenerme firme en mi proyecto, Roy Santa Cruz Terrones y Marivel García Saavedra, por estar siempre presente, ustedes han hecho posible que pueda cumplir mis sueños.

Jhon Bery, Santa Cruz García

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por tenerme con vida, luego a mis padres por el alimento, salud, educación. Por estar día a día sembrando en mí consejos de superación siempre induciéndome, dándome ánimos para seguir siempre adelante y no claudicar desde mi formación escolar, colegial y universitaria.

A los docentes idóneos de enseñanza, sin mezquindad alguna transmitiéndome sus conocimientos y experiencias de existo; en las aulas universitarias para ser un buen profesional.

Manuel Jesus, Tenorio Bustamante

En primer lugar, a Dios por tenerme con vida, luego a mis padres por el alimento, salud, educación. Por estar día a día sembrando en mí consejos de superación siempre induciéndome, dándome ánimos para seguir siempre adelante y no claudicar desde mi formación escolar, colegial y universitaria.

A los docentes idóneos de enseñanza, sin mezquindad alguna transmitiéndome sus conocimientos y experiencias de existo; en las aulas universitarias para ser un buen profesional.

Jhon Bery, Santa Cruz García

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

La Tesis titulada:

“EVALUACIÓN DEL COSTO Y TIEMPO DE EJECUCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN TIPO GAVIONES, CANTILEVER Y DE GRAVEDAD, EN LA CARRETERA YURIMAGUAS - MUNICHIS, PROVINCIA DE ALTO AMAZONAS, DEPARTAMENTO DE LORETO”

De los alumnos: **TENORIO BUSTAMANTE MANUEL JESUS Y SANTA CRUZ GARCÍA JHON BERY**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **11% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 09 de Noviembre del 2021.



Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética – UCP

Document Information

Analyzed document	UCP_INGENIERIACIVIL_2021_TESIS_MANUEL TENORIO_JHONSANTACRUZ_V1.pdf (D117890767)
Submitted	2021-11-08 19:07:00
Submitted by	Comisión Antiplagio
Submitter email	revision.antiplagio@ucp.edu.pe
Similarity	11%
Analysis address	revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	<p>Universidad Científica del Perú / UCP-CIENCIAS E INGENIERÍA-2021-TSP-JUAN FERNÁNDEZ-FLORIANA PINCHI-V1.pdf</p> <p>Document UCP-CIENCIAS E INGENIERÍA-2021-TSP-JUAN FERNÁNDEZ-FLORIANA PINCHI-V1.pdf (D108655501)</p> <p>Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe</p> <p>Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com</p>		17
W	<p>URL: https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/21408/BaezLozadaLuisCarlos2016.pdf?sequence=1</p> <p>Fetches: 2021-11-08 19:14:00</p>		7
SA	<p>PROYECTO DE INVESTIGACION NELLY ARTEAGA.docx</p> <p>Document PROYECTO DE INVESTIGACION NELLY ARTEAGA.docx (D15090263)</p>		1
SA	<p>tesis muro final.pdf</p> <p>Document tesis muro final.pdf (D36222449)</p>		6
W	<p>URL: http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/3937/gmorassutti.pdf?sequence=1</p> <p>Fetches: 2021 11-08 19:14:00</p>		1
W	<p>URL: https://nanopdf.com/download/uso-de-gaviones-en-muro-de-contencion-y-cortina-en-cauce_pdf</p> <p>Fetches: 2021-11-08 19:14:00</p>		1
SA	<p>submission.pdf</p> <p>Document submission.pdf (D54440403)</p>		1
SA	<p>TESIS SUEANNY.docx</p> <p>Document TESIS SUEANNY.docx (D31512010)</p>		5
SA	<p>TESIS_V2.pdf</p> <p>Document TESIS_V2.pdf (D11666934)</p>		1
W	<p>URL: https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16402/1/TRABAJO%20DE%20GRADO%20GAVIONES%20final.pdf</p> <p>Fetches: 2021-11-08 19:14:00</p>		3

URL: <https://www.mecanicasuelosabcchile.com/muro-cantilever/>

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N° 730-2021-UCP-FCEI del 22 de octubre del 2021, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- | | |
|---|------------|
| • Ing. Caleb Rios Vargas, M. SC. | Presidente |
| • Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo, M. Sc. | Miembro |
| • Ing. Isaac Duhamel Castillo Chalco. | Miembro |

Como Asesor: **Ing. Víctor Eduardo Samamé Zatta, M. Sc.**

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 20:00 horas del día 21 de marzo del 2022, modo virtual con la plataforma del ZOOM, supervisado en línea por la Secretaria Académica de la Facultad y el Director de Gestión Universitaria de la Filial Tarapoto de la Universidad, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: "EVALUACIÓN DE TIEMPO Y COSTO DE EJECUCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN TIPO GAVIONES, CANTILEVER Y DE GRAVEDAD, EN LA CARRETERA YURIMAGUAS – MUNICHIS, PROVINCIA DE ALTO AMAZONAS LORETO".

Presentado por los sustentantes:

**MANUEL JESUS TENORIO BUSTAMANTE y JHON BERY SANTA CRUZ
GARCÍA**

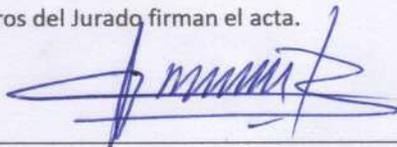
Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS**

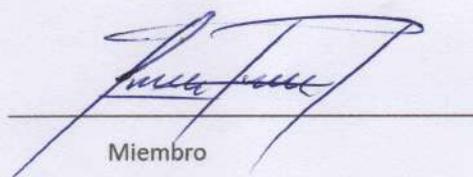
El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA POR UNANIMIDAD CON LA NOTA DE DIECISÉS (16).**

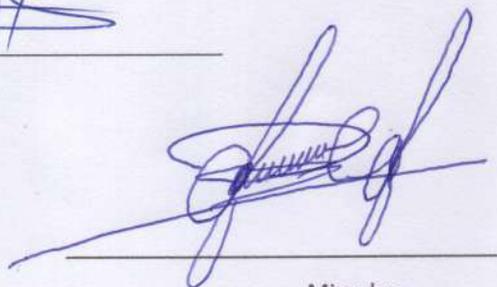
En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.



Presidente



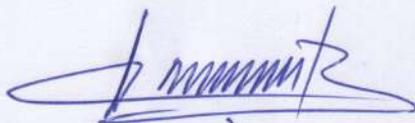
Miembro



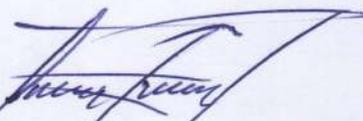
Miembro

APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto público el día 21 de marzo del 2022 a las 08:00 p.m.



M.Sc. Ing. CALEB RÍOS VARGAS
PRESIDENTE DEL JURADO



M.Sc. Ing. LUIS ARMANDO CUZCO TRIGOZO
MIEMBRO DEL JURADO



M.Sc. Ing. ISAAC DUHAMEL CASTILLO CHALCO
MIEMBRO DEL JURADO



M.Sc. Ing. VÍCTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA
ASESOR

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
APROBACIÓN	4
RESUMEN	10
ABSTRACT	12
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	14
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	16
2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	16
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES	16
2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES	20
2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES	26
2.2 MARCO TEÓRICO	26
CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	72
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	72
3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	73
3.2.1 PROBLEMA GENERAL	73
3.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS	73
3.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	74
3.3.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA	74
3.3.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL	74
3.4 OBJETIVOS	74
3.4.1 OBJETIVO GENERAL	74
3.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	74
3.5 HIPÓTESIS	75
3.5.1 HIPÓTESIS GENERAL	75
3.5.2 VARIABLES	75
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA	76
4.1 METODOLOGÍA DE LA TESIS	76
4.1.1. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	76
4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	76
4.3 TÉCNICAS, INSTRUMENTOS, PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	77
4.4 PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS	77
CAPÍTULO V: RESULTADOS	78

5.1 DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO	78
5.2 INSPECCIÓN VISUAL	78
5.3 RESULTADOS	88
CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN	99
6.1. DISCUSIÓN	99
6.1.1.DISCUSIÓN N°01	99
6.1.2.DISCUSIÓN N°02	99
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	100
7.1 CONCLUSIONES	100
7.2 RECOMENDACIONES	101
CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: DIAGRAMA DE PARÁMETROS PARA EL CÁLCULO DE PRESIONES POR EL MÉTODO MOHR-COULOMB.....	27
Figura 2: MURO DE GRAVEDAD	29
Figura 3: MUROS DE GRAVEDAD MAS COMUNES	31
Figura 4: BASE DE MURO DE GAVIONES.....	33
Figura 5: CORONA DE MURO GAVIONES	33
Figura 6: EMPROTRAMIENTO DE MURO GAVIONES	34
Figura 7: MURO CANTILÉVER.....	35
Figura 8: ELEMENTOS CONSTITUYENTES DEL MURO EN CANTILÉVER	36
Figura 9: MUROS CANTILÉVER DEL TIPO MESULAS T y L.....	37
Figura 10: REPRESENTACIÓN DE UN MURO EN CANTILÉVER	38
Figura 11: DIMENSIONES TENTATIVAS PARA DISEÑO DE MUROS EN CANTILÉVER.....	40
Figura 12: PARTES O DESIGNACIÓN DEL MURO DE CONTENCIÓN	41
Figura 13: CRÍTERIOS PARA LOS DATOS GEOMÉTRICOS	42
Figura 14: MURO GAVIONES.....	46
Figura 15: COMPONENTES DEL GAVIÓN.....	47
Figura 16: MURO EN GAVIÓN.....	48
Figura 17: ESQUEMA DE GAVIÓN.....	49
Figura 18: GAVIÓN TRABAJADO	51
Figura 19: ELEMENTOS CONSTITUYENTES DE LOS GAVIONES TIPO CAJA	52
Figura 20: DIMENSIONES ESTÁNDAR DE LOS GAVIONES TIPO CAJA	53
Figura 21: ELEMENTOS CONSTITUYENTES DE LOS GAVIONES TIPO SACO	54
Figura 22: DETALLE CONSTRUCTIVO CON GAVIONES TIPO SACO.....	55
Figura 23: DIMENSIONES ESTÁNDAR DE LOS GAVIONES TIPO SACO	55
Figura 24: SEGURIDAD DE VOLCAMIENTO	58
Figura 25: SUPERFICIE PARA LOGRAR MAYOR ADHERENCIA	60
Figura 26: INDICADORES QUE REPRESENTAN LA PRESENCIA DE UN MOVIMIENTO SUPERFICIAL (CREEP)	63
Figura 27: NOMENCLATURA DE UNA ZONA DE FALLA.....	64
Figura 28: DISTINTOS TIPOS DE FALLAS	65
Figura 29: ESFUERZO DE FALLA Y ENVOLVENTE DE UN ENSAYO DE CORTE DIRECTO.....	68
Figura 30: CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE CÁLCULO.....	69
Figura 31: DRENAJE CON DREN DE PIE	71

Figura 32: DRENAJE CON BARBACANAS	71
Figura 33: PLANO DE LA VÍA YURIMAGUAS – MUNICHIS	78
Figura 34: UBICACIÓN PARA LA PRESENTE INVESTIGACIÓN	79
Figura 35: UBICACIÓN PARA LA PRESENTE INVESTIGACIÓN	79
Figura 36: ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS C-1	82
Figura 37: ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS C-2	83
Figura 38: ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CORTE DIRECTO	84
Figura 39: ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS GRAFICO DE CORTE	85
Figura 40: CAPACIDAD PORTANTE	86
Figura 41: TIEMPO DE EJECUCIÓN MURO GAVIÓN = 45 días calendarios	96
Figura 42: TIEMPO DE EJECUCIÓN MURO GRAVEDAD 60 días calendarios	97
Figura 43: TIEMPO DE EJECUCIÓN DE MURO CANTILEVER 55 días calendarios	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: PESO ESPECIFICOS.....	58
Tabla 2: COEFICIENTE DE ROZAMIENTO	60
Tabla 3: ÁNGULOS DE FRICCIÓN INTERNA (\emptyset)	61
Tabla 4: FACTOR DE SEGURIDAD PARA ANÁLISIS ESTÁTICO.....	62
Tabla 5: FACTOR DE SEGURIDAD PARA ANÁLISIS	62
Tabla 6: TABLA DE VALIDEZ	81
Tabla 7: DIMENSIONAMIENTO MURO DE GRAVEDAD.....	87
Tabla 8: DIMENSIONAMIENTO MURO CANTILÉVER	88
Tabla 9: DIMENSIONAMIENTO MURO GAVIONES.....	88
Tabla 10: CUADRO COMPARATIVO DE SISTEMAS DE ESTABILIZACIÓN	89
Tabla 11: CUADRO COMPARATIVO DE FACTOR DE SEGURIDAD.....	90
Tabla 12: COMPARACIÓN DE COSTOS TOTALES.....	90
Tabla 13: COMPARACIÓN ECONÓMICA DE MUROS.....	91
Tabla 14: COMPARACIÓN DE COSTOS EN PORCENTAJES %.....	91
Tabla 15: PRESUPUESTO MURO GAVIÓN.....	92
Tabla 16: PRESUPUESTO MURO DE GRAVEDAD	93
Tabla 17: PRESUPUESTO MURO CANTILEVER.....	94
Tabla 18: COMPARACIÓN DE COSTOS TOTALES.....	95
Tabla 19: TIEMPO DE EJECUCIÓN DE LOS MUROS	95

RESUMEN

El presente proyecto tiene como propósito la evaluación del costo y tiempo de las estructuras de contención tipo Gaviones, Cantiléver y de Gravedad para su ejecución. La razón fundamental para que la situación actual se presente, radica en el hecho que los conocimientos básicos acerca de las técnicas de construcción y el impacto económico que estas puedan generar en la realización de proyectos de obras civiles se encuentren dispersos en muy pocos textos de Investigación. La estrategia general se encuentra basada en la modalidad de investigación aplicada. Posee una población finita ya que es de conocimiento que se analizaron 3 tipos de muros de contención.

Los muros de contención son elementos estructurales de amplio uso en obras civiles, cuya finalidad es la contención de tierras para estabilización de taludes naturales, formación de terraplenes para carreteras, formación de estribos para obras de paso, etc.

En las últimas décadas han tenido un fuerte desarrollo tecnológico, debido principalmente a la aparición de nuevas alternativas de solución como complemento a las de uso más tradicional.

El avance alcanzado en el desarrollo de estas estructuras ha pasado por la incorporación de nuevos materiales para su diseño, la definición de nuevos métodos constructivos y la creación de nuevos elementos estructurales a partir de los materiales de uso tradicional. Es así como gran parte de las actuales aplicaciones en ingeniería están orientadas al refuerzo de suelos y al empleo de los materiales de cada una de ellas.

Los muros de contención tienen como finalidad resistir las presiones laterales o empuje producido por el material retenido detrás de ellos, su estabilidad la deben fundamentalmente al peso propio y al peso del material que está sobre su fundación. Los muros se comportan básicamente como voladizos empotrados en su base.

Designamos con el nombre de empuje, las acciones producidas por las masas que se consideran desprovistas de cohesión, como arenas, gravas, etc. En

general los empujes son producidos por terrenos naturales, rellenos artificiales o materiales almacenados.

El diseño sísmico de muros es importante para minimizar los efectos devastadores de los terremotos sobre las estructuras de contención, el daño en las vías terrestres, en estribos de puentes, el riesgo a las vidas humanas, así como serios problemas económicos, sociales y ambientales.

Aporte de este proyecto de investigación fue determinar cuál de los tres tipos de muros será lo indicado como defensa ribereña con presupuestos menor, cumpliendo con los objetivos propuestos, el diseño de muro contención evitará desbordamiento en algunos tramos de la carretera Yurimaguas – Munichis, de la provincia de Alto Amazonas, Loreto.

Palabras claves: Muros tipo Gavión, Cantiléver, Gravedad, Estabilidad de Talud, Análisis Técnico Económico y Costos.

ABSTRACT

The purpose of this project is to evaluate the cost and time of the Gaviones, Cantilever and Gravity type containment structures for their execution. The fundamental reason for the current situation to arise, lies in the fact that basic knowledge about construction techniques and the economic impact that these can generate in the execution of civil works projects are scattered in very few texts of Investigation. The general strategy is based on the modality of applicative research. It has a finite population since it is known that 3 types of retaining walls were analyzed.

Retaining walls are structural elements widely used in civil works, whose purpose is to contain land for stabilization of natural slopes, formation of embankments for roads, formation of abutments for passage works, etc.

In the last decades they have had a strong technological development, mainly due to the appearance of new alternative solutions as a complement to those of more traditional use.

The progress made in the development of these structures has gone through the incorporation of new materials for their design, the definition of new construction methods and the creation of new structural elements from the materials of traditional use. This is how much of the current engineering applications are oriented to the reinforcement of soils and the use of the materials of each one of them.

The retaining walls are intended to resist the lateral pressures or thrust produced by the material retained behind them, their stability is mainly due to their own weight and the weight of the material that is on their foundation. The walls basically behave like cantilevers embedded in their base.

We designate with the name of thrust, the actions produced by the masses that are considered devoid of cohesion, such as sand, gravel, etc. In general, the thrusts are produced by natural lands, artificial fillings or stored materials.

The seismic design of walls is important to minimize the devastating effects of earthquakes on containment structures, damage to land roads, bridge

abutments, risk to human lives, as well as serious economic, social and environmental problems.

Contribution of this research project was to determine which of the three types of walls will be indicated as riverine defense with lower budgets, fulfilling the proposed objectives, the design of the retaining wall will prevent overflow in some sections of the Yurimaguas - Munichis highway, of the Alto Amazonas province, Loreto.

Keywords: Gabion-type walls, Cantilever, Gravity, Slope Stability, Technical Economic Analysis and Costs.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de titulación se presentan 03 métodos aplicadas a la protección provocadas por la presión del suelo en estructuras de contención es uno de los inconvenientes de la mecánica de suelos. A pesar de una investigación teórica y experimental intensa durante más de 200 años, todavía hay grandes discrepancias entre las soluciones teóricas y los resultados experimentales. Además, estas presiones pueden ser dinámicas debido a la influencia sísmica que incrementan las presiones laterales que ponen en riesgo la estabilidad de la estructura y el terreno (Xinpo Li 2010).

Los muros de contención son estructuras muy comunes e importantes para la protección de vías de comunicación, edificaciones y zonas con alto riesgo de deslizamiento. Son utilizadas para contener las presiones de tierra u otros materiales. En cualquier tipo de estructura de retención, el comportamiento y la respuesta a la carga estática y sísmica depende de las restricciones cinemáticas impuestas sobre la estructura y en su rigidez. (D.D. Theodorakopoulos 2001).

Debido a que todavía existen incógnitas sobre la interacción suelo-estructura y los esfuerzos producidos a partir de esta interacción en condiciones estáticas o dinámicas, el análisis y diseño de muros de contención que se realiza actualmente puede subestimar las cargas y se corre el riesgo de que las estructuras de contención diseñadas puedan fallar. El fallo de estas estructuras puede afectar vías, presas, viviendas, causar problemas ambientales y sociales, inclusive poner en riesgo vidas humanas. Esto ha generado la necesidad plantear diferentes metodologías para el diseño de estas estructuras aplicando procedimientos y criterios que permitan establecer un adecuado nivel de seguridad (Xinpo Li 2010) (Gutiérrez Gómez y Rodríguez Pineda 2015).

Los ingenieros pueden calcular y diseñar un muro de contención por medio de varios métodos, pero es muy complejo saber determinar cuál será la recomendación óptima o más correcta para solucionar un problema específico, debido a que influyen varios factores simultáneamente como el tipo de suelo, la

factibilidad de construcción y la solución más económica que define la alternativa seleccionada.

Finalizando con un análisis comparativo de diseño y costos, Finalmente, se llega a las conclusiones respecto a la conveniencia del uso de cada tipo de muros de contención, dependiendo de las condiciones del proyecto y los costos, que la aplicación que cada método constructivo implicará.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

El presente trabajo consistirá en la Evaluación del Costo y Tiempo de Ejecución de las estructuras de contención tipo Gaviones, Cantiléver y de Gravedad, en este proyecto de investigación nos apoyamos en otras investigaciones relevantes.

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

La presente investigación en mención cuenta con estudios similares de carácter internacional, los cuales son los siguientes:

- **AVELINO, Roger. “Análisis y Diseño Estructural de un Muro de Contención de Hormigón Armado en Cerramiento Perimetral, Lado Oeste del Hospital Monte Sinaí”**, tesis para obtener título de ingeniero civil. Facultad de ciencias matemáticas y físicas carrera de ingeniería civil, **Ecuador: universidad de 15 Guayaquil 2016**, 58 pp. Obtuvo como objetivo elaborar un documento práctico para la elección, análisis y diseño del muro de contención, así como la actualización de los más relevantes métodos y productos constructivos pertinentes a este proyecto. El muro presenta varias secciones debido a los desniveles presentes por lo que se presenta una memoria de diseño con los detalles respectivos en cuanto Al refuerzo y dimensionamiento. La metodología de la presente investigación tuvo un enfoque cauli-cuantitativo, porque los datos obtenidos a través de la observación directa serán estimados, procesados y analizados. Llego a la conclusión que mediante este proyecto se puede apreciar la importancia de la aplicación de las normas que se rigen para este tipo de estructuras, mediante la evaluación de cada una de las cargas con sus respectivos factores de mayoración, reducción e importancia según el proyecto. El mismo que no ayuda a poder diseñar una estructura optima, tantas secciones y económica para su construcción, capaz de resistir las cargas y sobrecargas que se presenten las mismas con lo que fue diseñada.

- **AYABACA, Bryan y SALAZAR, Luis.** “Análisis técnico comparativo – económico entre muro de contención de hormigón armado y muro de contención de suelo mecánicamente estabilizado con el sistema Terramesh para el proyecto urbanización toscana”. Tesis para obtener (título profesional de ingeniero civil), Quito: **Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito**, carrera ingeniería civil, 2018, 105pp. Teniendo como objetivo, realizar la comparación técnica – económica de un muro en hormigón armado y un muro de contención de suelo mecánicamente estabilizado del tipo TERRAMESH. Llego a la conclusión en función de la topografía del lugar de implementación de la obra, el muro crítico tendrá una altura de 12m. Debido a que el Ecuador es un país con elevado riesgo sísmico, se consideró el empuje de este sobre los muros de contención
- **BAES, Luis y ECHEVERRI, Pablo.** “Diseño de Estructuras de contención Considerando Interacción Suelo - Estructura”, en su tesis para obtener (título profesional de ingeniero civil), **Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, Carrera de ingeniería civil, 2015**, 134 pp. Tuvo como Objetivo, evaluar el procedimiento y el diseño estructural de distintas estructuras de contención bajo las mismas condiciones de suelo, considerando interacción suelo, estructuras. Se utilizó la metodología tradicional cumpliendo con los requisitos propuestos por la NSR – 10. Llego a Concluir que las metodologías analíticas pueden ser menos próximas a la realidad en comparación a los elementos finito en cálculo de las presiones laterales generada en el suelo, debido a que no tienen cuenta el proceso constructivo las deformaciones, la interacción suelo – estructura y las propiedades de las estructuras. Los análisis por elemento finito evalúan estas condiciones que permite obtener diagrama de esfuerzos y presiones laterales con mejor estimación a la realidad.
- **Román F. (2009); La Vega - Republica. Dominicana;** realizo la tesis de grado titulado "**Diseño estructural de un muro de contención en el río Camú, para protección de la carretera de La Vega-Rancho Viejo**" cuyo Objetivo es Desarrollar el diseño estructural de un muro de contención en gaviones de 90.00 mts, en el río Camú, con la finalidad de protección de la

carretera La Vega Rancho Viejo-Ranchito. Luego de la culminación del presente trabajo de Investigación, obtuvo las siguientes conclusiones:

- El muro de gaviones diseñado en este proyecto cumple con cada uno de los factores de seguridad y los requerimientos mínimos de estabilidad (vuelco, deslizamiento y presiones adecuadas en la cimentación o la capacidad de carga) y seguridad estructural exigidos en este tipo de obras. La longitud de este contempla toda la extensión de la curva en el tramo destruido de la carretera La Vega-Rancho Viejo, ya que por la misma naturaleza de la curva es que se producen erosiones, socavaciones, transporte de materiales y derrumbamientos de las márgenes en ese punto.
- Este proyecto representa la solución a una serie de problemas que han tenido los lugareños durante muchos años. El muro de gaviones tiene como propósito proteger la margen de la carretera anexa al río Camú, evitando que las aguas de este golpeen violentamente el terreno de la ribera y que suba a las fincas del lugar, como muchas veces ha ocurrido en el pasado. Esto ha provocado cuantiosas pérdidas materiales a los campesinos y, especialmente, a los dueños de terrenos y parceleros, que han visto desaparecer cultivos completos por las crecidas del río que llegan a subir a la misma carretera y se extienden por todo el terreno llano de la zona.
- La implementación de muro de gaviones como solución estructural en este proyecto presenta varias ventajas entre las cuales podemos mencionar: se evitarán los encofrados de madera, usados para darle al hormigón y que representan un elevado costo en la construcción. No se requiere personal especializado para la confección de las mallas y de la colocación de las piedras, pudiéndose contratar residentes de la comunidad, abaratando los costos de mano de obra. Se reducen los tiempos de construcción, ya que el llenado de los gaviones define inmediatamente la obra.
- Se considera que el costo del proyecto no es significativo, si se toma en cuenta la relevancia de la carretera para la actividad económica y social

de la zona. La ruta alterna a esta vía de transporte es por la carretera que conduce a San Francisco de Macorís, lo que representa un retraso de aproximadamente una hora. En términos comerciales este tiempo es muy considerable.

- **Pineda S, Rubio S. (2009); El Salvador- Centroamérica;** realizo la tesis de grado titulado **"Estudio Hidrológico y propuesta técnica para la reducción de la vulnerabilidad por inundación en el cantón el Borbollón Causado Por el Desbordamiento de la Laguna el Jocotal"** cuyo Objetivo es elaborar una alternativa técnica de planificación, que permita abordar el problema de inundación, para reducir el grado de vulnerabilidad en la comunidad El Borbollón. Luego de la culminación del presente trabajo de Investigación, se obtuvo las siguientes conclusiones:
 - Con el estudio Hidrológico realizado en la cuenca de la "Laguna El Jocotal" se pudo determinar que el escurrimiento proveniente de la falda sur del volcán de Chaparrastique no es capaz de generar inundación por sí solo, sino que el efecto que surge con las primeras lluvias es el alto nivel de asolvamiento al aproximarse a la planicie de inundación.
 - Con el Balance Hídrico realizado se observa que los niveles del déficit de agua se han mantenido constantes desde el año 1998 hasta el 2008 con una escasez anual promedio de 713.06 mm por año, excepto el año 2007 que se elevó a 862.21 mm, mientras que los resultados negativos obtenidos en el cambio de almacenamiento nos indica que las épocas secas son mayores que las épocas lluviosas.
 - Con la propuesta del muro de contención se logra reducir el caudal de entrada en un 0.85 % para condiciones actuales, más sin embargo con el estudio hidráulico que sirvió de base para elaborar el mapa de riesgo por inundación se determinó que en crecidas máximas el Rio Grande de San Miguel se desborda en un 75 % alcanzando una altura de 1.63 mts sobre el nivel de la Laguna (23.36 msnm).
 - En el levantamiento de campo para ubicar el mejoramiento elaborado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, se pudo constatar de

primera mano el nivel de usurpación de las tierras por parte de los ganaderos y la población colindante, quienes han hecho uso inadecuado del cuerpo de agua, donde los primeros construyen canales para llevar agua a sus pastizales y los segundos construyendo sus viviendas dentro del área natural protegida.

- **Guevara M. (2009); Guayaquil - Ecuador;** realizo la tesis de grado titulado **"Estudio Comparativo del Análisis de Muros de Contención Tanto Como, Muro en Voladizo Vs Muro con Contrafuertes, de un Muro de altura = 7.5m, Tanto en su Análisis Estructural Como en su Análisis Técnico Económico"** cuyo Objetivo es Realizar una comparación Técnica - Económica de los resultados obtenidos de los diversos análisis a proponerse, tanto para Muros en voladizo, como para Muros con contrafuertes.

Luego de la culminación del presente trabajo de Investigación, se obtuvo las siguientes conclusiones:

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

La presente investigación se presenta como una nueva faceta de investigación dentro de nuestra zona de influencia del estudio, cabe mencionar que cuenta con estudios similares anteriormente realizados, los cuales se mencionan:

- **LUJAN, José. "uso de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Huaycoloco, zona de Huachipa distrito de Lurigancho, lima 2107"**, en su tesis para obtener (título profesional de ingeniero civil), lima: Universidad Cesar Vallejo, escuela profesional de ingeniería civil, 2017, 93 pp. Asumió como objetivo. Determinar cómo el uso de gaviones mejora la resistencia a la erosión del río Huaycoloro, zona de Huachipa distrito de Lurigancho – Chosica 2017. Diseño de investigación es causi experimental de series cronológicas, pues el investigador ejerce un control mínimo sobre la variable independiente, no hay asignación aleatoria de los sujetos participantes de la investigación ni hay grupo de control. La investigación es causi experimental, específicamente se utilizará el diseño

de preprueba y post prueba con solo grupo de series cronológicas. Tipo de estudio es aplicada, porque se hará uso de gaviones para dar la solución a la realidad problemática de desbordes de río. Explicativa. Es aquella que tiene relación causal; no sólo persigue describir o acercarse a un problema, sino que intenta encontrar las causas de este, además de describir el fenómeno, tratan de buscar la explicación del comportamiento de las variables y su fin último es el descubrimiento de las causas. Llego a la conclusión si es necesario construir el muro gaviones para mejorar la protección ribereña el río Huaycoloro, por el peligro de que nuevamente ocurran desbordamientos sin que estas ribereñas estén protegidas. A pesar de las dificultades de no contar con fluviómetro que nos permita obtener los registros de precipitaciones en el área del río Huaycoloro. Se encontró el caudal para el diseño de gavión, con la recopilación de datos y, con el levantamiento topográfico, incluyendo la medición de huellas dejadas por el último “niño costero”. La aportación de la tesis es muy importante. Para prevenir los daños que se podrían dar a futuro.

- **AGUILAR, Daniel. “Comparación técnica entre el uso de gaviones y geoceldas como estructuras de defensa ribereña”.** En su tesis para obtener (título profesional de ingeniero civil). **Lima: Universidad Pontificia Católica del Perú, escuela profesional de ingeniería civil, 2016, 90 pp.** Propuso como objetivo. Identificar las variables que permitan el comportamiento de los sistemas de revestimiento contra la erosión de colchones de gaviones y de geoceldas con relleno de concreto en el proyecto de defensa ribereña del río zaramulla y comparar los resultados de análisis de la variable técnicas definidas y establecer, en base a esta comparación, revestimiento contra la erosión más adecuado para el proyecto de defensas ribereñas en el río Zarumilla. La metodología que utilizo en proyecto de tesis es cuantitativa, es decir se basa en una realidad contextualizada y compara datos de medición numérica, sigue un proceso no experimental y los resultados se basan en datos estadísticos medidos en investigaciones anteriores. El alcance es explicativo, se busca recopilar información para sustentar y comparar las variables establecidas. En sus variables cuantitativa. Las poblaciones en la que se realiza el análisis

correspondiente únicamente al caso del proyecto de defensas ribereñas del río Zarumilla y lo establecido por la recopilación del marco teórico. Los instrumentos utilizados fueron la revisión de bibliografía en libros y artículos de investigación, bases de datos, expedientes técnicos, guías de diseño catálogos de productos y fuentes de primer orden, teniendo como una de sus conclusiones Se ha identificado las variables técnicas que permitan la comparación entre ambos revestimientos. Las variables indefinidas son las siguientes: la resistencia a la erosión y durabilidad, la rugosidad de la superficie y la estabilidad del sistema de protección.

Es Transcendental el aporte que realiza para defensa ribereña en su tesis, los gaviones y geoceldas constituyen comportamiento adecuado como defensa ribereña.

- Por su parte **EVANGELISTA, Karla. “Identificación de zonas inundables y propuesta de defensa ribereña del sector salinas km 89 en el río Chancay -2017”** en su tesis para obtener (título profesional de ingeniero civil). **Lima: universidad Cesar Vallejo, escuela profesional de ingeniería civil. 2107, 120 pp.** Propuso como objetivo general Identificar la influencia de la zonas inundables y propuesta de defensa ribereña del sector Salinas km 89 en el río Chancay – 2017. Método usado fue el científico puesto que se determina por los fenómenos observables de la realidad de estudio como son efectos que trae consigo el fenómeno del niño. Tipo estudio utilizado es aplicada, porque nos lleva a resolver problemas existentes. Llego a la conclusión que para determinar los parámetros hidrológicos dependerán de los datos que se tiene del lugar, por ello el método que se usó para el análisis estadístico fue el método de Gumbel con el que se determinó que el caudal es 147.03 m³/s para un periodo de retorno de 100 años el que nos indica que cada año va aumentando esto hace crea la probabilidad de mayores zonas inundables, esto conlleva que para la propuesta que la altura del muro debe ser mayor que la posible avenida obtenida. Es importante el aporte que realiza para tener una referencia del comportamiento de las avenidas, para su diseño de defensa ribera.

- Según estudio **ÁLVARO Luther y ENRÍQUEZ Luis**. “**Diseño Hidráulico y Estructural de Defensa Ribereña del Río Chicama Tramo Puente Punta Moreno – Pampas de Jaguey Aplicando el Programa River**”. Para obtener el (título profesional de ingeniero civil). **Facultad profesional de ingeniería. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2014, 142 pp.** Tuvo como objetivo Realizar el proyecto diseño hidráulico y estructural de defensas ribereñas del río Chicama, tramo puente punta moreno – pampas de Jaguey aplicando el programa River, teniendo como una de sus conclusiones. Que las defensas ribereñas del río Chicama tramo puente punta moreno – pampas margen izquierdo resulta ser ambientalmente viable, siempre que se cumpla las especificaciones técnicas y diseños contenidos en el expediente técnico y las prescripciones ambientales planteadas en el plan de manejo ambiental, el cual forma parte del presente estudio de impacto ambiental.
- **(TARRILLO MEMBRILLO, 2018 págs. 1-161) Título: “Grado de estabilidad de los taludes críticos de la carretera baños del inca - Llacanora” Objetivo:** Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, **Universidad Nacional de Cajamarca.** Metodología: Diseño descriptivo. Resultados: Los taludes críticos de la carretera Baños del Inca – Llacanora presentan una altura de 8 y 25 m por ende es necesario el análisis de estabilidad. Se obtuvo el factor de seguridad de los taludes críticos de la carretera: tres de estos taludes fueron analizados con tensiones totales, efectiva y para los cuatro taludes se evaluó con carga sísmica, por ello se confirma que los taludes fallan en alturas superiores a 6.0 m y con ángulos de inclinación mayores a 45° y que estos dependen de su meteorización y formación geológica tal cual lo dice Mayorga Zelaya y Garay Obregón. Conclusión: Los valores que afectan a la inestabilidad de talud en promedio del tramo analizado son: Ángulo de fricción: 29. 21° y una cohesión de 0.52 Kg/cm² además de los factores hidrogeológicos. Los taludes de la carretera Baños del Inca – Llacanora no son estables ya que en condiciones secas son mayores a 1 (F.S<1).
- **(MAMANI LARICO, 2016 págs. 1-370) Título: “Análisis de la estabilidad de taludes en macizo rocoso de la carretera Sina**

Yanahuaya Tramo III- Sub Tramo 02, a partir de la caracterización geológica y resistencia a la compresión simple” Objetivo: Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, **Universidad Nacional del Altiplano**. Metodología: Investigación no experimental de tipo descriptivo y analítico porque se analiza la estabilidad del talud, que están en razón a las variables desarrolladas en la investigación. Resultados: En base a este análisis de estabilidad, se determinó un factor de seguridad, para cada uno de los tramos analizados según el modo de falla probable que presenta cada talud entre las progresivas siguientes: Catarata km 1+400 al 1+580 y 1+580 al 1+700; Mirador km 2+500 al 2+620 y km 2+620 al 6+760; y Huancoiri km 6+400 al 6+700. Los resultados nos dan una idea de que el tramo que comprende km 1+580 al 1+700 se encuentra en condición inestable pues el $FS=1.02$, no garantiza la estabilidad del talud pues el FS es inferior a 1.20; esto indica que se puede sufrir una rotura. Mientras que el tramo entre las progresivas del km 1+400 al 1+580 se encuentra estable debido a que el factor de seguridad es superior a 1.50. Conclusión: El análisis de estabilidad de taludes mediante el equilibrio límite, por métodos exactos se determinó el tipo de rotura y factor de seguridad para cada uno de los tramos analizados.

- **(LUCIA, y otros, 2015 págs. 1-480) Título: “Propuesta de remediación geotécnica de un talud incorporando un muro de suelo reforzado con el sistema Terramesh para el proyecto de la carretera Matarani – El Arenal”.** Objetivo: Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, **Universidad Ricardo Palma**. Metodología: Método y diseño de la Investigación será descriptivo y explicativo. Resultados: Los valores del FS, van disminuyendo conforme le vamos adicionando sobre cargas o le introducimos efectos sísmicos. El FS mejora con la solución propuesta del Sistema Terramesh, superando el valor mínimo, por lo que podemos decir que el Sistema Terramesh es una remediación Geotécnica viable que atiende el problema. Conclusión: se realizó un análisis de la Estabilidad Global del Talud, la cual es una de las más importantes, ya que abarca todos los elementos del sistema. La estabilidad interna y externa también

se han considerado en el Proyecto, pero no se les hace mención, por no ser parte del alcance de este trabajo de investigación.

- **(ALVARADO SALAZAR, 2014 págs. 1-175) Título: “Estabilización de taludes en la Costa Verde - Callao tramo. Av. Santa Rosa – Jr. Virú. (1.3 km)”** Objetivo: Tesis para optar el título de Ingeniero Civil de la **Universidad San Martín de Porres**. Metodología: Diseño experimental. Resultados: La estabilización del talud no solo depende del tipo de suelo, sino de la morfología del estado actual del mismo; muchas veces no existe desprendimiento de material porque materiales como el limo, canto rodado y grava se juntan compactándose y uniéndose, haciendo su porcentaje de vacíos casi 0, cuando se retira el material en vez de estabilizar lo que se logra es todo lo contrario, por tal sentido es muy importante hacer las pruebas correspondientes que amerita el talud. Conclusión: De acuerdo con el análisis de costos la mayor incidencia en proyectos de este tipo es la de movimiento de tierras, sobre todo en zonas urbanas como Lima debido a que no se puede simplemente cortar y rellenar el material a una distancia corta, sino que es necesario mover el material hasta botaderos especiales por lo que de tomar la decisión de realizar un proyecto de este tipo sería justificable la realización de un estudio para la implementación de botaderos más cercanos a la obra.
- **(PAUCAR LLANCARI, y otros, 2014 págs. 1-175) Título: “Propuesta técnica para la protección de la carretera Ocopa – Anchonga – Km 06+500, afectado por la erosión del río Lircay”** Objetivo: Tesis para optar el título de Ingeniero Civil de la **Universidad Nacional de Huancavelica**. Metodología: Diseño experimental. Resultados: La propuesta técnica de protección está dado de acuerdo con los resultados de estudio de mecánica de suelos, a su vez los cálculos de costos por cada tipo de propuesta de protección. Conclusión: De acuerdo los estudios el sistema constructivo del muro de tipo gravedad y de voladizo se podrá poner en uso después de que se cumpla con su resistencia de diseño, es decir a los 28 días, en cuanto el de los gaviones puede ser utilizado de una vez ya que no es necesario esperar a que se cumpla con resistencia porque viene dado desde el inicio de su construcción.

2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES

Suarez, Roger. “Diseño de muro de gaviones para la protección del margen izquierdo del Rio Huallaga de la Localidad de teniente Cesar López – Shucushuyacu - Loreto, 2013”. Para obtener título (profesional de ingeniero civil), Universidad Cesar Vallejo, planteo como objetivo diseño de muro de gaviones para la protección del margen izquierdo del rio Huallaga, Los métodos que utilizo son ensayos de mecánica de suelos, topografía y generación de caudales. Llego a la conclusión, determino el caudal máximo para un tipo de suelo intermedio teniendo en consideración que las condiciones pluviométricas en la parte oriental de los andes no tienen el mismo comportamiento que el flanco occidental. Bajo esta premisa se analizaron los datos de precipitación en tres subcuencas en la parte más baja cercana al proyecto obteniéndose un caudal de diseño de 370.689 m³/s.

2.2 MARCO TEÓRICO

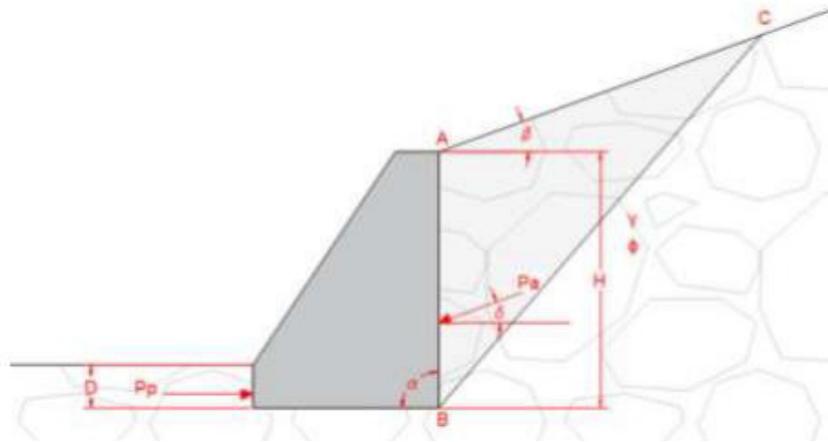
2.2.1 PRESIONES LATERALES

Los muros de contención comúnmente conocidos en la ingeniería (gravedad, cantiléver, gaviones, pantalla, etc.) cumplen con la necesidad de soportar masas de suelo. Para el diseño y la construcción de un muro de contención es necesario tener conocimiento sobre las presiones generadas por la interacción suelo-estructura. Estas presiones son denominadas presión activa (P_a) y presión pasiva (P_p) y existen diversos métodos para el cálculo de sus magnitudes, entre estos, el método de Mohr-Coulomb (Das, Fundamentals of Geotechnical Engineering 2007).

2.2.1.1 MOHR-COULOMB

El cálculo de las magnitudes de las presiones laterales por el método de Mohr-Coulomb se desarrolla a partir del buzamiento (β), el ángulo formado por el plano AB y la horizontal (α), el ángulo de fricción del muro (δ) y las condiciones iniciales del suelo como su peso específico (γ) y el ángulo de fricción del suelo (ϕ).

FIGURA 1: DIAGRAMA DE PARÁMETROS PARA EL CÁLCULO DE PRESIONES POR EL MÉTODO MOHR-COULOMB



FUENTE: Suarez J, 2012)

2.2.1.1.1 PRESIÓN ACTIVA (P_a)

La presión activa es la presión que actúa sobre el espaldar del muro y las ecuaciones que la definen, por el Método de Mohr-Coulomb, incluyen la fricción del suelo (δ) a diferencia del Método de Rankine.

Coefficiente de presión activa, K_a .

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\alpha + \phi)}{\text{sen}^2\alpha \text{sen}(\alpha - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta)\text{sen}(\phi - \beta)}{\text{sen}(\alpha - \delta)\text{sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

La fuerza total de la presión activa (P_a) está determinada por el área del diagrama de presiones.

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma_{\text{suelo}} H^2 K_a$$

Donde H es la altura del muro (Figura 2.1) y el γ_{suelo} está determinado por el peso específico del suelo.

2.2.1.1.2 PRESIÓN PASIVA (Pp)

La presión pasiva es la presión que resiste los desplazamientos generados por la presión activa y se encuentra ubicada en la parte frontal de la estructura.

Coeficiente de presión pasiva, Kp.

$$Kp = \frac{\text{sen}^2(\alpha - \phi)}{\text{sen}^2\alpha \text{sen}(\alpha + \delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta)\text{sen}(\phi + \beta)}{\text{sen}(\alpha + \delta)\text{sen}(\alpha + \beta)}}\right]^2}$$

La fuerza total de la presión pasiva (Pp) está determinada por el área del diagrama de presiones.

$$Pp = \frac{1}{2} \gamma_{\text{suelo}} D^2 Kp$$

2.2.1.1.3 PRESIÓN ACTIVA TOTAL (Pae)

Coeficiente dinámico de presión activa (Kae).

$$Kae = \frac{\cos^2(\phi - \eta - \theta)}{\cos\eta \cos^2\theta \cos(\delta + \theta + \eta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta)\text{sen}(\phi - \eta - \beta)}{\cos(\delta + \theta + \eta)\cos(\beta - \theta)}}\right]^2}$$

Donde

$$\eta = \tan^{-1}\left[\frac{Kh}{1 - Kv}\right]$$

θ = Ángulo de inclinación de la superficie AB (Figura 2.1) con respecto a la vertical.

La magnitud total de la presión activa en condición pseudo-estática está dada por

$$Pae = \frac{1}{2} \gamma_{\text{suelo}} H^2 (1 - Kv) Kae$$

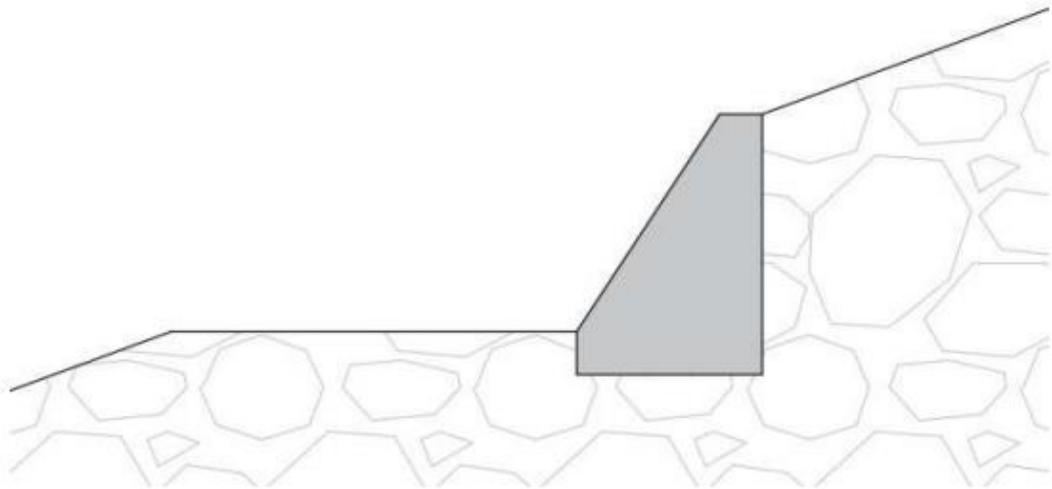
Donde:

Pae es la suma de la presión activa en condición estática (Pa) y la componente dinámica de la presión activa ($\frac{1}{2} \gamma_{\text{suelo}} H^2 Kv$). La cual se ubica en H/2 sobre la superficie AB (Figura 2.1) para fines de diseño y análisis (Murthy 2002).

2.2.2 TIPOLOGÍA DE MURROS DE CONTENCIÓN

2.2.2.1 MURO DE GRAVEDAD

FIGURA 2: MURO DE GRAVEDAD



FUENTE: Suarez J, 2012)

Muros construidos generalmente con concreto ciclópeo, los cuales dependen de su propio peso y del tipo de suelo en el que encuentran para la estabilidad. Este tipo de estructura no es económico para grandes alturas (Das, Fundamentals of Geotechnical Engineering 2007).

Es la tipología de muro más antigua, y pueden ser fabricados de concreto en masa, mampostería y fábrica. Suelen dotarse de una leve pendiente en el intradós, con el propósito de mejorar la estabilidad de la estructura. El efecto estabilizador de estos muros es logrado por su peso propio y por su resistencia a la compresión, no precisando de armaduras dada estas características. Además, pueden ser de variadas formas y son los más resistentes a los agentes destructivos.

Este tipo de muro es económico hasta una altura aproximada de 25 pies o 8m (Das, 2001).

Dentro de esta categoría también se encuentran los muros criba, los muros de gaviones y los de escollera, que suelen diseñarse como muros de gravedad.

Los muros de gaviones están formados por elementos metálicos confeccionados con redes de malla hexagonal de doble torsión, que son rellenos posteriormente con gravas. Estos muros suelen ser de altura moderada (del orden de 5 m). Las unidades de gaviones son firmemente unidas entre sí con redondos que los conectan, fijados a través de costuras con alambres de iguales características a los que forman las mallas, a modo de formar una estructura continua.

Los muros de escollera están constituidos por bloques pétreos, que son obtenidos generalmente por voladura, con formas más o menos prismáticas y superficies rugosas.

Tanto los muros de gaviones como los muros de escollera presentan la ventaja de su gran flexibilidad al ser empleados en estabilización de taludes, principalmente por su capacidad de sufrir movimientos importantes sin romperse, manteniendo íntegras sus características básicas como elemento de contención.

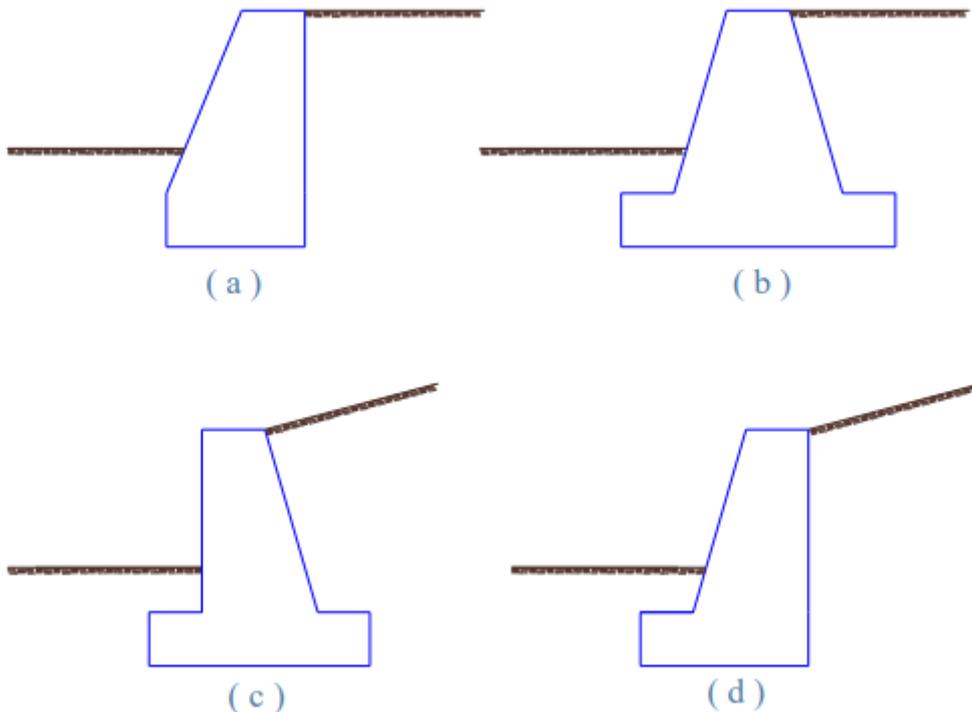
Estos muros son una variante de los denominados muros de gravedad, constituidos fundamentalmente por concreto y que van ligeramente armados, con lo que se reduce en parte su peso al necesitarse de menos concreto para ser construidos. La reducción de la sección de concreto suele ir asociada a una reducción de su base de apoyo, y por lo tanto a un aumento de las presiones sobre el terreno. Dada sus características, estos muros suelen ser considerados también como muros aligerados.

Los muros de gravedad son aquellos muros que dependen para su estabilidad completamente de su propio peso y el del suelo que se apoye en ellos, y son económicos para alturas menores que varían de tres a cinco metros.

Estos muros, en cuanto a su sección transversal, pueden ser de diferentes formas y pueden ser construidos de piedra o de concreto, que son los materiales que pueden resistir bien esfuerzos de compresión y cortante, pero muy poco los esfuerzos de tracción, de manera que su diseño debe

evitar los esfuerzos de este tipo, a continuación, se muestran algunas de las formas más comunes de muros de gravedad.

FIGURA 3: MUROS DE GRAVEDAD MÁS COMUNES



Es la tipología de muro más antigua, y pueden ser fabricados de concreto en masa, mampostería y fábrica. Suelen dotarse de una leve pendiente en el intradós, con el propósito de mejorar la estabilidad de la estructura. El efecto estabilizador de estos muros es logrado por su peso propio y por su resistencia a la compresión, no precisando de armaduras dada estas características. Además, pueden ser de variadas formas y son los más resistentes a los agentes destructivos.

Los muros a gravedad utilizan su propio peso para resistir las fuerzas laterales de tierra u otros materiales usados como rellenos.

Estos muros, suelen ser macizos y generalmente no necesitan refuerzo. Suelen ser muros muy económicos y se utilizan en alturas moderadas del orden de hasta 3,00 a 3,50 m aproximadamente.

Dadas las grandes dimensiones de la masa de concreto de estos muros, las cargas actuantes producen solo esfuerzos de pequeña magnitud, por lo cual se suele utilizar hormigón de baja calidad en su construcción ($f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$).

El análisis estructural de un muro a gravedad consiste en comprobar que todas sus secciones se encuentren sometidas a esfuerzos de compresión y de tensión menor o a lo más iguales a los valores establecidos por los códigos de construcción.

Las condiciones de tracción y compresión son, respectivamente:

$$f_t = \frac{M}{S} \leq f_t \text{ admisible}$$

$$f_c = \frac{M}{S} \leq f_c \text{ admisible}$$

Dónde:

f_t = Esfuerzo de tracción en una sección de muro.

f_c = Esfuerzo de compresión en una sección de muro.

M = Momento flector.

S = Modulo seccional = Inercia / distancia al punto en análisis.

2.2.2.1.1 DISEÑO MURO DE GRAVEDAD

Los muros de gavión están formados por la superposición de cajas de forma prismática, fabricado generalmente de alambre galvanizado llenadas con piedras en el sitio de la obra, forman un elemento de gran estabilidad estructural, flexible y permeable al agua.

- **Características**

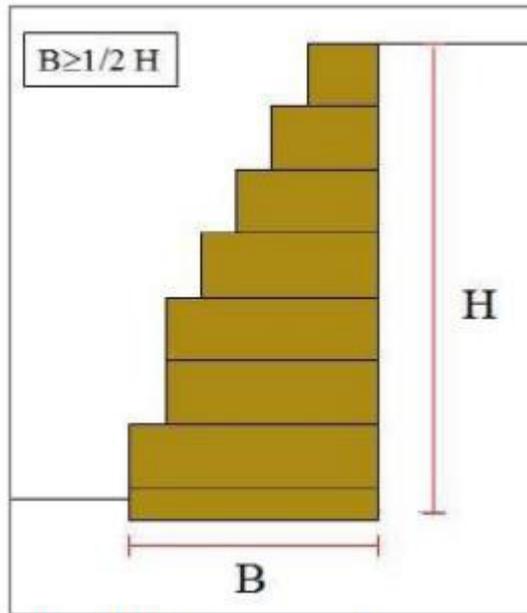
Utilizadas como estructuras de control de cauces de agua, defensas hidráulicas, obras de consolidación y defensa de carreteras, puentes, terraplenes; así como elementos de cimentación en zona de suelos blandos.

- **Pre-Dimensionamiento**

El Predimensionamiento de las estructuras de contención del tipo gavión se toman los siguientes criterios:

- La base del muro de gaviones se recomienda $B \geq 0.5 H$

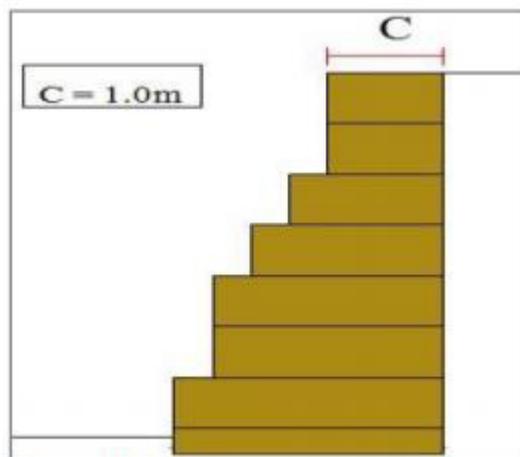
FIGURA 4: BASE DE MURO DE GAVIONES



Fuente: Maccafferri, 2005

- La parte superior del muro de gaviones se recomienda que sea mínimo de 1m de ancho.

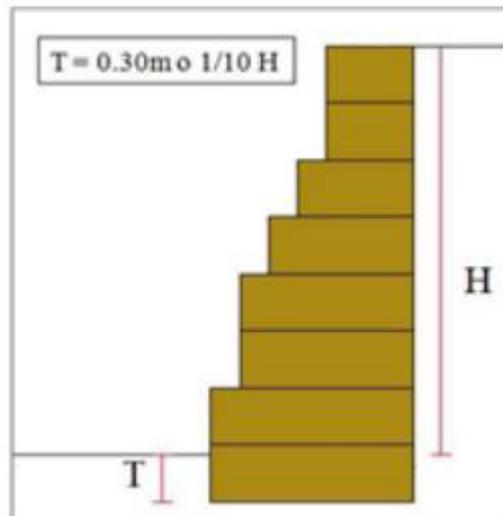
FIGURA 5: CORONA DE MURO GAVIONES



Fuente: Maccafferri, 2005

- El empotramiento de la estructura de contención debe ser mínimo 0.30 m o $H/10$ con la finalidad de aumentar su resistencia al deslizamiento y para promover la retirada de la camada superficial de suelo orgánico, no recomendada como suelo de fundación (Maccafferri, 2005).

FIGURA 6: EMPOTRAMIENTO DE MURO GAVIONES



Fuente: Maccafferri, 2005

- **Criterios de Cálculo**

Es importante la determinación de esfuerzos (empujes) a los que se somete la estructura para evaluar su estabilidad y definir la configuración geométrica, considerar lo siguiente:

- Empujes de las tierras ubicadas fuera de la estructura.
- Eventuales sobrecargas existentes en la superficie del relleno de la estructura.
- Efectos del proceso de compactación en los empujes de tras la estructura.
- Acciones de carácter temporal, como puede ser la acción de un sismo.

- **Empuje Activo por unidad de longitud (E_a)**

Se obtiene en el cálculo el estado límite activo del terreno, por el método de Coulomb, basado al estudio del equilibrio de una cuña de suelo indeformable sobre la que se actúa el peso propio, la fuerza de rozamiento y eventualmente la cohesión.

2.2.2.2 MURO CANTILÉVER

FIGURA 7: MURO CANTILÉVER



FUENTE: Suarez J, 2012)

Muro de concreto reforzado que consiste en un vástago delgado y una losa de base para retener la masa de suelo detrás de la pared, son de forma simple de L o T invertida. La estabilidad se logra a partir del peso del suelo en la parte del talón de la losa de base. En ocasiones es necesario adicionar un dentellón para aumentar la resistencia al deslizamiento, al igual que los muros de gravedad (Chris R.I. Clayton 2013).

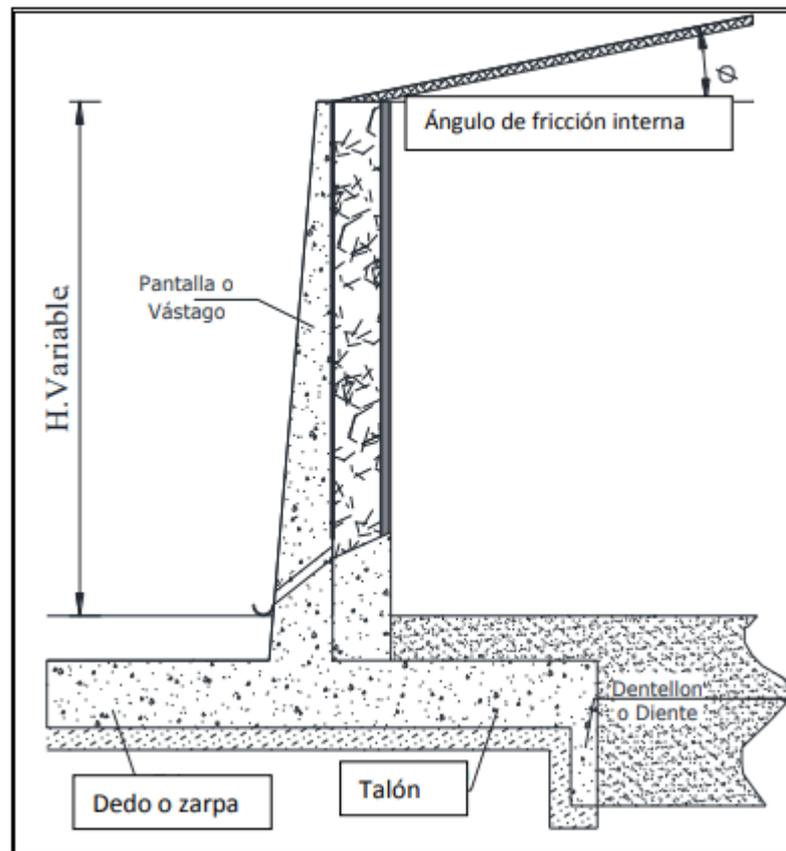
Son muros de hormigón armado, su utilización es generalizada pues resultan económicos para salvar desniveles de hasta 6,00 m de altura.

Los muros de contención en cantiléver resisten el empuje originado por la presión del relleno, por medio de la acción en voladizo de un muro vertical y una base horizontal, para garantizar la estabilidad. Se diseñan

para resistir los momentos flectores y el cortante producidos por el empuje.

La pantalla se proyecta más gruesa en la parte inferior puesto que el momento disminuye de abajo hacia arriba; la parte superior se hace lo más delgada posible cumpliendo con una dimensión mínima que permita el colado del hormigón.

FIGURA 8: ELEMENTOS CONSTITUYENTES DEL MURO EN CANTILÉVER



El peso del relleno tiende a doblar el talón hacia abajo pues encuentra poca resistencia en la presión del suelo sobre la base. Por lo contrario, la presión que el suelo ejerce hacia arriba en el dedo, tiende a doblarlo en esa dirección.

Por esta razón, la armadura se coloca en la parte superior para el talón y en la inferior para el dedo.

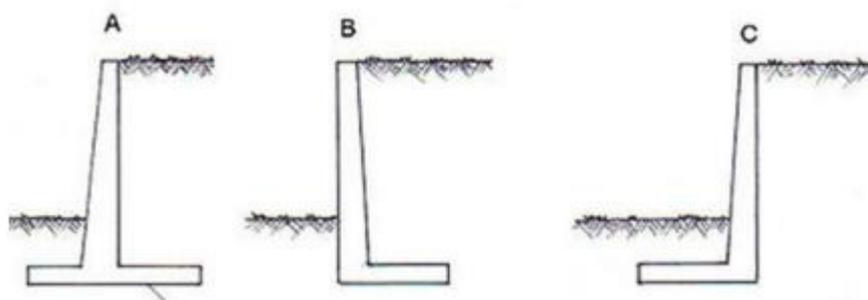
Adicionalmente, en estos muros, debe verificarse el esfuerzo cortante que permite dimensionar el espesor de la base. La sección crítica se localiza en el canto de la pantalla.

Por lo general, ésta se construye luego de terminada la base, en cuya parte superior se dispone una cuña que impide el deslizamiento de la pantalla y transmite los esfuerzos de corte entre base y pantalla.

Se dejan espigas en la base para permitir el amarre, a través de ellas, con la armadura de la pantalla, así como también la transmisión de esfuerzos flectores.

Estos tipos de muros son empleados ante la necesidad de reducir el volumen de materiales a emplear. Existen de dos tipos: los muros ménsula y los muros con contrafuertes.

FIGURA 9: MUROS CANTILÉVER DEL TIPO MESULAS T Y L



FUENTE: Suarez J, 2012)

Los muros ménsula, en L o T invertida (también denominados cantiléver), están constituidos por una losa o zapata sobre la que se levanta el alzado, siendo generalmente de espesor reducido, absorbiendo las flexiones de la ménsula mediante armadura sencilla o doble. También pueden llevar zarpas en la zapata, cuyo propósito es mejorar su resistencia al deslizamiento. Un muro en concreto reforzado es generalmente económico y viable para alturas hasta de 8 metros. (Suarez J., 2012).

Los muros de contrafuerte son una variante de los muros L. A intervalos regulares tienen placas delgadas de concreto conocidas como

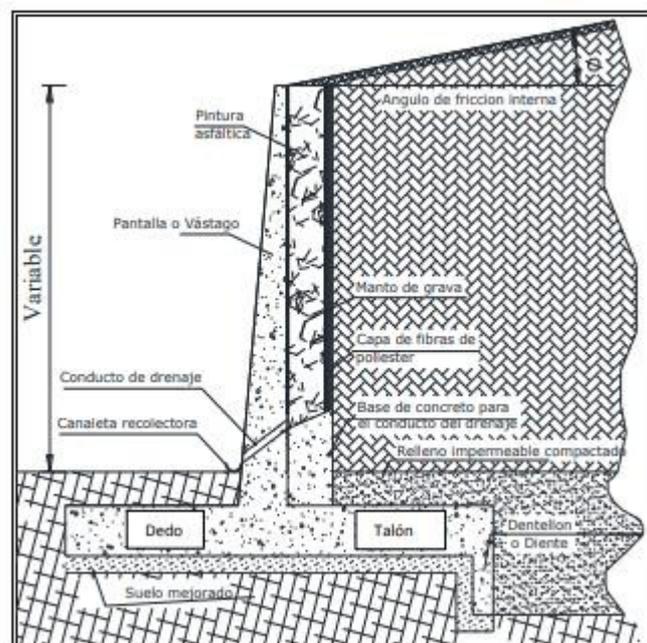
contrafuertes, que conectan entre sí el muro (alzado) con la losa de base. Con esto se reduce la fuerza cortante y los momentos flectores. Estos contrafuertes pueden ser ubicados en el lado interno del muro como en el intradós, aunque su empleo más habitual es en lado interno del muro.

Son aquellos que trabajan como viga en voladizo, empotrados en una zapata inferior. Estos muros se diseñan en hormigón armado y se recomienda su uso para alturas intermedias hasta los nueve metros, y como ya se dijo estructuralmente es una viga ancha sobre la cual actúa el empuje de la tierra que aumenta uniformemente hasta llegar a un máximo en el punto de empotramiento de la viga con la base del muro.

Los muros cantiléver

Son muros que se implantan a grandes alturas conformados por hormigón armado cuyo perfil común es de una T o L y utilizan el peso del relleno para asegurarse de la estabilidad; este tipo de muro se presenta en la práctica, en reconstrucciones de taludes viales altos colapsados como es en nuestro caso.

FIGURA 10: REPRESENTACIÓN DE UN MURO EN CANTILÉVER



Con el análisis realizado de los tipos de muro se concluye que la mejor alternativa que se adapta al proyecto es el muro en cantiléver debido a la altura y al uso del peso de relleno para la estabilidad.

2.2.2.2.1 PRINCIPIOS DEL MURO EN CANTILÉVER

Los muros en cantiléver trabajan a flexión, son estructuras rígidas y para evitar que se produzcan esfuerzos de tensión en toda la estructura el relleno sobre el talón del muro proporciona ese requerimiento para brindar la estabilidad necesaria.

Para muros en cantiléver el ancho de la base también varía entre el 50 y 60 de la altura, el ancho de la corona debe ser $1/24$ de la altura o 25cm; se escoge el mayor de los dos para facilidad de la colocación del hormigón.

El ancho del muro en la base debe ser $1/12$ de la altura; el espesor de la base debe ser por lo menos igual al espesor máximo del muro ($1/12h$) y preferiblemente una poca mayor.

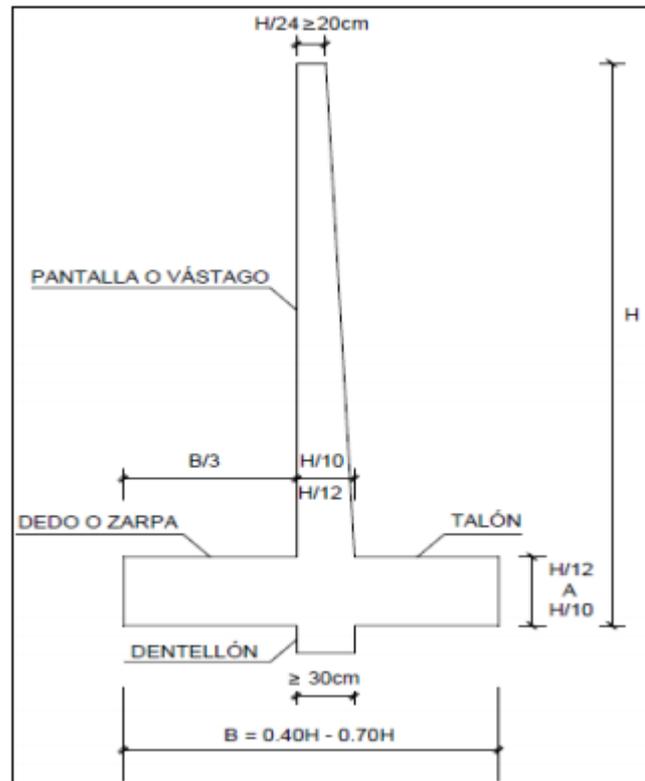
El vástago o pantalla debe colocarse sobre la base de tal manera que el cantiléver delantero sea aproximadamente $1/3$ del ancho de la base, con el objeto de que la resultante de las fuerzas exteriores caiga dentro del tercio medio de la base.

La presión máxima que presenta el muro en cantiléver se localiza sobre la base y no debe exceder la capacidad portante del suelo.

La reacción normal en la base del muro deberá cumplir la regla de tercio medio para obtener un adecuado factor de seguridad al volcamiento.

2.2.2.2.2 DIMENSIONES DEL MURO EN CANTILÉVER TIPO C SELECCIONADO

Figura 11: DIMENSIONES TENTATIVAS PARA DISEÑO DE MUROS EN CANTILÉVER



2.2.2.2.3 DISEÑO DE MURO CANTILEVER

- **Condiciones de Diseño**

Para el diseño de la pantalla del muro se tomarán en cuenta las presiones que se producirán en cada punto provocados por el relleno, es decir, que en cada punto se producirá un momento y es para este momento que se calculará la cantidad de refuerzo.

Recordemos que en el diseño de muros a gravedad en los que se calcula el empuje total y para este empuje se calcula su estabilidad y su no deslizamiento.

En los muros en cantiléver se comprobarán también los factores de volcamiento y deslizamiento.

La aplicación del muro en cantiléver es convencional y una buena alternativa para taludes especialmente verticales.

El procedimiento de diseño comienza con una selección tentativa de las dimensiones del muro en cantiléver después de varias iteraciones y se escogerá la mejor opción que brinde estabilidad, para luego proceder con el requerimiento estructural del muro.

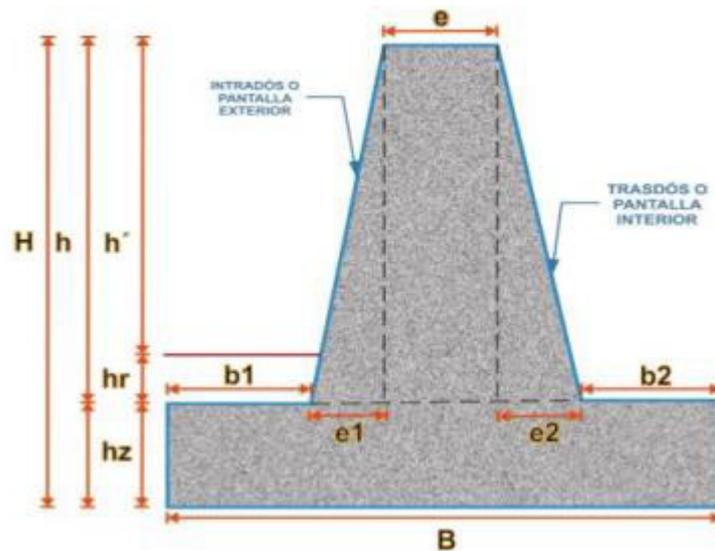
- **Características**

El muro de concreto también es conocido como placa proporciona fortaleza a la estructura, soporta cargas sísmicas, más resistente y más durables en el tiempo. Su espesor es pequeño a comparación de sus otras dimensiones como largo, alto.

Son estructuras destinadas a garantizar la estabilidad de la plataforma o a protegerla de la acción erosiva de las aguas superficiales. Se utilizan para contener los rellenos o para defender la vía de eventuales derrumbes (MTC, 2016, pág. 325).

- **Pre-Dimensionamiento**

Figura 12: PARTES O DESIGNACIÓN DEL MURO DE CONTENCIÓN



Fuente: Curso taller diseño de muros de contención – PROYECTABC INGENIEROS-2018

e= Corona del muro de contención

B= Base

b1= Puntera

b2 = Talón

hz= Peralte del cimiento

h'= Altura desde el nivel del suelo hasta la corona

h= Altura desde la parte superior del cimiento hasta la corona.

H= Altura desde la base del cimiento hasta la corona

e1= Distancia relacionada a la pantalla exterior

e2= Distancia relacionada a la pantalla

- **Criterios de cálculo**
- Criterios para los datos geométricos

Figura 13: CRÍTERIOS PARA LOS DATOS GEOMÉTRICOS

h' :	4.50 m		
hr :	0.60 m	≥ 0.60 m	≥ 0.60 m
h :	5.10 m	5.10 m	h' + hr
d :	0.75 m	0.73 a 1.02 m	h/7 a h/5
H :	5.85 m	5.85 m	h+d
B :	4.00 m	2.93 a 4.1 m	0.5H a 0.7H
e :	0.50 m	0.49 m	H/12 > 0.30
b1 :	1.00 m	0.75 m	d ó d/2
b2 :	1.50 m	0.75 m	d ó d/2
e1 :	0.50 m	0.2 a 0.51 m	h/25 a h/10
e2 :	0.50 m	0.2 a 0.51 m	h/25 a h/10
Bverif.			

Fuente: Curso taller diseño de muros de contención – PROYECTABC INGENIEROS-
2018

ϕ : Ángulo de fricción interna del suelo.

β : Ángulo sobre la horizontal del talud del material.

δ : Ángulo de fricción concreto – suelo.

α : Ángulo sobre la horizontal del talud del material.

Y: Peso específico del Suelo en Ton/m².

Como mínimo el programa de exploración del subsuelo y programa de ensayos deberán obtener información adecuada para analizar la

estabilidad de la cimentación y asentamiento con respecto a (Manual de Puentes MTC, 2016, pág.248):

- Formación geológica presente
 - Ubicación y espesor de las unidades de suelo y roca
 - Propiedades ingenieriles de las unidades de suelo y roca, tales como el peso unitario, resistencia al corte y compresibilidad
 - Condiciones del agua subterránea.
 - Topografía del terreno de la superficie, y
 - Consideraciones locales, por ejemplo, licuefactibles, expansivos o dispersivos depósitos de suelos, cavidades subterráneas por actividades mineras o taludes potencialmente inestables.
 - Valores para ϕ
 - Coeficiente de Rozamiento μ
 - Empujes y cargas
-
- **Análisis de costos**

Permite realizar un análisis a detalle considerando todo lo que engloba (mano de obra, materiales, herramientas y equipos) para realizar el método específico de estabilidad de talud. De modo que se pueda proponer un tipo de método el cual garantice la estabilidad y sea factible en cuanto a costos.

Costo directo es el cálculo del costo directo es muy sencillo considerando tener como base un buen metrado y un análisis unitario bien detallado. Se considera la mano de obra, herramientas - equipos y materiales básicos y necesarios para realizar del proceso (Ibáñez, 2011, p.11).

2.2.2.2.4 DETERMINACION DE LA GEOMETRIA DEL MURO EN CANTILEVER

Los muros en cantiléver cumplen la misma función de los muros a gravedad, las cuales se diseñan de un gran espesor para evitar tensiones en la estructura del muro, este requerimiento de los muros en

cantiléver se reemplaza, con el peso del relleno sobre el talón que cumple la misma función.

Se realiza un prediseño iniciando con el único valor fijo que es la altura del muro y en base a esta dimensión, se derivan los valores tanto de espesor como de longitud del muro facilitando así el diseño definitivo de las dimensiones del muro en cantiléver.

2.2.2.2.5 ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DEL MURO EN CANTILEVER

El análisis de la estructura contempla la determinación de las fuerzas que actúan por encima de la base de fundación, tales como empuje de tierra, peso propio, peso de la tierra de relleno, cargas y sobrecargas con la finalidad de estudiar la estabilidad al volcamiento y deslizamiento, así como el valor de las presiones de contacto.

2.2.2.2.6 EVALUACION DEL EMPUJE DE TIERRAS

Los muros son estructuras cuyo principal objetivo es el de servir de contención de terrenos naturales o de rellenos artificiales. La presión del terreno sobre el muro está fundamentalmente condicionada por la deformabilidad de éste.

Para la evaluación del empuje de tierras deben tomarse en cuenta diferentes factores como la configuración y las características de deformabilidad del muro, las propiedades del relleno, las condiciones de fricción suelo-muro, compactación del relleno, del drenaje, así como la posición del nivel freático. La magnitud del empuje de tierras varía ampliamente entre el estado activo y el pasivo dependiendo de la deformabilidad del muro.

En todos los casos se debe procurar que el material de relleno sea granular y de drenaje libre para evitar empujes hidrostáticos que pueden originar fuerzas adicionales no deseables.

2.2.2.3 MURO GAVIONES

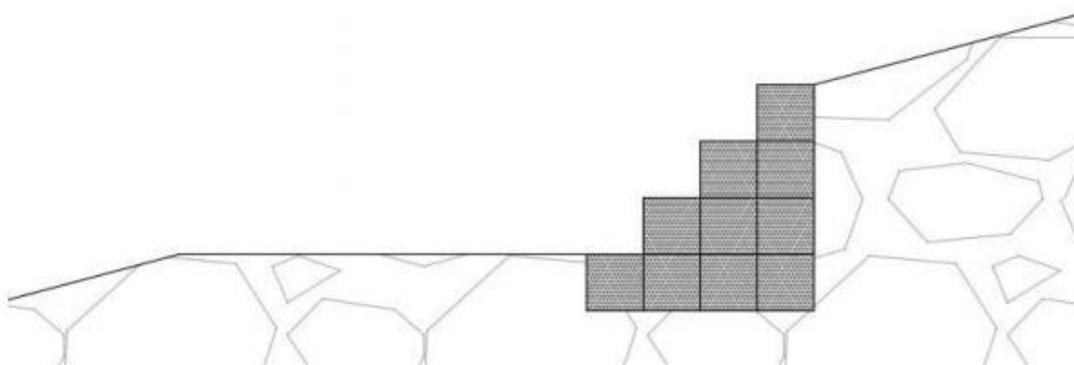
Los gaviones son cajones de malla de alambre galvanizado que se rellenan de cantos de roca. Los muros en gaviones son estructuras de gravedad y su diseño sigue la práctica estándar de la ingeniería civil. Debe tenerse en cuenta, de manera muy especial, el amarre entre unidades de gaviones para evitar el movimiento de unidades aisladas y poder garantizar un muro monolítico. Por su flexibilidad el muro de gaviones puede deformarse fácilmente al ser sometido a presiones, diferenciándose un poco su comportamiento de los muros convencionales. El muro puede flectarse sin necesidad de que ocurra su volcamiento o deslizamiento, y es común encontrar deflexiones hasta el 20% de la altura. Algunas de las ventajas de un muro en gaviones son las siguiente:

- Simple de construir, mantener y utiliza los cantos y rocas disponibles en el sitio.
- Se puede construir sobre fundaciones débiles.
- Su estructura es flexible, puede tolerar asentamientos diferenciales mayores que otro tipo de muros y es fácil de demoler o reparar. Se pueden emplear tres tipos de mallas diferentes, hexagonales o de triple torsión, electrosoldada y eslabonada simple. Existe una gran cantidad de tamaños de malla disponible para formar las cajas. Generalmente, se utilizan cajas de 2m x 1m x 1m. La forma básica es trapezoidal.

Ventajas: fácil alivio de presiones de agua. Soportan movimientos sin pérdida de eficiencia. Es de construcción sencilla y económica.

Desventajas: Las mallas de acero galvanizado se corroen fácilmente en ambientes ácidos, por ejemplo, en suelos residuales de granitos se requiere cantos o bloques de roca, los cuales no necesariamente están disponibles en todos los sitios. Al amarre de la malla y las unidades generalmente no se le hace un buen control de calidad.

Figura 14: MURO GAVIONES



Un gavión consiste en una caja de metal o malla de plástico que se llena in situ con material granular grueso proveniente de roca, adoquines triturados o similares. Estos gaviones se ordenan de acuerdo al diseño y conforman el muro de gaviones. Los muros de gaviones funcionan como un muro de gravedad. (Chris R.I. Clayton 2013).

Un gavión consiste básicamente en una caja o cesta de forma prismática rectangular, de alambre galvanizado de triple torsión y relleno con material rocoso de dimensiones de 80 a 200 mm, más conocido como piedra cajón. Como las operaciones de armado y relleno de piedras no requieren ninguna pericia, utilizando gaviones se pueden ejecutar obras que de otro modo requerirían mucho más tiempo y operarios especializados. Las ventajas que tiene esta estructura son las siguientes:

- Presentan una amplia adaptabilidad a diversas condiciones, ya que son fáciles de construir aun en zonas inundadas.
- Funcionan como presas filtrantes que permiten el flujo normal de agua y la retención de azolves.
- Debido a que los cajones de gaviones forman una sola estructura tienen mayor resistencia al volteo y al deslizamiento.
- Controlan eficientemente la erosión en cárcavas de diferentes tamaños.
- Tienen costos relativamente bajos, en comparación con muros de mampostería.
- Tienen una alta eficiencia de durabilidad. (Wikipedia, 2017)

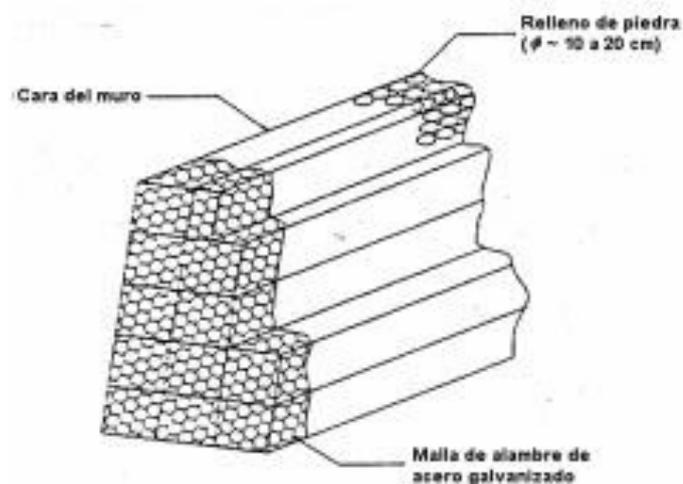
El uso de la ingeniería civil más común de los gaviones es estabilizar las costas, las orillas de los arroyos o laderas contra la erosión que es el desgaste de una superficie producida por una fricción o roce. Los muros de gaviones están diseñados para mantener una diferencia en los niveles de suelo en sus dos lados constituyendo un grupo importante de elementos de soporte y protección cuando se localiza en lechos de ríos. (Gavión,2017).

Los gaviones deben comportarse como estructuras flexibles para soportar grandes deformaciones sin perder su capacidad estructural o sus funciones de revestimiento. Los factores que influyen en la flexibilidad de estas estructuras son:

- Geometría y dimensiones de la malla.
- Propiedades mecánicas del alambre.
- Tamaño y forma de las piedras de relleno.
- Número de tirantes y diafragmas.
- Dimensiones del gavión.

Según (García López, manual de estabilización de taludes de 1996), los muros en gaviones son efectivos en situaciones donde es importante el control de erosión, y deben considerarse como parte de los diseños de bermas y taludes tendidos adyacentes a ríos y corrientes. Los principales componentes de un muro de gaviones se muestran en la siguiente Figura:

Figura 15: COMPONENTES DEL GAVIÓN



FUENTE: García López, 1996)

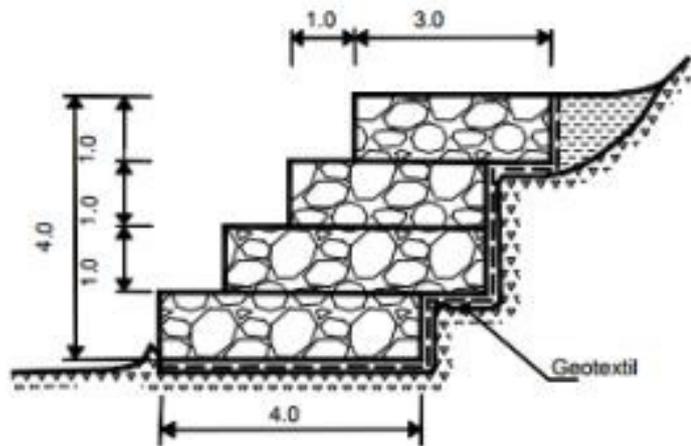
De acuerdo con la Sociedad Peruana de Geotecnia (2000), los tipos de gaviones más empleados en Perú son los siguientes:

TIPO	LONGITUD [m]	ANCHO [m]	ALTURA [m]
Gaviones de base	2.0	1.0	0.5
Gaviones de cuerpo	2.0	1.0	1.0
Colchonetas	4.0	2.0	0.15 a 0.30

El gavión consiste en un recipiente, por lo general en forma de paralelepípedo, de malla de alambre galvanizado y lleno de cantos de roca.

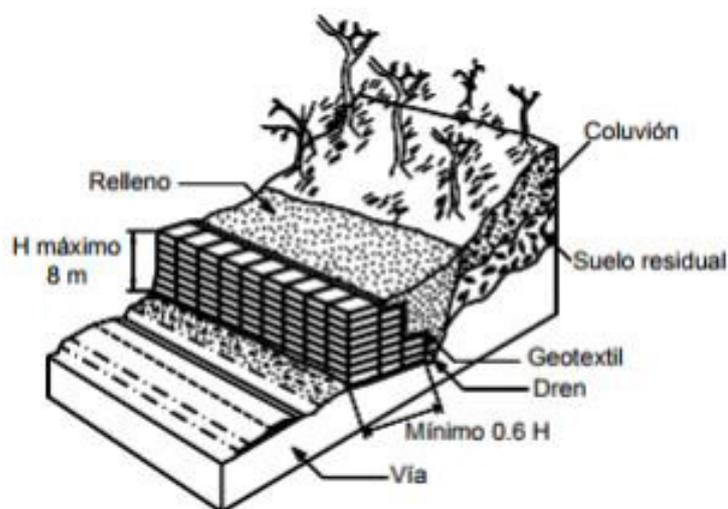
En varios países de Latinoamérica se producen alambres dulces, galvanizados, y se fabrican gaviones de excelente calidad; sin embargo existen en el mercado mallas utilizadas para gaviones, de fabricación deficiente o con alambres de mala calidad.

Figura 16: MURO EN GAVIÓN



Fuente: Jaime Suarez 2009

Figura 17: ESQUEMA DE GAVIÓN



Fuente: Jaime Suarez 2009

Materiales

A continuación, se enuncian las principales características de los elementos que conforman los gaviones (Alambre, mallas y material de relleno), de acuerdo con lo sugerido por la SCG (2000).

Alambre

Acero dulce recocido, galvanizado en caliente con zinc puro y exento de escamas, grietas, corrosión u otros defectos. Debido a que el zinc es resistente a la corrosión ante aguas con pH entre 6 y 12.5, en aquellos casos en los que las obras estén en contacto con aguas negras o aguas ácidas, puede contemplarse un revestimiento adicional de asfalto o P.V.C. De igual forma, pueden considerarse recubrimientos en concreto en aquellas zonas del gavión expuestas a aguas negras u otro agente contaminante, y particularmente cuando se requiere protección contra la abrasión producida por corrientes de agua.

Los alambres utilizados en el cosido de los gaviones, los tirantes inferiores y las uniones entre unidades, deben ser del mismo diámetro y calidad que el alambre de la malla. El alambre utilizado en las aristas o bordes del gavión debe tener un diámetro mayor, se recomienda que éste sea un calibre inmediatamente superior al del alambre empleado para la malla.

Mallas

Para la construcción de las canastas de gaviones se emplean los siguientes tipos de malla:

- Malla hexagonal de triple torsión.
- Malla hexagonal de doble torsión.
- Malla de eslabonado simple.
- Malla electrosoldada.

Se recomienda el uso de mallas hexagonales de triple torsión debido a que permiten tolerar esfuerzos en varias direcciones sin producirse rotura. Asimismo, no se abre completamente la malla en el caso de roturas en alambres individuales, tal como sucede en las mallas eslabonadas, además de no presentar los inconvenientes de las zonas de soldadura en las mallas electrosoldadas.

Material de Relleno

La dimensión de cada fragmento de roca debe estar entre 0.1 y 0.3 m, se recomienda evitar la utilización de fragmentos de lutita, arcillolita o pizarra, a menos que éstos cumplan con los siguientes requisitos de durabilidad y resistencia:

El relleno debe efectuarse de manera que los fragmentos más pequeños queden en la parte central del gavión, y los fragmentos más grandes queden dispuestos en contacto con la canasta. Para reducir la deformación del gavión, deben colocarse tirantes horizontales en los tercios medios de la altura en los gaviones de cuerpo y en la mitad de los gaviones de base; estos tirantes deben estar espaciados cada 0.5 m en sentido horizontal procurando alternar la posición de las hiladas.

En los gaviones de base, se deben colocar tirantes verticales que unan la tapa con la base. Adicionalmente, pueden colocarse tirantes diagonales en las esquinas de los gaviones que ocupan los extremos de cada hilera.

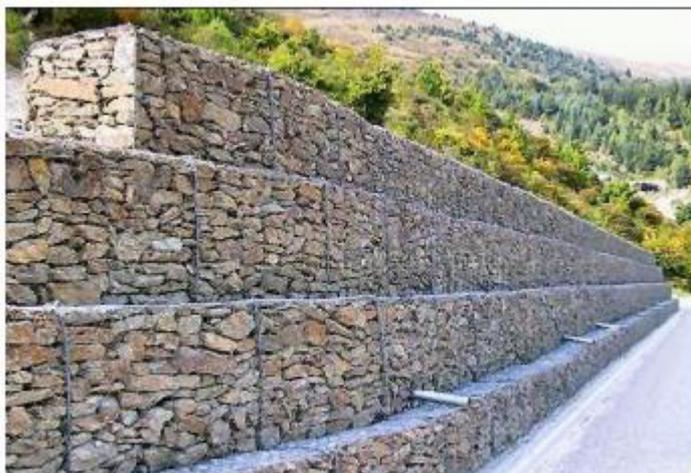
Funciones

- Oponerse al movimiento de la masa fallada al inmovilizar la pata del deslizamiento.
- Como muros de contención de tierras y rellenos.
- Proteger las orillas o el lecho de los ríos ante la socavación.

Aplicaciones

- Como medida correctiva en deslizamientos rotacionales en suelos y materiales residuales.
- Como elementos de corrección de deslizamientos trasnacionales ocasionados por pérdida de soporte de la ladera y por los incrementos de esfuerzos o presión de poros.
- Como medida preventiva en caídas de rocas y suelos. (Invias, 2017)

Figura 18: GAVIÓN TRABAJADO



Fuente: Fotografía de trabajos ejecutados

2.2.2.3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Son elementos modulares con formas variadas, confeccionados a partir de redes metálicas en malla hexagonal de doble torsión que, llenados con piedras de granulometría adecuada y cosidos juntos, forman estructuras destinadas a la solución de problemas geotécnicos, hidráulicos y control de erosión.

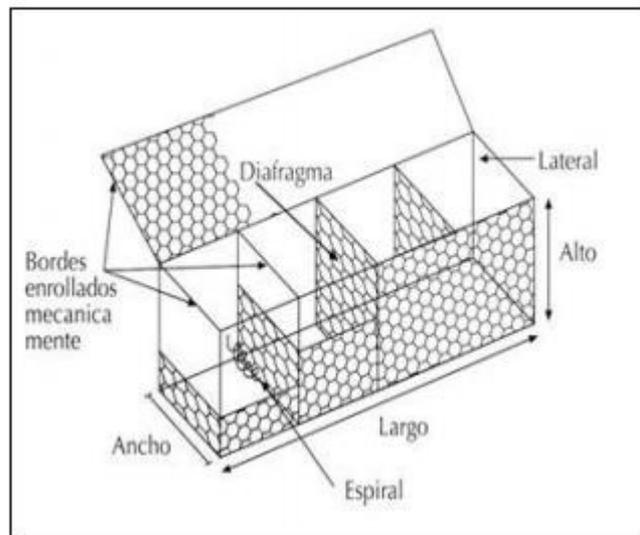
El montaje y el llenado de estos elementos pueden ser realizados manualmente o con equipos mecánicos comunes. Para las estructuras de contención a gravedad pueden ser utilizados los siguientes tipos:

2.2.2.3.2 GAVIONES TIPO CAJA

Son estructuras flexibles adecuadas para la construcción de obras, el gavión tipo caja es una estructura metálica, en forma de paralelepípedo, producida a partir de un único paño de malla hexagonal de doble torsión, que forma la base, la tapa y las paredes frontal y trasera.

A este paño base son unidos, durante la fabricación, paneles que formarán las dos paredes de las extremidades y los diafragmas.

Figura 19: ELEMENTOS CONSTITUYENTES DE LOS GAVIONES TIPO CAJA



El gavión debe ser llenado con material pétreo con diámetro medio, nunca inferior a la menor dimensión de la malla hexagonal.

La red, en malla hexagonal de doble torsión, es producida con alambres de acero con bajo contenido de carbono, revestidos con una aleación de zinc, aluminio (5%) y tierras raras, que confiere protección contra la corrosión.

Cuando está en contacto con agua, es aconsejable que sea utilizada la malla producida con alambres con revestimiento adicional de material plástico, que ofrece una protección definitiva contra la corrosión.

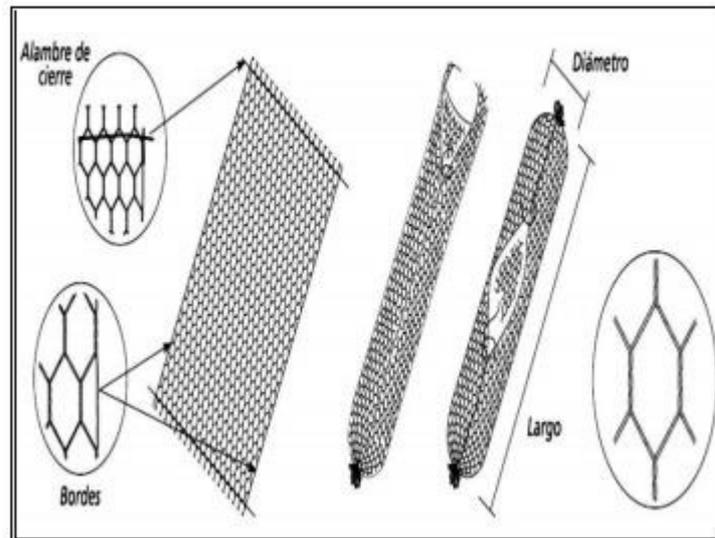
Figura 20: DIMENSIONES ESTÁNDAR DE LOS GAVIONES TIPO CAJA

Gaviones Caja con Diagrama				
Dimensiones Estándar			Volumen (m ³)	Diafragmas
Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)		
1,50	1,00	0,50	0,75	-
2,00	1,00	0,50	1,00	1
3,00	1,00	0,50	1,50	2
4,00	1,00	0,50	2,00	3
1,50	1,00	1,00	1,50	-
2,00	1,00	1,00	2,00	1
3,00	1,00	1,00	3,00	2
4,00	1,00	1,00	4,00	3

2.2.2.3.3 GAVIONES TIPO SACO

Los gaviones tipo saco son estructuras metálicas, con forma de cilindro, constituidos por un único paño de malla hexagonal de doble torsión que, en sus bordes libres, presenta un alambre especial que pasa alternadamente por las mallas para permitir el montaje del elemento en obra.

Figura 21: ELEMENTOS CONSTITUYENTES DE LOS GAVIONES TIPO SACO



Es un tipo de gavión extremadamente versátil debido a su formato cilíndrico y método constructivo, permitiendo que las operaciones de montaje y llenado sean realizadas en obra para su posterior instalación con el auxilio de equipos mecánicos.

Generalmente es empleado como apoyo para estructuras de contención, en presencia de agua o sobre suelos de baja capacidad de soporte, debido a su extrema facilidad de colocación.

Estas características hacen del gavión tipo saco una herramienta fundamental en obras de emergencia.

Después de prepararlo es llenado con rapidez, cerca del lugar de utilización. Su llenado se realiza por el extremo (tipo saco) o por el costado (tipo bolsa).

Después de concluidas estas etapas, los gaviones tipo saco pueden ser almacenados para su posterior utilización o pueden ser inmediatamente colocados en el lugar de la obra con el auxilio de una grúa. La red, en malla hexagonal de doble torsión, es producida con alambres de acero con bajo contenido de carbono, revestidos con una aleación de zinc, aluminio (5%) y tierras raras que confiere protección contra la corrosión.

Como estos elementos trabajan en contacto constante con agua y en ambientes normalmente agresivos, se utiliza, para la fabricación de los gaviones tipo saco, la malla producida con alambres con revestimiento adicional de material plástico, que ofrece una protección definitiva contra la corrosión.

Figura 22: DETALLE CONSTRUCTIVO CON GAVIONES TIPO SACO



Figura 23: DIMENSIONES ESTÁNDAR DE LOS GAVIONES TIPO SACO

Gaviones Tipo Saco		
Dimensiones Estándar		Volumen
Largo (m)	Diámetro (m)	(m ³)
2,00	0,65	0,65
3,00	0,65	1,00
4,00	0,65	1,30
5,00	0,65	1,65
6,00	0,65	2,00

2.2.3 GENERALIDADES DE MURO DE CONTENCIÓN

Los muros de contención son estructuras que proporcionan soporte lateral a una masa de suelo y deben su estabilidad principalmente a su propio peso y al peso del suelo que esté situado directamente arriba de su base.

El carácter fundamental de los muros es el de servir de elemento de contención de un terreno, que en unas ocasiones es un terreno natural y en otras un relleno artificial, frecuentemente en la construcción de edificios o puentes es necesario contener la tierra en una posición muy próxima a la vertical; siempre que se requieran rellenos y terraplenes hay necesidad de proyectar muros de contención, así como en los edificios con sótanos la construcción de muros de contención se hace indispensable.

Los muros de contención son estructuras continuas, permanentes y relativamente rígidas, que de forma activa o pasiva produce un efecto estabilizador sobre una masa de terreno. Los muros de contención constituyen partes propias de muchas cimentaciones y su proyecto es una de las funciones del ingeniero especialista en cimentaciones.

La construcción de muros es una práctica muy antigua, que se inició debido a las múltiples necesidades del hombre, para obtener mayor seguridad en los lugares donde habitaba. Antes de 1900, los muros se construían de mampostería de piedra. Desde esa época, el concreto con o sin refuerzo, ha sido el material dominante.

Los muros de contención son elementos estructurales que deben proporcionar una adecuada seguridad para soportar todas las fuerzas y presiones que se ejercen sobre él.

Existen diversas teorías para la determinación de estas presiones, entre las que destacan las debidas a Coulomb y Rankine. En ambas teorías se establecen diversas hipótesis simplificativas del problema, que conducen a cierto grado de error, pero producen valores de empuje que entran dentro de los márgenes de seguridad.

En el estado actual de conocimientos se pueden calcular los empujes del terreno con razonable precisión en el caso de suelo granulares. Para otros tipos de suelo la precisión es poco satisfactoria.

Consideraremos a la cohesión de las tierras que es una de las características de los terrenos arcillosos y que está en función de las condiciones de estabilización en las arcillas, y de la cantidad de agua que contienen. Esta

característica no es constante, por lo que es mejor no tomarla en cuenta, y calcular el muro en función de las características constantes del suelo o relleno como son su densidad y el ángulo de talud natural.

Los empujes o presiones pasivas (PP), ocurren en la parte delantera de los muros y en los dientes; en el cálculo es preferible no tomarlos en cuenta debido a que es posible que el relleno de la parte delantera del muro sufra una erosión, o que ocurran fuerzas de corte que eliminen la presión pasiva. Al no tomarlos en cuenta se está por el lado de la seguridad.

La calidad del alambre y de la malla son factores determinantes para el buen funcionamiento de las obras en gaviones.

Estas estructuras son de extremada resistencia, ya que al no permitir la acumulación de presiones hidrostáticas alivian las importantes tensiones que se acumulan en los muros de tipo tradicional, debido a esta característica pueden tener su base incluso bajo el nivel freático siempre que este sea de carácter portante.

Asimismo, debido a su gran flexibilidad soportan movimientos y asentamientos diferenciales sin pérdida de eficiencia.

Además, este tipo de estructuras se integran con gran facilidad dentro del paisaje ya que permite el desarrollo de la vegetación, reduciendo así en gran medida el impacto medioambiental en los mismos y aumentando de forma importante la vida útil del gavión.

2.2.3.1 PESO PROPIO

Como su nombre lo indica el peso propio es el peso del material con que es construido el muro y el peso del suelo o relleno que actúa sobre él.

Los pesos aproximados de los diferentes macizos son:

Hormigón en masa 2.2 Tn/m³

Hormigón armado 2.4 Tn/m³

Para el cálculo por métodos empíricos se tomará en cuenta el tipo de material de relleno. Según Terzaghi indicamos los siguientes pesos específicos de acuerdo al tipo de suelo de relleno.

Tabla 1: PESO ESPECIFICOS

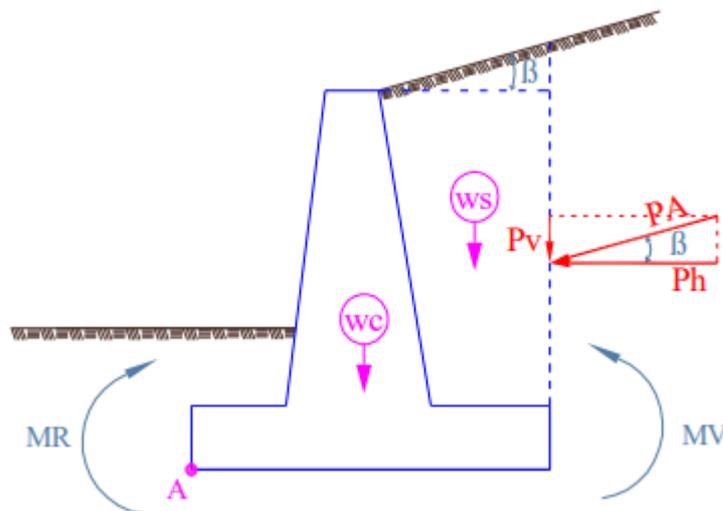
Tipo de suelo		Peso específico γ (Tn/m ³)
I	Granular grueso sin finos	1.73
II	Granular grueso con finos	1.77
III	Residual con cantos, bloques, piedra, grava, arena fina y limos arcillosos en cantidad apreciable	1.77
IV	Arcillas plásticas blandas, limos orgánicos o arcillas.	1.70
V	Fragmentos de arcilla dura o medianamente dura, protegidas del agua	1.70

El peso se aplicará en el centro de gravedad del macizo y junto con la componente vertical del empuje tenderá a la estabilización del muro.

2.2.3.2 SEGURIDAD DE VOLCAMIENTO

Todo muro debido al empuje activo tiende a volcar por la arista de la base del dedo alrededor del punto (A).

Figura 24: SEGURIDAD DE VOLCAMIENTO



Este volteo es producido por la componente horizontal de la Presión Activa ($P_h = P_a \cdot \cos \beta$) que ocasiona un momento de volteo (MV) tal como se indica. No se han considerado aquí los empujes pasivos, puesto que, aunque existan tienden a dar seguridad al muro como ya se indicó, por ser de acción opuesta a la Presión Activa. El peso propio del muro WC, el peso del suelo sobre el muro WS, así como la componente vertical de la Presión Activa ($P_v = P_a \cdot \sin \beta$) tienden a equilibrar el efecto del momento de volteo produciendo un momento estabilizador o resistente (MR).

En la práctica se dice que el muro es seguro al volteo, cuando los momentos estabilizadores tomados respecto al punto (A) divididos por el momento de volteo da como resultado un valor mayor a 1.5 en suelos granulares, y 2.0 para suelos cohesivos.

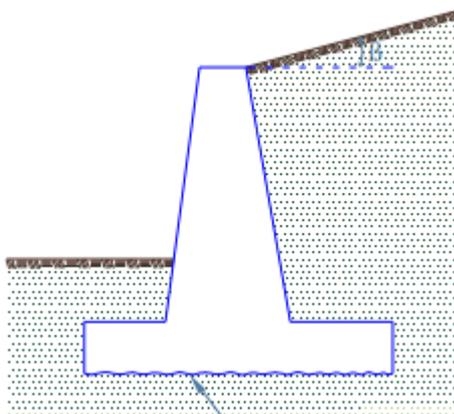
$$FSV = MR / MV \geq 1.5 \text{ Suelos granulares} \\ \geq 2.0 \text{ Suelos cohesivos}$$

La seguridad al volteo tiene que estar comprendida entre estos valores, cuando resulte menor hay que tomar medidas contra ello, pudiéndose hacer un muro más grueso y por lo tanto de más peso o cambiando la forma del muro ya sea colocando un talón o un dedo en el muro en caso de no tenerlos para que el peso total del muro se desplace hacia su cara interior, con lo que se logrará un aumento del momento resistente.

2.2.3.3 SEGURIDAD DE DESLIZAMIENTO

Como ya se ha indicado el muro tiende a deslizarse por el efecto producido por la componente horizontal de la Presión Activa ($P_h = P_a \cdot \cos \beta$). Lo que hace que el muro no se deslice es la fuerza de rozamiento (f_r) que se produce entre el muro y el suelo de cimentación, de ahí que convenga que la superficie de sustentación del muro sea lo más rugosa posible para lograr mayor adherencia.

Figura 25: SUPERFICIE PARA LOGRAR MAYOR ADHERENCIA



Para calcular el factor de seguridad al deslizamiento necesitamos conocer el valor del coeficiente de fricción (μ). El verdadero factor o coeficiente de fricción (μ) que debería emplearse para obtener la fuerza que se opone al deslizamiento es la resistencia del suelo al esfuerzo secante. En la práctica, el coeficiente empleado es el de fricción entre el suelo y el concreto para el caso de suelos granulares gruesos, y la resistencia al esfuerzo secante o cohesión para el caso de materiales con cohesión.

En ausencia de datos experimentales se recomienda los valores de la tabla para los coeficientes de fricción (μ) de deslizamiento para el concreto.

Tabla 2: COEFICIENTE DE ROZAMIENTO

Tipo de Suelo	Coefficiente μ
Suelos granulares sin limo	0.55
Suelos granulares con limo	0.45
Limos	0.35
Roca sana con superficie rugosa	0.65

Los valores verdaderos del ángulo de fricción interna sólo pueden obtenerse por medio de ensayos con el material. En ausencia de datos

de laboratorio, el ángulo puede tomarse aproximadamente como se indica en la tabla.

Tabla 3: ÁNGULOS DE FRICCIÓN INTERNA (ϕ)

Tipo de Suelo	(ϕ)
Arena seca suelta, con granos redondos, gradación uniforme	28.5°
Arena seca densa, con granos redondos, gradación uniforme	35°
Arena seca suelta, con granos angulosos, bien gradada	34°
Arena seca densa, con granos angulosos, bien gradada	46°
Limo seco y suelto	27° a 30°
Limo seco y denso	30° a 35°

Una vez obtenido el coeficiente de rozamiento (μ) podemos determinar la fuerza de rozamiento entre el muro y el suelo, y calcular el Factor de Seguridad al Deslizamiento (FSD), que es igual al cociente entre la división de la fuerza de rozamiento (f_r) y la componente horizontal de la Presión Activa ($Ph = Pa \cdot \cos \beta$).

2.2.3.4 FACTOR DE SEGURIDAD

Definida como la división entre condiciones reales que presenta un talud y las condiciones que podrían generar falla (Mendoza, 2016, p.20).

$$FS = \frac{\tau_f}{\tau_d} \quad \text{Definida por la siguiente ecuación:}$$

También es definido como el cociente de la cohesión del terreno o el ángulo de rozamiento de talud actual y cohesión o ángulo de fricción de talud requerido para mantener estable el talud.

De acuerdo con Suarez se establece diferentes métodos para el cálculo del factor de seguridad:

Tabla 4: FACTOR DE SEGURIDAD PARA ANÁLISIS ESTÁTICO

FACTOR DE SEGURIDAD FS	Mínimo especificado por la AASHTO
Deslizamiento	1.5
Volteo	1.5 - 2.0
Capacidad de carga	2.5
Estabilidad Global	1.3
Estabilidad Interna	1.5
Excentricidad L/6	

Fuente: Avilés P. 2014

Tabla 5: FACTOR DE SEGURIDAD PARA ANÁLISIS

FACTOR DE SEGURIDAD FS	Mínimo especificado por la AASHTO
Deslizamiento	1.125 - 1.13
Volteo	1.2
Estabilidad Global	1.1
Estabilidad Interna	1.125

Fuente: Avilés P. 2014

2.2.4 TEÓRIAS RELACIONADAS AL TEMA

2.2.4.1 SISTEMA DE ESTABILIZACIÓN DE TALUD

2.2.4.1.1 ESTABILIDAD DE TALUDES

Estabilidad es el nivel de seguridad determinada a una porción o masa de tierra frente a algún tipo de falla o movimiento. Para ello es sumamente importante definir criterios de estabilidad.

La estabilidad del talud natural de corte o relleno es evaluada mediante métodos de estabilidad contemplando el equilibrio límite del suelo, así como diversos factores que influyen en la resistencia del suelo. Para ello

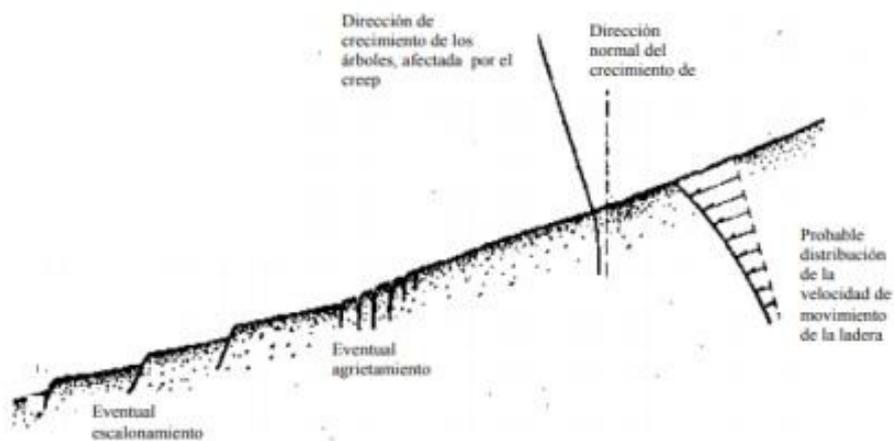
es importante definir un sistema de estabilización apropiado, considerando las circunstancias insitu del talud en estudio (Suarez, 1998, p.387).

2.2.4.1.2 CLASIFICACIÓN DE FALLAS

- **Fallas por deslizamiento superficial (creep)**

El creep está relacionado a grandes áreas y el movimiento superficial la cual produce sin alguna transición fuerte entre la parte superficial móvil y las masas inmóviles más profundas. (De Matteis, 2003, p.5).

Figura 26: INDICADORES QUE REPRESENTAN LA PRESENCIA DE UN MOVIMIENTO SUPERFICIAL (CREEP)



Fuente: Geología y Geotecnia – Estabilidad de taludes, 2003

Todo talud está expuesto a diversas fuerzas naturales las cuales hacen que partículas y porciones de suelo se deslicen en dirección hacia abajo. Este tipo de falla presenta un proceso más o menos continuo y lento.

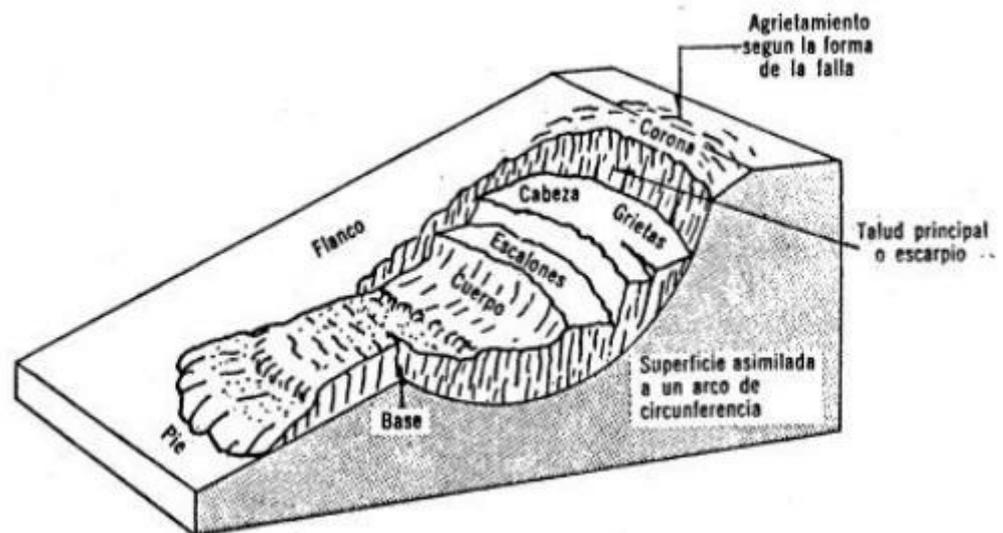
- **Fallas por movimiento de cuerpo de talud**

Conocido también como deslizamiento de tierras, este tipo de falla se puede presentar en taludes con presencia de movimiento fuerte/brusco, con superficies de falla que penetran a gran profundidad en un cuerpo. Contempla dos tipos de fallas bastante diferenciados:

- Falla rotacional Se forma a partir de una curva cuyo centro de giro está por encima del centro de gravedad del cuerpo de movimiento, por lo cual se visualiza diversos agrietamientos concéntricos y cóncavos en la dirección del movimiento. Por ello la movilidad produce un área superior de hundimiento y otro inferior llamado deslizamiento (Suarez, 1998, p.16).

También llamados fallas de rotación, generalmente influye en el perfil estratigráfico, la secuencia geológica local y la naturaleza de los materiales.

Figura 27: NOMENCLATURA DE UNA ZONA DE FALLA



Fuente: Geología y Geotecnia – Estabilidad de taludes, 2003

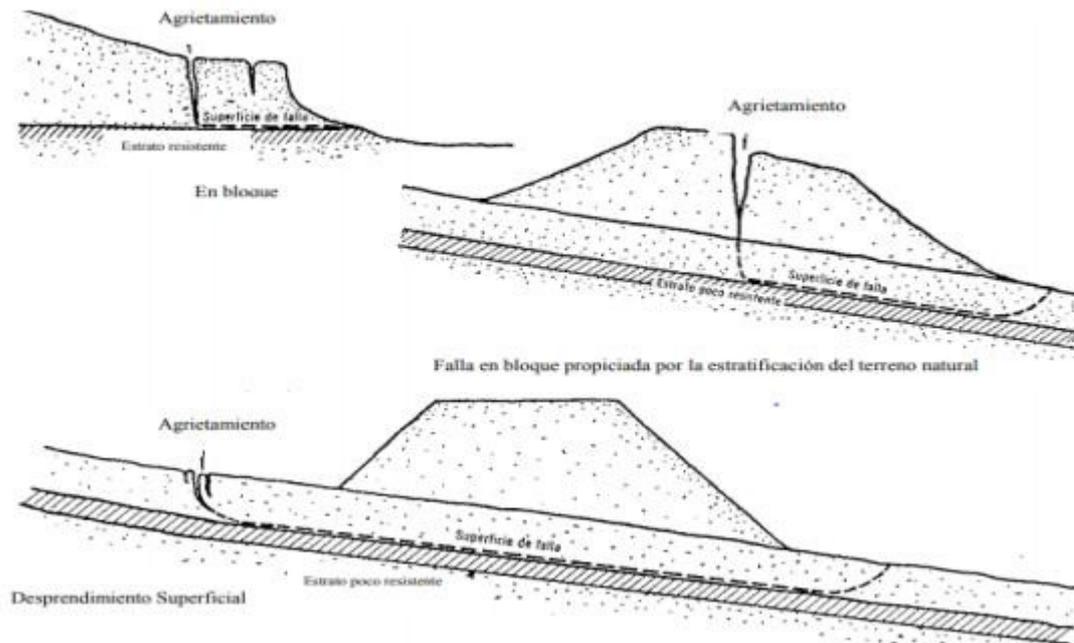
- Falla Traslacional

El movimiento de la masa se desplaza hacia abajo o hacia fuera, a lo largo de una superficie más o menos plana o ligeramente ondulada y tiene muy poco o nada de movimiento de rotación o volteo. (Suarez, 1998, p.16).

Dichos movimientos generalmente son controlados por superficies de debilidad como juntas, fallas, estratificación y zonas que tienen cambio de estado de meteorización, si lo cuantificamos vendría a ser los cambios en resistencia al corte

de los materiales o contacto de roca y materiales blandos. Afecta al paralelamente al estrato débil (arcilla blanda, limos no plásticos sueltos y arenas finas) y a los extremos remata formando así al interior agrietamientos.

Figura 28: DISTINTOS TIPOS DE FALLAS



Fuente: Geología y Geotecnia – Estabilidad de taludes, 2003

2.2.4.2 PARÁMETROS DE ESTUDIO

2.2.4.2.1 CLASIFICACIÓN DE SUELOS

- **Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S)**

Presentado por Arthur Casagrande como una modificación y adaptación más general al sistema de clasificación propuesta anteriormente en 1942 para aeropuertos (Crespo, 2004, p.90).

Dentro de las clasificaciones de puede observar en la imagen tanto suelo de partículas gruesas (retenidos en la malla #200) y finas (cuando más del 50% de partículas en de tamaño menor a la malla #200). Designado por símbolos de grupo los cuales constan de prefijos (considerado los 6 principales tipos de suelo en su traducción en inglés:

grava, arena, limo, arcilla, suelos orgánicos y turba) y sufijos (subdivisiones de los grupos mencionados líneas arriba)

- **Índice de Plasticidad**

Denominado a la diferencia numérica entre los límites líquidos y plástico e indica el margen de humedades dentro de los que se encuentra el estado plástico tal cual es definido en los ensayos (Crespo, 2004, p.80).

Por ello se deduce que es la capacidad de deformarse sin agrietarse ante un esfuerzo mecánico conservando la deformación al retirarse la carga. Considerar que en suelos arcillosos depende básicamente del agua, si esta seca no es plástica, se disgrega, y con exceso de agua se separan las láminas

- **Determinación de los parámetros mecánicos**

Existen dos parámetros de suelos importantes para el análisis de estabilidad de taludes, los cuales se encuentran en ensayos de laboratorio como Corte Directo y ensayos Triaxiales.

- **Cohesión**

De acuerdo con el MTC (2012) indica que es una “La resistencia al corte de un suelo, a una tensión normal” (p.7).

Es una medida básica de adherencia, cementación entre las partículas del suelo, es utilizada en diversos campos para matemáticas (útil para representar la resistencia al cortante producida por la adherencia) en física (representa la tensión) (Suarez, 1998, p.81).

Por lo cual se deduce que es la propiedad que presenta los elementos del suelo para permanecer unidos. Mayormente se da en arcillas y limos que en suelos gruesos los cuales son denominados suelos no cohesivos.

- **Angulo de fricción o de rozamiento interno**

Considerado como la representación matemática del coeficiente de rozamiento, así mismo depende de diversos factores como: tamaño, forma, distribución de los granos y densidad (Suarez, 1998, p.81).

Depende de forma directa de la capacidad y rugosidad de las partículas del suelo. En base a este parámetro se deriva la fuerza friccional y la determinación de las presiones que ejerce un suelo para vencer un obstáculo.

- **Ensayo de corte directo**

Considerado como un método de laboratorio (NTP 339.171(ASTM D3080)). Es una de las más antiguas y simples que permiten determinar la resistencia al corte de los suelos, debe ser utilizada únicamente para el control de rellenos granulares (RNE, 2006, p.227).

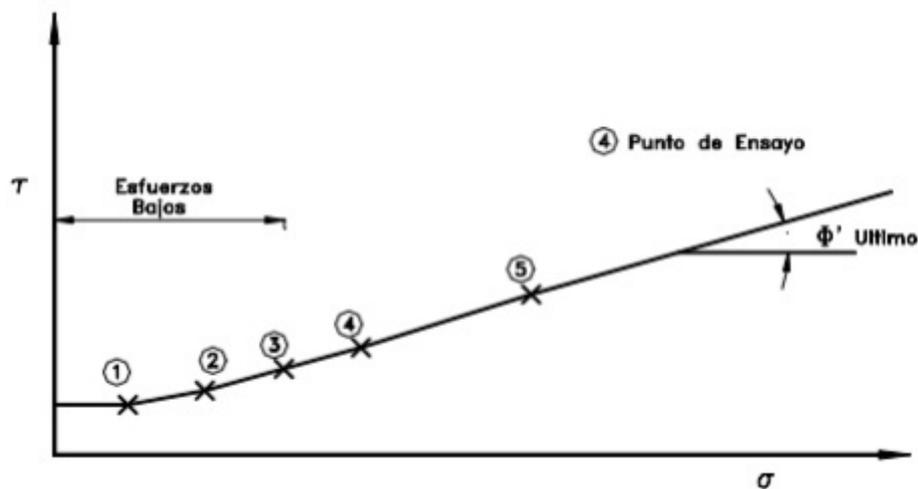
Uno de los ensayos más comunes que permite obtener la resistencia de los suelos, considerado como simple y económico, pero presenta los inconvenientes del poco control que se tiene sobre las condiciones de drenaje, la dificultad para medir presiones de poros y algunos problemas inherentes a los mecanismos de las máquinas que realizan los ensayos (Suárez, 1998, p.93).

Su facilidad de ejecución permite realizar una cantidad grande de pruebas en menor tiempo y la posibilidad de realizar ensayos sobre superficies de discontinuidad. Es obligatorio cuando el estudio es en niveles bajos esfuerzos o si se desea obtener la resistencia a lo largo de la discontinuidad.

La muestra obtenida es colocada sobre una caja con dos anillos tanto en el lado superior e inferior, con posibilidad de desplazarse horizontalmente cada uno respecto al otro al recibir la fuerza de cortante.

De acuerdo a la deformación presentada esta es representada sobre una curva esfuerzo-deformación para cada ensayo realizado, proceso que permite definir la resistencia máxima y residual.

Figura 29: ESFUERZO DE FALLA Y ENVOLVENTE DE UN ENSAYO DE CORTE DIRECTO



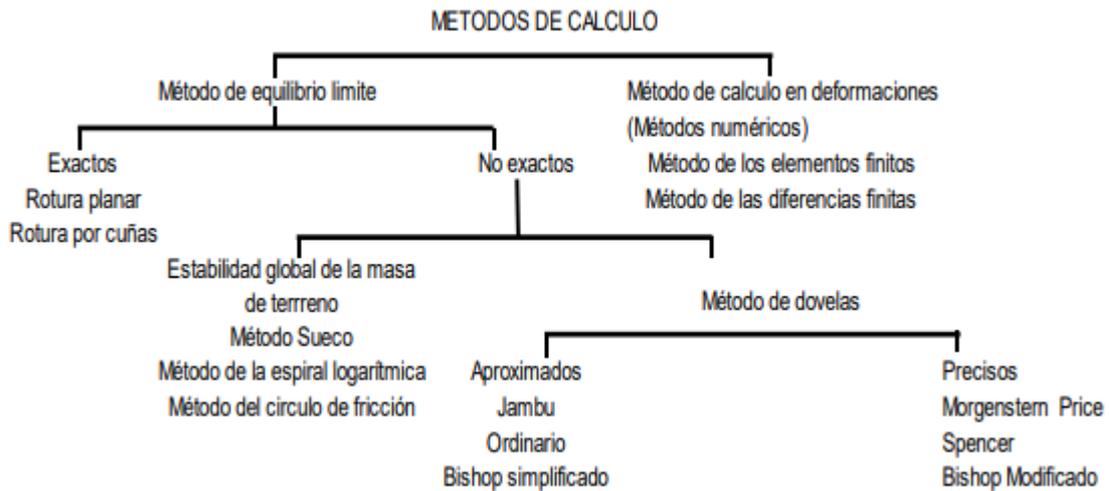
2.2.4.2.2 SISTEMAS O MÉTODOS DE ESTABILIZACIÓN

Habiendo culminado el estudio del talud se define los niveles de amenaza o riesgos pasando así al objetivo final que es el diseño del sistema de prevención control o estabilización. Existen diversos métodos lo importantes es enfocarse en los diferentes factores técnicos, sociales, políticos, espacio, tiempo, etc.

De forma general los métodos de cálculo utilizados para analizar la estabilidad de taludes y laderas se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- Métodos basados en el equilibrio límite de la masa de suelo que desliza.
- Métodos que consideran las deformaciones del terreno

Figura 30: CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE CÁLCULO



Fuente: Briceño 2013

2.2.4.3 DRENAJE Y SUB-DRENAJE

En la práctica se ha observado que los muros de contención fallan por una mala condición del suelo de cimentación y por un inadecuado sistema de drenaje.

Se debe determinar cuidadosamente la resistencia y compresibilidad del suelo de cimentación, así como realizar un estudio detallado de los flujos de agua superficiales y subterráneos, que representan aspectos muy fundamentales para el proyecto de muros de contención.

Cuando parte de la estructura del muro de contención se encuentra bajo el nivel freático, la presión del agua actúa adicionalmente sobre él.

La presión en la zona sumergida es igual a la suma de la presión hidrostática más la presión del suelo calculada con la expresión de empuje efectivo, de esta manera la presión resultante es considerablemente superior a la obtenida en la condición de relleno no sumergido

Estos criterios no han sido tomados muy en cuenta por los consultores o proyectistas, la cual ha generado fallas más comunes en muros de contención.

Resulta más económico proyectar muros de contención que no soporten empujes hidrostáticos, colocando drenes ubicados adecuadamente para que canalicen el agua de la parte interior del muro a la parte exterior.

En condiciones estables de humedad las arcillas contribuyen a disminuir el empuje de tierra, sin embargo, si éstas se saturan generan empujes muy superiores a los considerados en el análisis.

Por esta razón es conveniente colocar material granular ($\emptyset > 0$) como relleno en los muros de contención. Las estructuras sumergidas están sujetas a empujes hacia arriba, denominados subpresión.

Si la subpresión equilibra parte del peso de las estructuras es beneficiosa, ya que disminuye la presión de contacto estructura-suelo, pero si la subpresión supera el peso de estructura se produce una resultante neta hacia arriba, la cual es equilibrada por la fricción entre las paredes de la estructura y el suelo.

Esta fricción puede ser vencida inmediatamente al saturarse el suelo, produciendo la emersión de la estructura.

2.2.4.3.1 INSTALACIÓN DE DRENAJES EN LOS MUROS

Con la finalidad de mantener el suelo libre de agua subterránea, la cual provoca empujes adicionales en los muros de contención, se debe disponer de adecuados drenajes con tuberías atravesando la pantalla.

De esta manera se facilita un rápido escurrimiento y evacuación del agua fuera de las paredes del muro hasta llevarla a un canal colector exterior, que recoge las aguas pluviales.

Siempre resulta más económico instalar un sistema de drenaje, que diseñar un muro que soporte el empuje del suelo y el agua de saturación no drenada.

En la superficie del talud inferior se procederá a limpiar y a retirar los escombros, para colocar una manta de geotextil NT 160, entre el material de relleno y el talud. Durante este proceso de tendido y de

compactación del relleno se colocará adicionalmente una capa de material filtrante.

El agua que pueda ser captada por los sistemas de subdrenaje, será conducida hacia el frente del muro mediante tuberías que lo atraviese, para que descarguen las aguas en una cuneta frontal y evacuar el agua fuera del área del muro de contención.

Figura 31: DRENAJE CON DREN DE PIE

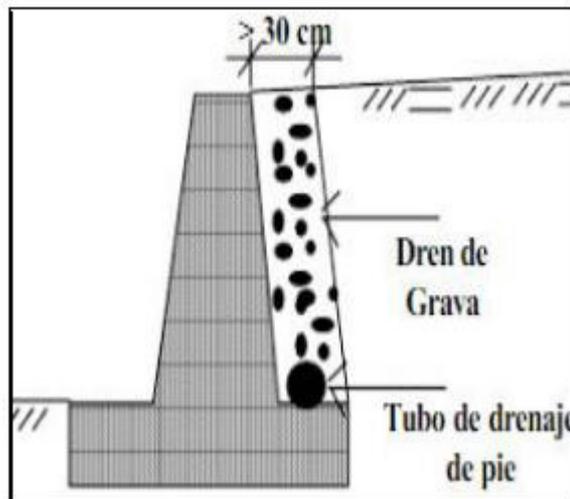
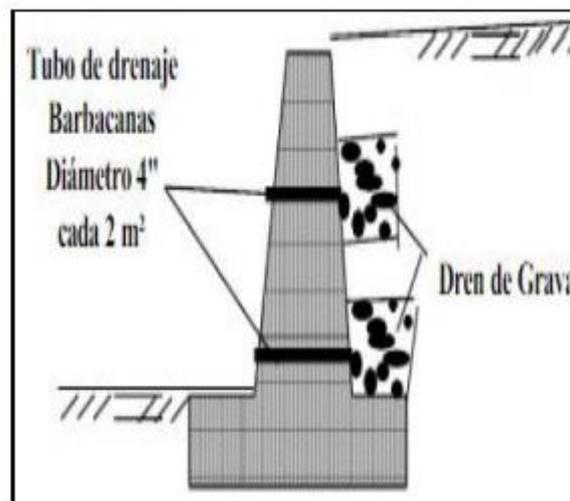


Figura 32: DRENAJE CON BARBACANAS



CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Esta investigación busca analizar el costo y tiempo de ejecución y dar como resultado una alternativa de solución eficiente y económica y procesos constructivos en lugares de la carretera Yurimaguas – Munichs, para mejorar la seguridad de las laderas y así contribuir la seguridad de la carretera.

La falta de estabilización de taludes en carreteras es una problemática que se puede apreciar en muchos lugares del mundo, por lo que superarlas constituye un reto para los diseñadores y constructores, a nivel del mundo se han desarrollado diversas técnicas para solucionar esta problemática, planteándose numerosas soluciones.

En nuestro país sin duda, se han incrementado los trabajos en carreteras tanto en la construcción como en el mantenimiento, esto ha originado que nos toquemos con tramos de taludes superiores e inferiores que necesitan estructuras para su contención, muchos de los tramos intervenidos con cortes representan un peligro para los utilitarios de la vía, igualmente los rellenos que se desplazan por diversos motivos en distintos tramos de las vías, sin duda son temas que debemos solucionar para brindar a los usuarios un servicio de calidad y seguridad en las carreteras.

En nuestro tamo en estudio, la carretera Yurimaguas – Munichis, también tenemos tramos de taludes de la vía que necesitamos estabilizar con algún tipo de estructura de contención, ya que, sin ellas, prontamente esta carretera sería interrumpida en su servicio, poniendo en riesgo la seguridad de los usuarios. Un problema de derrumbe de un talud superior o deslizamiento de un talud inferior, cuando se produce intempestivamente pone en riesgo la vida de los usuarios de la vía, siendo este factor muy sensible para la sociedad.

Es importante fomentar el empleo de materiales de altas prestaciones como elementos estructurales, que le otorguen un mejor comportamiento ante las

acciones solicitantes, con la posibilidad de fabricación de piezas que se adecuen a distintas formas geométricas que sean estéticas y que permitan a futuro su reciclaje. Los muros de tierra estabilizados mecánicamente se presentan como una alternativa completamente viable para cubrir las problemáticas aquí planteadas.

3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Teniendo en cuenta lo ya expuesto, ¿se puede determinar el costo y tiempo de ejecución en solucionar el problema consistente al progreso de la erosión, haciendo el respectivo diseño para esta obra de ingeniería? Se puede decir que los muros en gaviones, cantiléver y gravedad tienen como uno de sus objetivos proteger al talud del movimiento eólico y también del agua, o en este caso la lluvia.

3.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cómo se determinará la evaluación del costo y tiempo de ejecución de las estructuras de contención tipo gaviones, cantiléver y de gravedad, en la carretera Yurimaguas – Munichis, provincia de Alto Amazonas, departamento de Loreto?

3.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál será la variación del costo en el proceso constructivo, entre las estructuras de contención tipo gaviones, cantiléver y de gravedad, en la carretera Yurimaguas – Munichis, provincia de Alto Amazonas, departamento de Loreto?
- ¿Cómo varía el tiempo de ejecución en el proceso constructivo, entre las estructuras de contención tipo gaviones, cantiléver y de gravedad, en la carretera Yurimaguas – Munichis, provincia de Alto Amazonas, departamento de Loreto?

3.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

Esta investigación tiene como objetivo brindar una solución a una necesidad o problemática (estado de la vía), obteniendo la alternativa más idónea en cuanto a costo y tiempo de ejecución para la estabilidad del talud. Logrando así tener la vía en perfecto estado, con buen estado transitable para la Carretera Yurimaguas - Munichs

3.3.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

En toda investigación es importante contemplar el aspecto social, más allá de resolver un problema técnicamente este permite dar solución a una problemática con una alternativa idónea, factible beneficiando a la población directa e indirecta de la zona.

Se justifica porque nos permitirá evaluar tres tipos de estructuras de contención, en los aspectos de costos y tiempo de ejecución, a fin de tener los parámetros de comparación al momento de definir un diseño para una determinada estructura de contención y de esta manera solucionar un problema puntual en una vía, ya que podremos también observar las ventajas y desventajas de cada uno de los diseños propuestos.

3.4 OBJETIVOS

3.4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el costo y tiempo de ejecución de las estructuras de contención tipo gaviones, cantiláver y de gravedad, en la carretera Yurimaguas – Munichis, provincia de Alto Amazonas, departamento de Loreto.

3.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la variación del costo en el proceso constructivo, entre las estructuras de contención tipo gaviones, cantiláver y de gravedad, en

la carretera Yurimaguas – Munichis, provincia de Alto Amazonas, departamento de Loreto

- Determinar la variación del tiempo de ejecución en el proceso constructivo, entre las estructuras de contención tipo gaviones, cantiléver y de gravedad, en la carretera Yurimaguas – Munichis, provincia de Alto Amazonas, departamento de Loreto.

3.5 HIPÓTESIS

3.5.1 HIPÓTESIS GENERAL

La evaluación del costo y tiempo de ejecución incide significativamente en la elección de la estructura de contención tipo gaviones, cantiléver o de gravedad, en la carretera Yurimaguas – Munichis, provincia de Alto Amazonas, departamento de Loreto.

3.5.2 VARIABLES

Variable Independiente

Costo y tiempo de ejecución.

Variable Dependiente

Estructuras de contención

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

4.1 METODOLOGÍA DE LA TESIS

Para el diseño de muros de contención se propone dimensionarlo con el método tradicional cumpliendo con los requisitos propuestos por la NSR-10, además de realizar un análisis de interacción suelo-estructura y de estabilidad teniendo en cuenta las fases de construcción.

4.1.1. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Tipo de Investigación

La investigación es de tipo descriptivo, que tiene como objetivo determinar el costo y tiempo de ejecución para la ejecución de muros de contención y determinar la posibilidad de la construcción de un muro, además de tener mejores ventajas especialmente económicas en su diseño y ejecución.

Diseño de Investigación

El diseño de la investigación corresponde a un estudio descriptivo cuyo esquema está dedicado al estudio del costo y tiempo en la ejecución de las estructuras de contención.

4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

Población

El conjunto de todas las estructuras de contención de la carretera Yurimaguas - Munichis.

Muestra

Estructuras de contención planteadas en el Km 7+540 de la carretera Yurimaguas - Munichis.

4.3 TÉCNICAS, INSTRUMENTOS, PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnicas:

Conocimiento del proceso de construcción de los tres tipos de estructuras de contención.

Instrumentos:

Formatos, reglamentos y normas que se utilizan para la construcción de los tres tipos de estructuras de contención.

Procedimientos:

Nos basamos en los enunciados de las normas técnicas que corresponden a la materia en investigación.

4.4 PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

La recopilación de los datos de campo se hará en forma manual y luego se hará un procedimiento computarizado. El análisis e interpretación de datos se realizará de acuerdo con las normas técnicas correspondientes.

CAPÍTULO V: RESULTADOS

5.1 DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

El estudio trata de la evaluación de costos y tiempo de ejecución de un tramo de la carretera Yurimaguas - Munichis. En el tramo comprendido del Km 7+540 al Km 7+600, la carretera está conectada desde la ciudad de Yurimaguas al Centro Poblado de Munichis.

Considerar que Yurimaguas es el principal mercado del departamento de Loreto que se caracteriza como mercado receptor, abastecedor de productos, agroindustriales, de construcción, abarrotes, otros y de Yurimaguas sale carga de retorno como: productos pecuarios y agrícolas. Entre ambas ciudades hay un flujo importante de vehículos de carga y pasajeros.

Figura 33: PLANO DE LA VÍA YURIMAGUAS – MUNICHIS



Fuente: Google Maps-2021

5.2 INSPECCIÓN VISUAL

5.2.1 INSPECCIÓN GENERAL

En esta etapa se procede a realizar el primer recorrido a lo largo de la vía el cual inicia a las 7:00am del día: 14 de Setiembre, ruta Yurimaguas – Munichis

(4 horas de viaje aprox.). De esta manera se tiene la primera impresión de la vía sobre el estado actual y las zonas más afectadas en cuanto a deslizamiento.

Figura 34: UBICACIÓN PARA LA PRESENTE INVESTIGACIÓN



Fuente: Fotografía del tramo – propia

Figura 35: UBICACIÓN PARA LA PRESENTE INVESTIGACIÓN

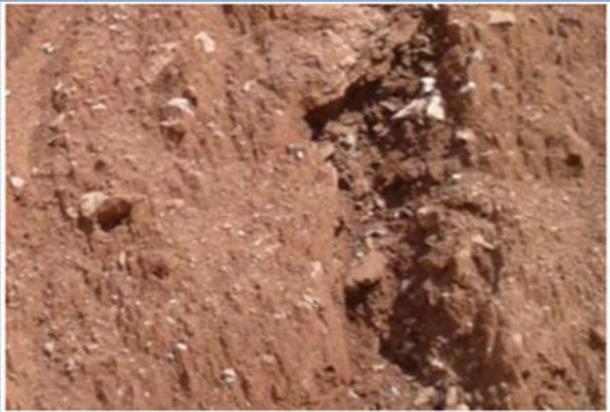


Fuente: Fotografía del tramo – propia

5.2.2 INSPECCIÓN DETALLADA – RECOPIACIÓN DE DATOS

Se continuó con la inspección detallada de la vía el día 14 de Setiembre a las 12:00pm ruta (Yurimaguas – Munichis). Este proceso consiste en la

inspección visual detallada de la zona específica de estudio por cada unidad de muestra determinada, el cual se toma como punto crítico para nuestro estudio de investigación en la progresiva km 7+540 de dicha vía.

FICHA DE DATOS			
FICHA DE EVALUACION DE DATOS CARRETERA YURIMAGUAS - MUNICHIS			
PROYECTO DE TESIS			
EVALUACIÓN DEL COSTO Y TIEMPO DE EJECUCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN TIPO GAVIONES, CANTILEVER Y DE GRAVEDAD, EN LA CARRETERA YURIMAGUAS - MUNICHIS, PROVINCIA DE ALTO AMAZONAS, DEPARTAMENTO DE LORETO			
DATOS GENERALES			
TESISTAS	TENORIO BUSTAMANTE, Manuel Jesus - SANTA CRUZ GARCIA, Jhon Berry	FECHA	14/09/2021
DISTRITO	YURIMAGUAS	ALTITUD	12°38'40"S
PROVINCIA	ALTO AMAZONAS	LATITUD	74°57'28.4"W
REGION	LORETO	LONGITUD	60M
DATOS COMPLEMENTARIOS			
ZONA	CARRETERA YURIMAGUAS-MUNICHIS		
		MUESTREO	U1
		AREA	
		KM. INICIAL	7+540
		KM. FINAL	7+600
DATOS DE ESTUDIO			
TIPO DE FALLA			
Fallas por deslizamiento superficial (creep)			
Fallas por movimiento de cuerpo de talud			
TIPO DE ENSAYO			
Ensayo de corte directo			
Ensayo triaxial			
Otros			
PANEL FOTOGRAFICO			
			
Desprendimiento de Talud		Presencia de Suelo Irregular	

5.2.3 DETERMINAR EL TIPO DE FALLA

En este proceso se utiliza la ficha de recolección de datos para registrar la información básica requerida para el proyecto en estudio.

5.2.4 INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

Los instrumentos de medición son todos los elementos que permite la obtención de datos (papel o digital), donde se registra y almacena la información obtenida en campo (Arias, 2006 pág. 68).

De acuerdo con la investigación se establece el ítem que llevara la ficha de datos. Para el estudio en mención se considera una ficha de datos que contempla longitud, características de la zona, temperatura, datos de ensayo.

5.2.5 VALIDEZ

La validez de expertos es establecida por Hernández, et al. (2010) como “el grado en que aparentemente un instrumento de medición mide la variable en cuestión de acuerdo con expertos conocedores del tema” (p. 204).

Consta de una evaluación a la ficha de datos por tres expertos en el área de estudio los cuales deben estar habilitados por el CIP y contar con colegiatura vigente, estos dan un calificativo de 0 a 1 (malo – bueno) apreciación que sirve para determinar si la ficha trabajada es válida o no.

Tabla 6: TABLA DE VALIDEZ

PUNTAJE	ACEPTACIÓN
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy Bajo

Fuente: Ruiz Bolívar, 2002, pág. 12.

5.2.6 OBTENER DATOS

Para el proceso de cálculo y obtención de datos se desarrolló lo establecido en la Tabla N°6; Diagrama de flujo para calculo automatizado (Excel). Se inicia con la consolidación y registro de la información obtenida en campo en el archivo

Figura 36: ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS C-1

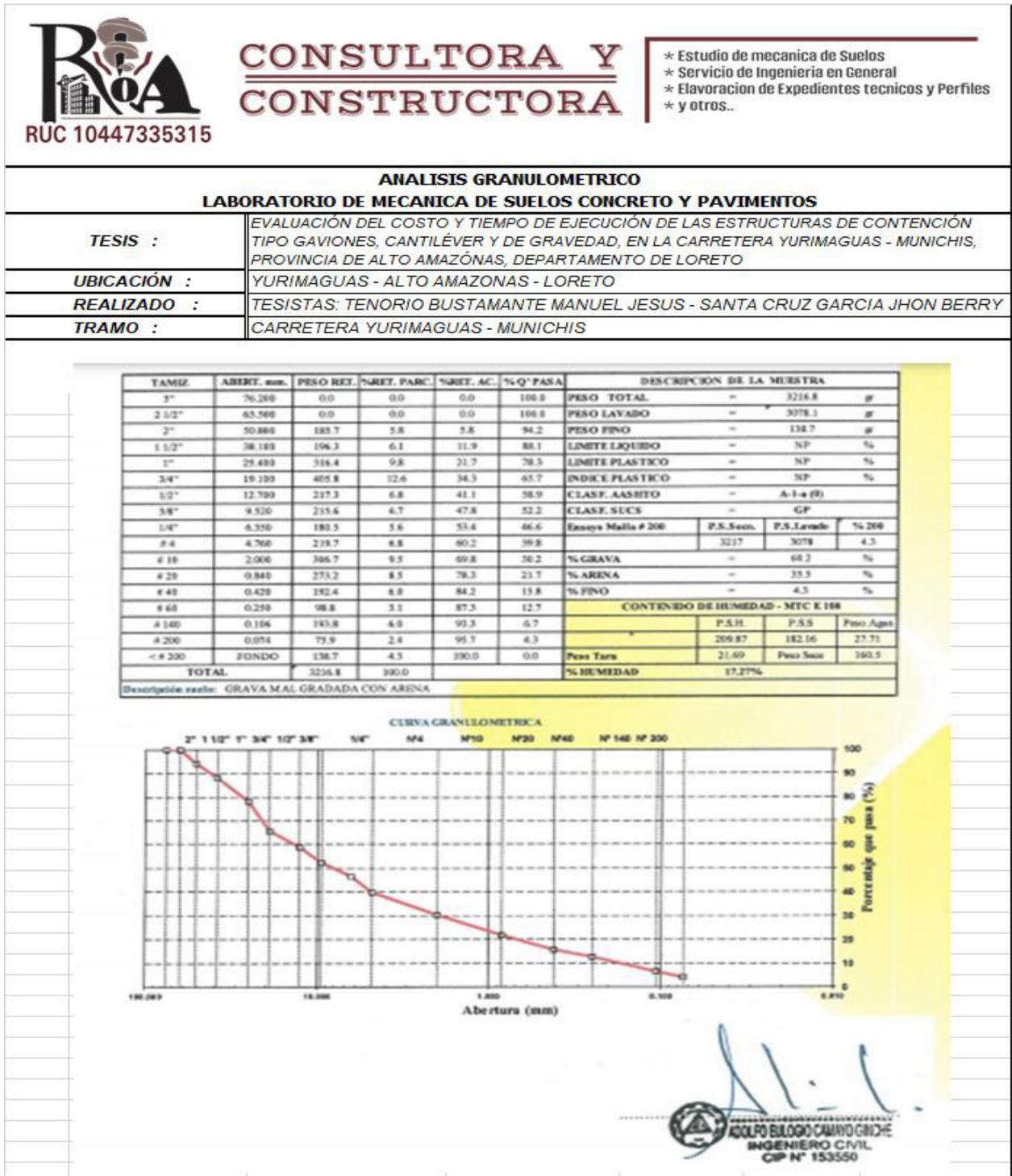
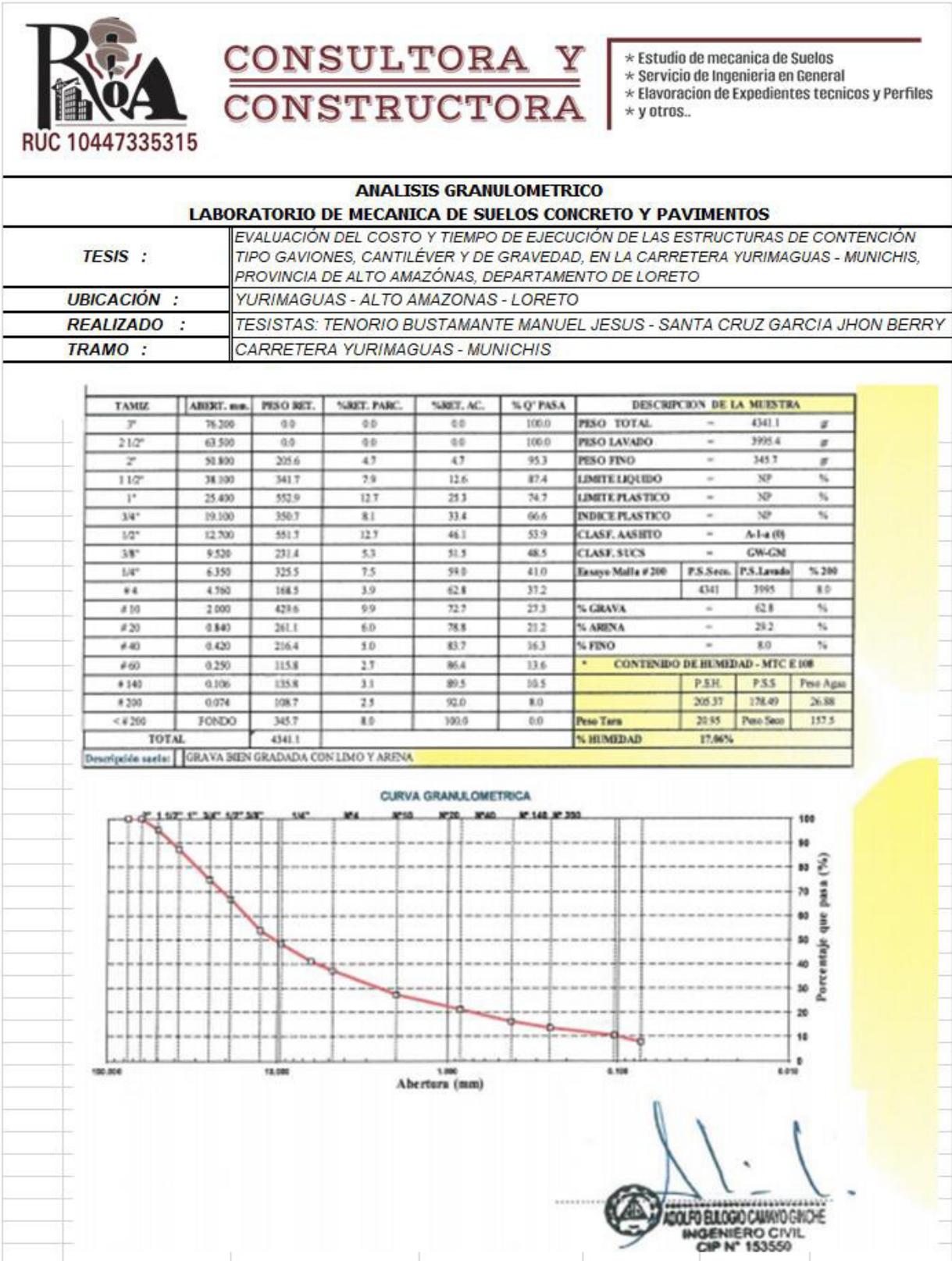
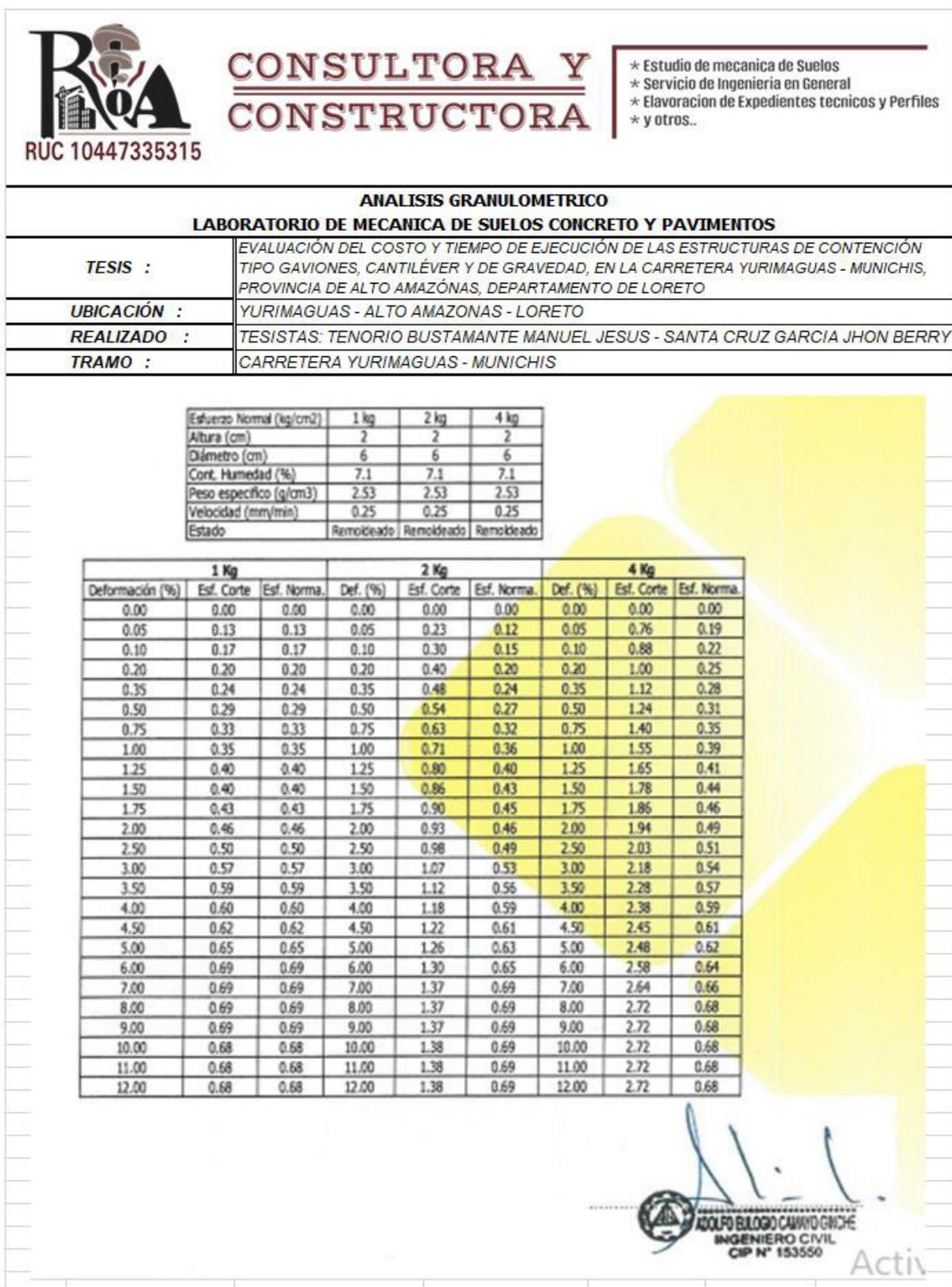


Figura 37: ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS C-2



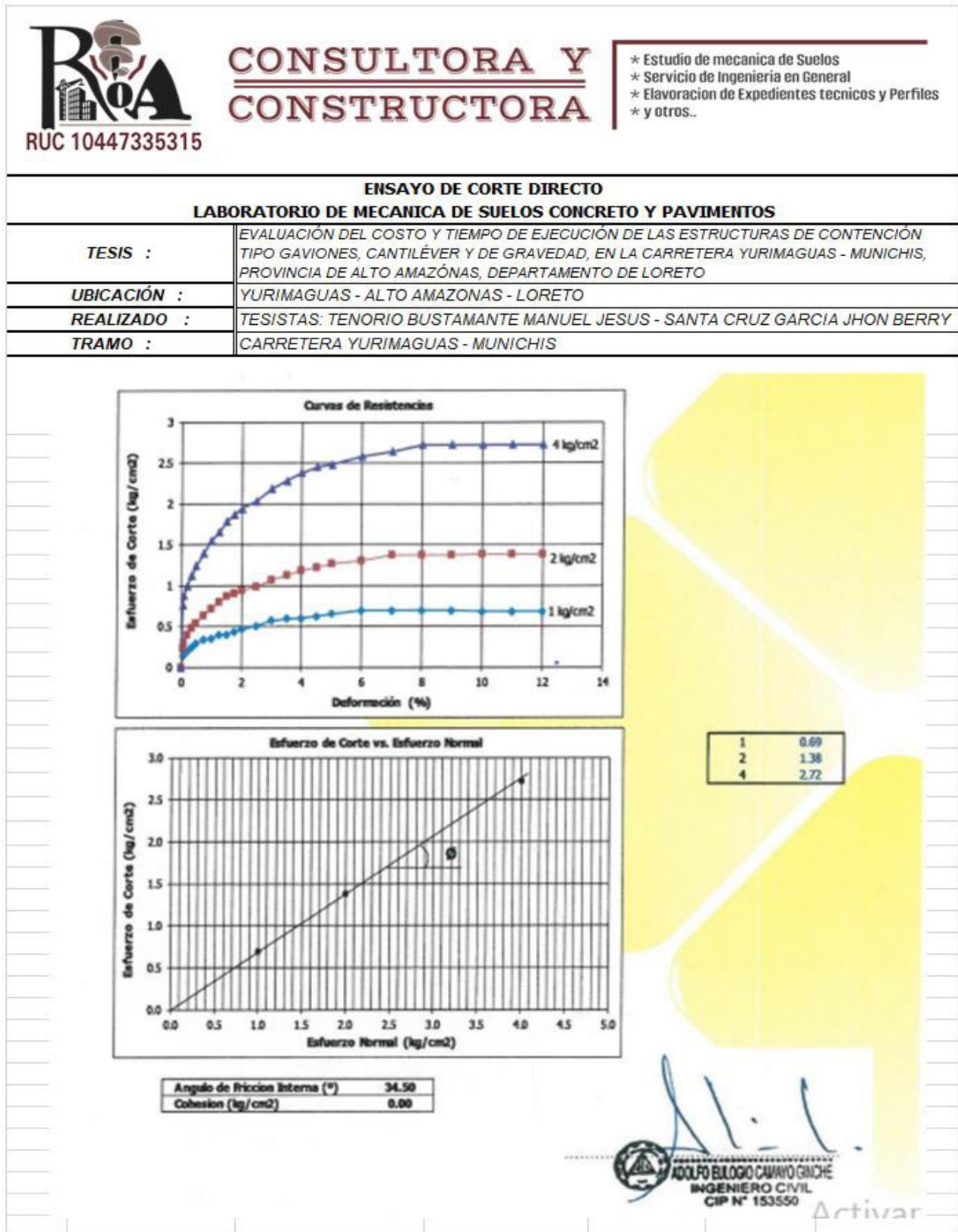
Fuente: Elaboración Propia

Figura 38: ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CORTE DIRECTO



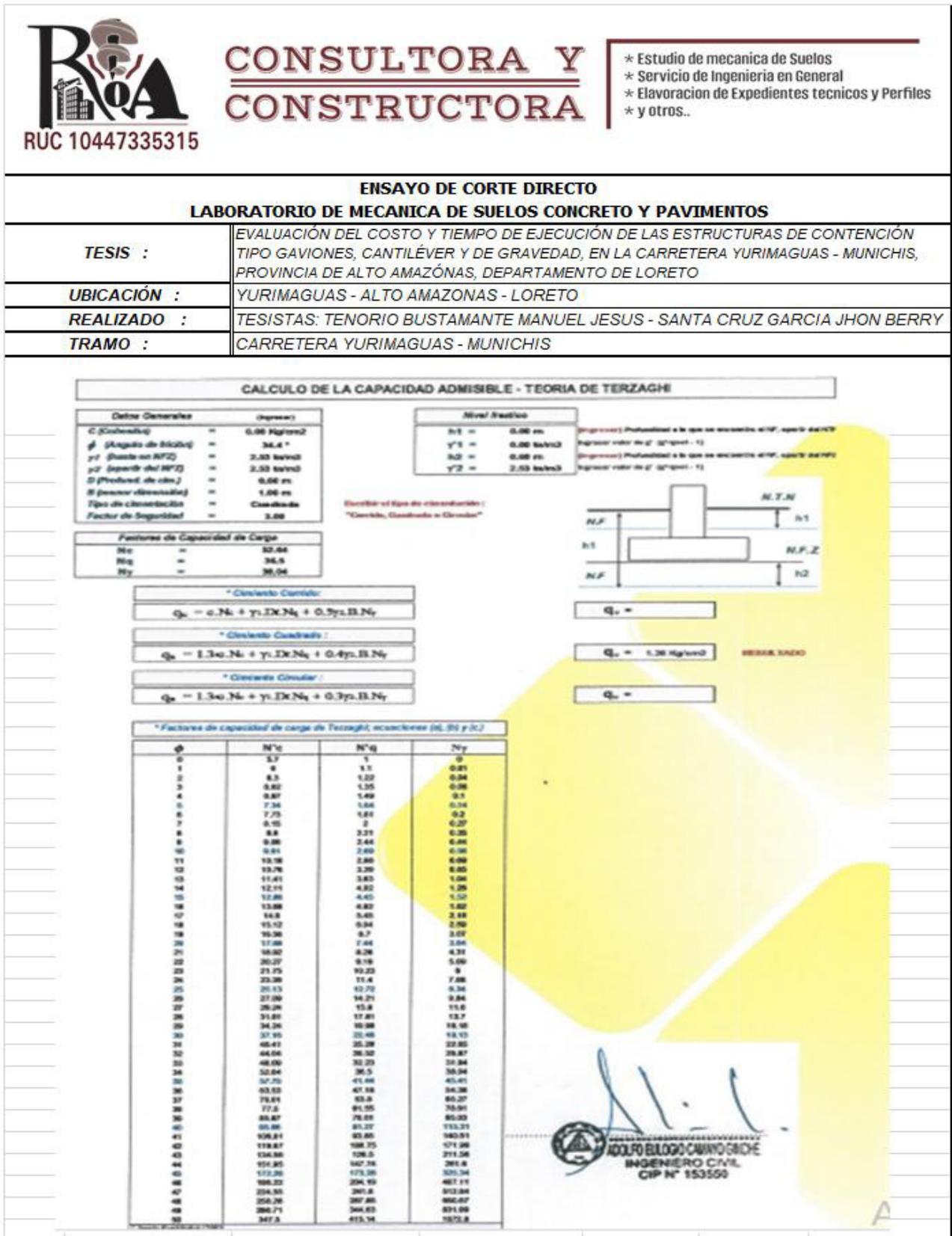
FUENTE: Elaboración Propia

Figura 39: ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS GRAFICO DE CORTE



Fuente: Elaboración Propia

Figura 40: CAPACIDAD PORTANTE



Fuente: Elaboración Propia

5.2.7 DIMENSIONAMIENTO Y FACTOR DE SEGURIDAD

5.2.7.1 MURO DE GRAVEDAD

El muro de gravedad fue dimensionado como se muestra en la Tabla 7, variando las dimensiones a y D. Adicionalmente se enuncian los valores de los factores obtenidos para dichos dimensionamientos en condición estática y seudo estática para las diferentes combinaciones de suelo.

Tabla 7: DIMENSIONAMIENTO MURO DE GRAVEDAD

		B=15								B=20				
		c=0 kPa		c=10 kPa		c=20 kPa		c=30 kPa		c=0 kPa	c=10 kPa	c=20 kPa	c=30 kPa	
		phi=30	phi=35	phi=30	phi=35	phi=30	phi=35	phi=30	phi=35	phi=35	phi=35	phi=35	phi=35	
MURO GRAVEDAD	Dimensiones	a (m)	3,50	3,10	3,50	3,20	3,50	3,20	3,50	3,10	3,30	3,30	3,30	3,30
		D (m)	0,50	0,50	0,50	0,00	0,50	0,00	0,50	0,00	0,50	0,50	0,00	0,00
	F.S Estático	Vol	5,70	6,14	5,70	6,41	5,70	6,41	5,70	6,14	6,20	6,20	6,20	6,20
		Des	2,95	6,59	3,20	2,33	3,45	2,63	3,71	2,87	10,29	10,57	2,47	2,75
		C.P.	8,92	18,25	14,73	28,25	20,85	38,42	27,24	48,53	17,55	27,26	37,35	47,76
	F.S Seudo-estático	Vol	1,96	2,00	1,96	2,08	1,96	2,07	1,96	2,00	2,01	2,01	2,01	2,01
		Des	1,26	2,50	3,70	1,05	1,48	1,17	1,59	1,27	3,75	3,86	1,09	1,20
		C.P.	6,05	14,53	9,44	23,54	13,10	31,18	17,01	35,21	15,75	22,51	29,74	37,42

5.2.7.2 MURO CANTILÉVER

El muro de cantiléver fue dimensionado como se muestra en la Tabla 8, variando las dimensiones d y D. Adicionalmente se enuncian los valores de los factores obtenidos para dichos dimensionamientos en condición estática y seudo estática para las diferentes combinaciones de suelo. Las combinaciones para las que no se presentó un dimensionamiento, fueron descartadas debido a que los modelos no eran viables en su proceso constructivo.

Tabla 8: DIMENSIONAMIENTO MURO CANTILÉVER

		B=15								B=20				
		c=0 kPa		c=10 kPa		c=20 kPa		c=30 kPa		c=0 kPa	c=10 kPa	c=20 kPa	c=30 kPa	
		phi=30	phi=35	phi=30	phi=35	phi=30	phi=35	phi=30	phi=35	phi=35	phi=35	phi=35	phi=35	
		d (m)	D (m)											
MURO CANTILÉVER	Dimensiones			6,30	4,80	6,30	4,80	6,00	4,00			6,00	6,00	
			1,00	0,00	0,50	0,00	0,50	0,00			0,00	0,00		
	F.S Estático	Vol			5,12	5,26	5,12	5,26	4,92	4,66			5,21	5,21
	Des			1,93	2,04	2,06	2,21	2,16	2,26			2,06	2,19	
	C.P.			18,12	36,49	24,41	47,20	28,79	53,28			50,04	61,47	
	F.S Seudo-estático	Vol			2,08	2,26	2,08	2,26	2,01	2,04			2,03	2,03
	Des			1,07	1,23	1,13	1,32	1,19	1,35			1,12	1,19	
	C.P.			9,85	26,85	13,19	34,45	15,75	38,54			28,96	35,35	

5.2.7.3 MURO GAVIONES

El dimensionamiento para muro gaviones es el mismo para todos los modelos. En la Tabla 8 se enuncian los valores de los factores obtenidos para el dimensionamiento único en condición estática y seudo estática para las diferentes combinaciones de suelo.

Tabla 9: DIMENSIONAMIENTO MURO GAVIONES

		B=15								B=20				
		c=0 kPa		c=10 kPa		c=20 kPa		c=30 kPa		c=0 kPa	c=10 kPa	c=20 kPa	c=30 kPa	
		phi=30	phi=35	phi=30	phi=35	phi=30	phi=35	phi=30	phi=35	phi=35	phi=35	phi=35	phi=35	
		Vol	Des	C.P.	Vol	Des	C.P.	Vol	Des	C.P.	Vol	Des	C.P.	
MURO GAVIONES	F.S Estático	Vol	7,47	9,48	7,47	9,48	7,47	9,48	7,47	9,48	8,79	8,79	8,79	8,79
		Des	4,14	10,35	4,64	11,00	5,14	11,64	5,65	12,29	17,00	17,59	18,18	18,78
		C.P.	14,04	30,56	24,63	48,91	35,81	67,97	47,41	87,54	28,07	45,94	64,57	83,76
	F.S Seudo-estático	Vol	3,01	3,93	3,01	3,93	3,01	3,93	3,01	3,93	3,35	3,35	3,35	3,35
		Des	2,06	5,23	2,33	5,59	2,60	5,96	2,87	6,32	7,57	7,86	8,16	8,45
		C.P.	2,22	3,46	3,51	5,06	4,89	6,76	6,36	8,54	3,31	4,87	6,54	8,29

5.3 RESULTADOS

Para el cálculo del presupuesto se consideró la misma altura para los dos sistemas de estabilización.

Además, se consideró que las estructuras serán construidas en un terreno con similares características para los dos sistemas de estabilización.

El diseño, geometría y detalles se indicarán en los anexos de la presente tesis

5.3.1 ANALISIS TÉCNICO

Tabla 10: CUADRO COMPARATIVO DE SISTEMAS DE ESTABILIZACIÓN

ANALISIS TÉCNICO SISTEMA DE ESTABILIZACIÓN			
	MURO GAVION	MURO DE GRAVEDAD	MURO CANTILEVER
DESCRIPCIÓN	Son estructuras metálicas con formas variadas construidas por mallas de alambre en forma hexagonal de doble torsión que usualmente suelen ser galvanizado, el material de relleno es roca, formando de esta manera un elemento de gran estabilidad estructural	Son estructuras de contención convencionales que obtienen su soporte por la acción de su peso propio y de cualquier suelo que descansa sobre la mampostería para su estabilidad, son elementos principalmente pasivos, los cuales soportan cargas laterales por la tendencia del suelo a moverse	Los muros cantiléver son muros que no tienen ningún soporte y, por lo tanto, conducen a una excavación abierta sin obstrucciones. Los muros en cantiléver restringen lateralmente el lado retenido de la excavación mediante la resistencia pasiva proporcionada debajo de la profundidad de la excavación.
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	Demarcación topográfica. Excavación Preparación del terreno para la cimentación. Montaje. Colocación de relleno. Atirantamiento. Cierre	Excavación y movimiento de tierras. Nivelación del terreno Colocación del solado Encofrado del muro Vaciado del muro	Excavación y movimiento de tierras. Nivelación del terreno Colocación del solado Encofrado del muro Vaciado del muro
VENTAJAS	Flexibilidad. Permeabilidad Durabilidad Sencillez Constructiva. Resistencia. Poco mantenimiento. Estética y economía	No van armados Son efectivos a pequeñas alturas. Su diseño es sencillo. Tienen mayor durabilidad y resistencia al deterioro ambiental.	Ofrecen una excavación abierta sin obstrucciones. No requieren la instalación de amarres debajo de las propiedades adyacentes. Se construyen a través de un procedimiento por etapas más simple.
DESVENTAJAS	Obtención de la roca. Tamaño y tolerancia. Deterioro. Colocación de plantas y animales	No es económico para muros altos. No trabajan a flexión. No estabilizan grandes deslizamientos. No se pueden establecer en terreno de baja resistencia y cohesión	No es económico, los muros anclados no son efectivos en suelos blandos, ya que pueden causar deformaciones excesivas en la masa del suelo.

Fuente: Elaboración Propia

5.3.2 COMPRACIONES DE FACTOR DE SEGURIDAD

Tabla 11: CUADRO COMPARATIVO DE FACTOR DE SEGURIDAD

	TIPOS DE SISTEMAS DE ESTABILIZACIÓN			
	VALORES MINIMOS	MURO GAVION	MURO GRAVEDAD	MURO CANTILEVER
FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA DESLIZAMIENTO	1.5	1.627	3.04	3.75
FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA VOLTEO	2.0	3.578	5.978	6.25

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar los factores de seguridad obtenidos para cada tipo de muro, la cual se observa que el mayor factor contra deslizamiento tiene el muro de gravedad ciclópeo, también el factor de seguridad contra volteo presenta el este último muro.

5.3.3 COMPARACIÓN DE COSTOS

Tabla 12: COMPARACIÓN DE COSTOS TOTALES

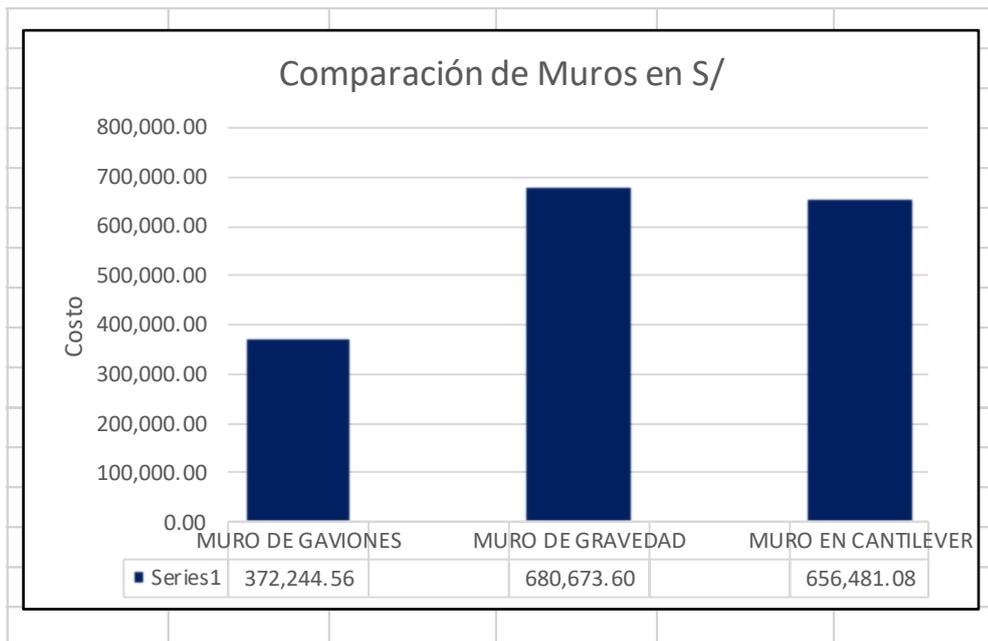
H(m)	COSTO TOTAL		
	MURO GAVIÓN	MURO DE GRAVEDAD	MURO CANTILEVER
H=4.00m	S/ 372,244.56	S/ 680,673.60	S/ 656,481.08

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar la cuantificación de los materiales de construcción, equipos y mano de obra integrados en una gráfica, la cual se observa el menor costo viene hacer el muro de gavión, y el de mayor costo el muro de gravedad y muro cantiléver, estos datos según la base de datos del software S10.

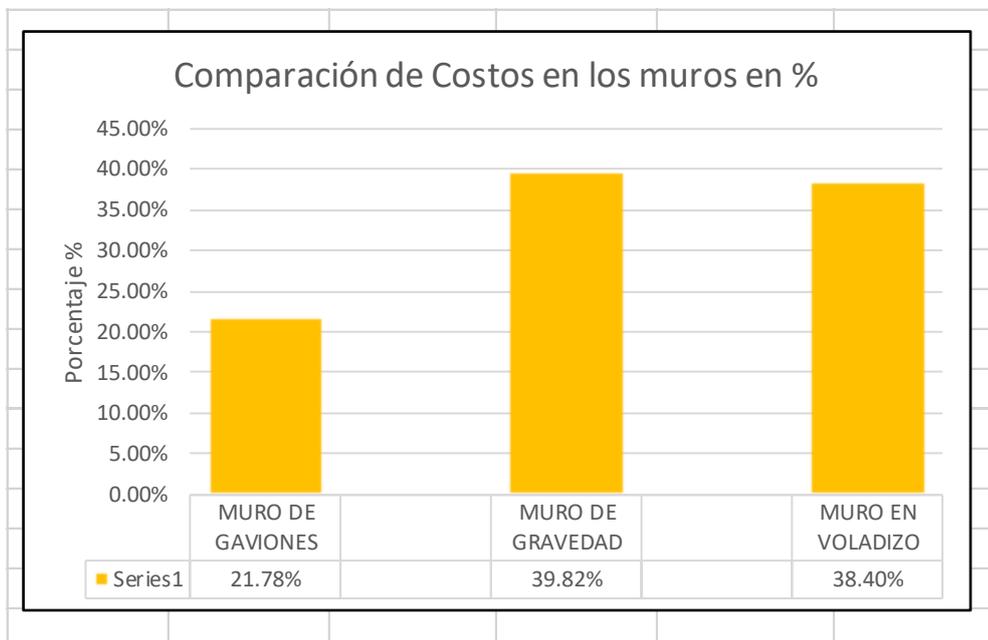
Cabe indicar que el presupuesto de cada uno de los muros es en base a 60 metros lineales que es la muestra de la investigación.

Tabla 13: COMPARACIÓN ECONÓMICA DE MUROS



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14: COMPARACIÓN DE COSTOS EN PORCENTAJES %



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15: PRESUPUESTO MURO GAVIÓN

510

Página 1

Presupuesto

Presupuesto 1101010 "EVALUACIÓN DEL COSTO Y TIEMPO DE EJECUCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN TIPO GAVIONES, CANTILÉVER Y DE GRAVEDAD, EN LA CARRETERA YURIMAGUAS - MUNICHIS, PROVINCIA DE ALTO AMAZÓNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO"

Subpresupuesto 001 PRESUPUESTO - MURO GAVIÓN

Tesistas TENORIO BUSTAMANTE, MANUEL JESÚS - SANTA CRÚZ GARCÍA, JHON BERRY

Lugar CARRETERA YURIMAGUAS - MUNICHIS

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.
01	TRABAJOS PRELIMINARES				5,612.78
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.00	2,500.00	2,500.00
01.02	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO	ha	0.10	2,850.25	285.03
01.03	CASETA DE ALMACENAMIENTO	und	1.00	1,515.25	1,515.25
01.04	TRAZO Y REPLANTEO	m2	350.00	3.75	1,312.50
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				46,366.50
02.01	EXCAVACION DE ZANJA PARA GAVIONES DE PROTECCION	m3	140.00	18.75	2,625.00
02.02	EXCAVACION DE ZANJA PARA COLCHON ANTISOCAVANTE	m3	175.00	21.30	3,727.50
02.03	RELLENO Y COMPACTACIÓN CON MATERIAL DE PRESTAMO	m2	360.00	95.90	34,524.00
02.04	NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE BASE DE GAVIONES	m2	360.00	15.25	5,490.00
03	GAVIONES DE PROTECCIÓN				207,405.30
03.01	SELECCIÓN Y ACOPIO DE PIEDRA	m3	630.00	29.35	18,490.50
03.02	CARGUIO Y TRANSPORTE DE PIEDRAS PARA GAVIONES HASTA LA OBRA	m3	630.00	49.10	30,933.00
03.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN GAVION COLCHON RENO 5.00x2.00x0.30m	und	30.00	1,348.38	40,451.40
03.04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN GAVION CAJA 5.00x1.00x1.00m	und	60.00	1,005.60	60,336.00
03.05	SUMINISTRO E INSTALACIÓN GAVION CAJA 5.00x1.50x1.00m	und	45.00	1,115.52	50,198.40
03.06	NIVELACIÓN Y TEJIDO DE CIERRE DE GAVIONES	m	240.00	19.35	4,644.00
03.07	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOTEXTIL	m2	240.00	9.80	2,352.00
04	FLETE TERRESTRE				3,500.00
04.01	FLETE TERRESTRE	glb	1.00	3,500.00	3,500.00
	COSTO DIRECTO (CD)				262,884.58
	GASTOS GENERALES 10.00% (CD)				26,288.46
	UTILIDAD 10.00% (CD)				26,288.46
					=====
	COSTO PARCIAL (CP)				315,461.49
	I.G.V. 18.00% (CP)				56,783.07
					=====
	COSTO DE EJECUCIÓN DE OBRA (CO)				372,244.56

SON : TRECIENTOS SETENTA Y DOS MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y CUATRO Y 56/100 SOLES

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16: PRESUPUESTO MURO DE GRAVEDAD

S10						Página 1
Presupuesto						
Presupuesto	1101010 "EVALUACIÓN DEL COSTO Y TIEMPO DE EJECUCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN TIPO GAVIONES, CANTILÉVER Y DE GRAVEDAD, EN LA CARRETERA YURIMAGUAS - MUNICHIS, PROVINCIA DE ALTO AMAZÓNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO"					
Subpresupuesto	002 PRESUPUESTO - MURO GRAVEDAD					
Tesistas	TENORIO BUSTAMANTE, MANUEL JESÚS - SANTA CRÚZ GARCÍA, JHON BERRY					
Lugar	CARRETERA YURIMAGUAS - MUNICHIS					
Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.	
01	TRABAJOS PRELIMINARES					5,612.78
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.00	2,500.00		2,500.00
01.02	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO	ha	0.10	2,850.25		285.03
01.03	CASETA DE ALMACENAMIENTO	und	1.00	1,515.25		1,515.25
01.04	TRAZO Y REPLANTEO	m2	350.00	3.75		1,312.50
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					192,358.00
02.01	EXCAVACION EN TERRENO NORMAL	m3	350.00	28.75		10,062.50
02.02	PERFILADO EN TERRENO NORMAL	m2	350.00	23.30		8,155.00
02.03	RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	1,620.00	85.90		139,158.00
02.04	RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO	m3	720.00	35.25		25,380.00
02.05	CARGIO DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	200.00	12.55		2,510.00
02.06	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	250.00	28.37		7,092.50
03	CONCRETO SIMPLE					10,605.00
03.01	SOLADOS DE CONCRETO EN ZAPATAS $f_c=100\text{kg/cm}^2$	m2	300.00	35.35		10,605.00
04	CONCRETO ARMADO					265,125.92
03.03	CONCRETO F'C=210KG/CM2 EN ZAPATA Y MURO	m3	166.50	575.54		95,827.41
03.04	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO CON PANELES	m2	785.00	95.90		75,281.50
03.05	ACERO CORRUGADO FY=4200KG/CM2 GRADO 60	kg	11,526.45	7.35		84,719.41
03.06	JUNTA DE CONSTRUCCIÓN CON WATER STOP	m	120.00	31.80		3,816.00
03.07	DRENAJE CON GRAVA	m3	120.00	45.68		5,481.60
04	FLETE TERRESTRE					7,000.00
04.01	FLETE TERRESTRE	glb	1.00	7,000.00		7,000.00
	COSTO DIRECTO (CD)					480,701.69
	GASTOS GENERALES 10.00% (CD)					48,070.17
	UTILIDAD 10.00% (CD)					48,070.17
						=====
	COSTO PARCIAL (CP)					576,842.03
	I.G.V. 18.00% (CP)					103,831.57
						=====
	COSTO DE EJECUCIÓN DE OBRA (CO)					680,673.60
	SON : SEICENTOS OCHENTA MIL SEISCIENTOS SETENTA Y TRES Y 60/100 SOLES					

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17: PRESUPUESTO MURO CANTILEVER

S10						Página 1
Presupuesto						
Presupuesto	1101010 "EVALUACIÓN DEL COSTO Y TIEMPO DE EJECUCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN TIPO GAVIONES, CANTILÉVER Y DE GRAVEDAD, EN LA CARRETERA YURIMAGUAS - MUNICHIS, PROVINCIA DE ALTO AMAZÓNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO"					
Subpresupuesto	003 PRESUPUESTO - MURO CANTILEVER					
Tesistas	TENORIO BUSTAMANTE, MANUEL JESÚS - SANTA CRÚZ GARCÍA, JHON BERRY					
Lugar	CARRETERA YURIMAGUAS - MUNICHIS					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.	
01	TRABAJOS PRELIMINARES					5,612.78
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.00	2,500.00		2,500.00
01.02	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO	ha	0.10	2,850.25		285.03
01.03	CASETA DE ALMACENAMIENTO	und	1.00	1,515.25		1,515.25
01.04	TRAZO Y REPLANTEO	m2	350.00	3.75		1,312.50
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					191,351.75
02.01	EXCAVACION EN TERRENO NORMAL	m3	315.00	28.75		9,056.25
02.02	PERFILADO EN TERRENO NORMAL	m2	350.00	23.30		8,155.00
02.03	RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	1,620.00	85.90		139,158.00
02.04	RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO	m3	720.00	35.25		25,380.00
02.05	CARGIO DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	200.00	12.55		2,510.00
02.06	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	250.00	28.37		7,092.50
03	CONCRETO SIMPLE					10,605.00
03.01	SOLADOS DE CONCRETO EN ZAPATAS $f_c=100\text{kg/cm}^2$	m2	300.00	35.35		10,605.00
04	CONCRETO ARMADO					249,047.06
03.03	CONCRETO F'C=210KG/CM2 EN ZAPATA Y MURO	m3	157.50	575.54		90,647.55
03.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CON PANELES	m2	725.00	95.90		69,527.50
03.05	ACERO CORRUGADO FY=4200KG/CM2 GRADO 60	kg	10,826.45	7.35		79,574.41
03.06	JUNTA DE CONSTRUCCIÓN CON WATER STOP	m	120.00	31.80		3,816.00
03.07	DRENAJE CON GRAVA	m3	120.00	45.68		5,481.60
04	FLETE TERRESTRE					7,000.00
04.01	FLETE TERRESTRE	glb	1.00	7,000.00		7,000.00
	COSTO DIRECTO (CD)					463,616.58
	GASTOS GENERALES 10.00% (CD)					46,361.66
	UTILIDAD 10.00% (CD)					46,361.66
						=====
	COSTO PARCIAL (CP)					556,339.90
	I.G.V. 18.00% (CP)					100,141.18
						=====
	COSTO DE EJECUCIÓN DE OBRA (CO)					656,481.08
	SON : SEICIENTOS CINCUENTA Y SEIS CUATROCIENTOS OCHENTA Y UNO Y 08/100 SOLES					

Fuente: Elaboración Propia

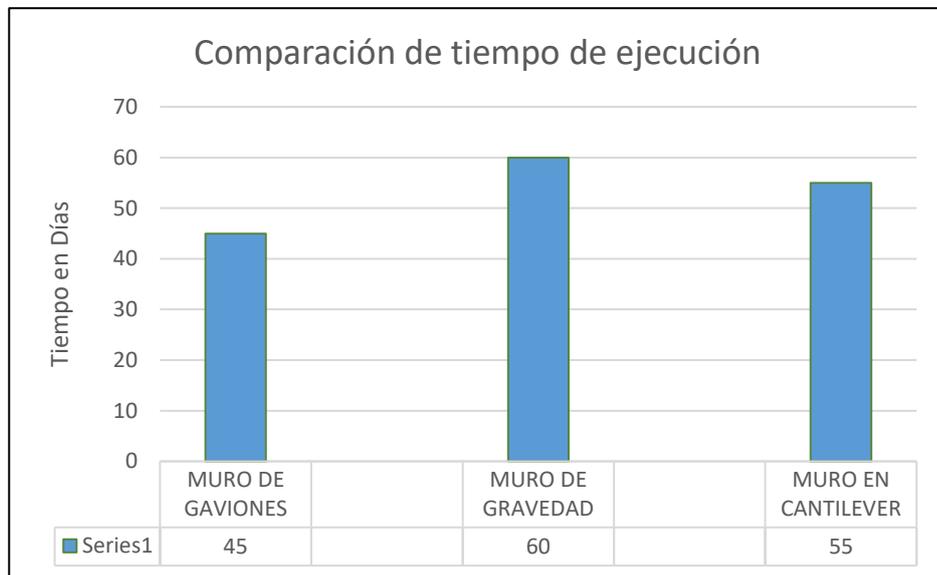
5.3.4 COMPARACIÓN DE TIEMPO DE EJECUCIÓN

Tabla 18: COMPARACIÓN DE COSTOS TOTALES

H(m)	TIEMPO DE EJECUCIÓN		
	MURO GAVIÓN	MURO DE GRAVEDAD	MURO CANTILEVER
H=4.00m	45 DIAS	60 DIAS	55 DIAS

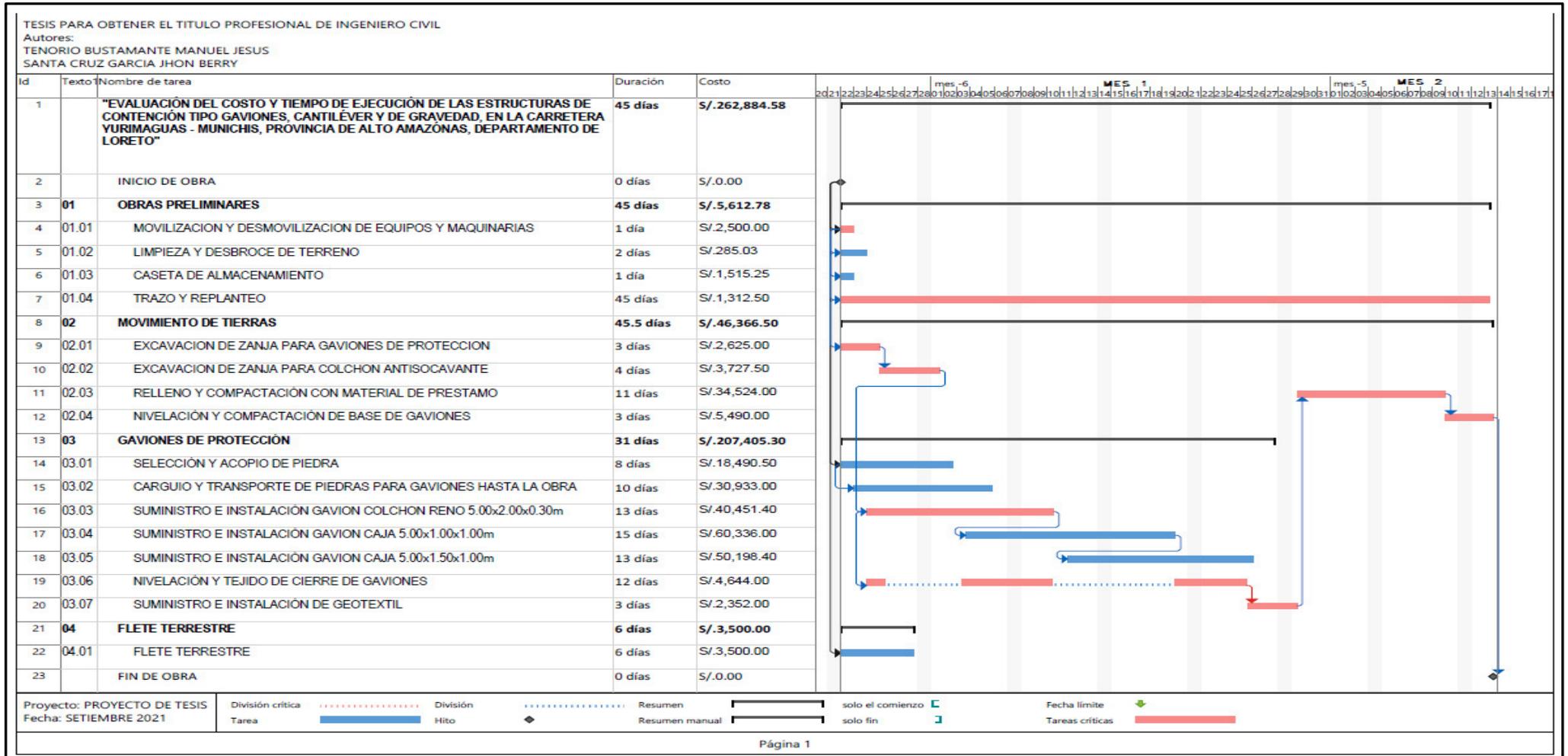
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19: TIEMPO DE EJECUCIÓN DE LOS MUROS



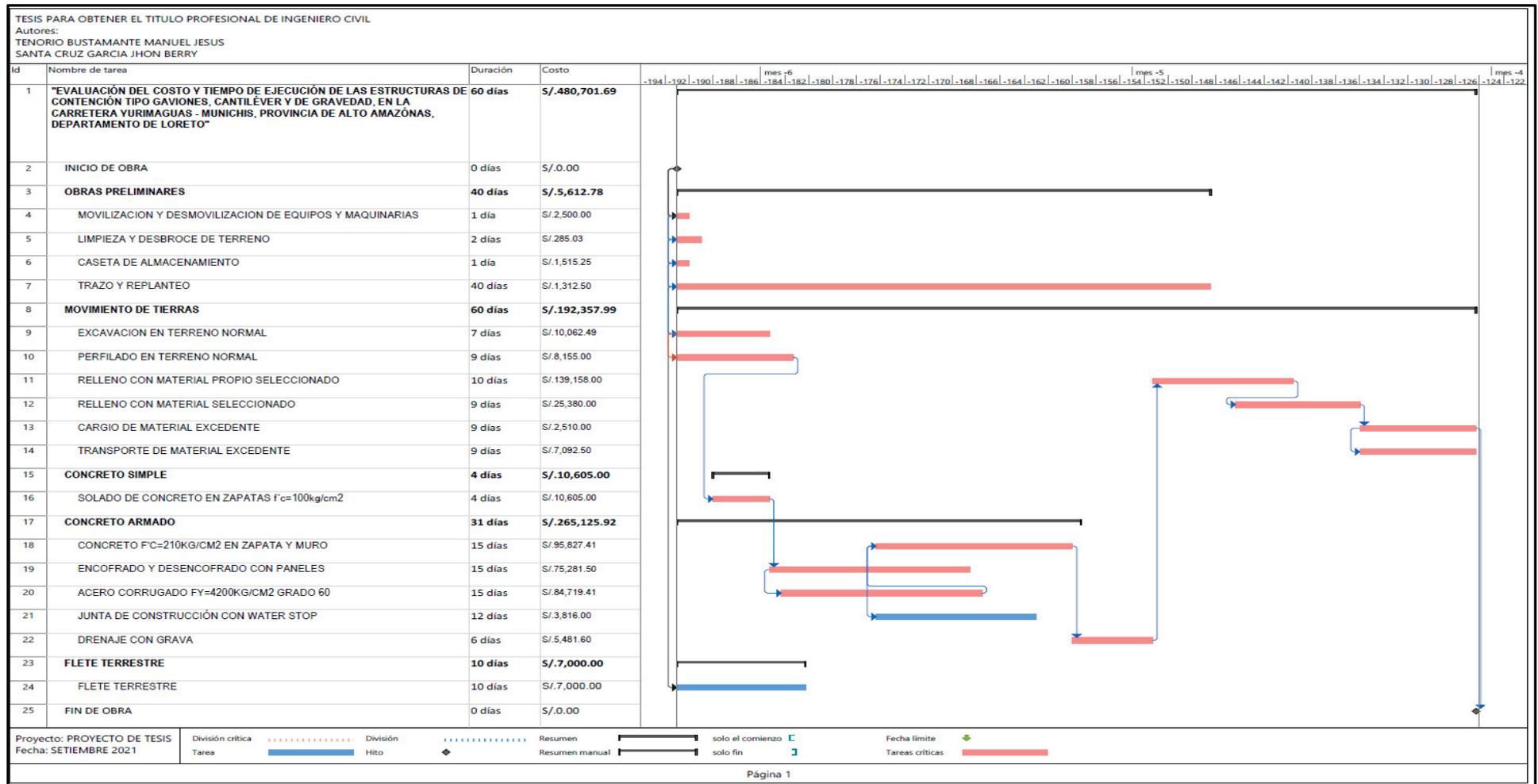
Fuente: Elaboración Propia

Figura 41: TIEMPO DE EJECUCIÓN MURO GAVIÓN = 45 días calendarios



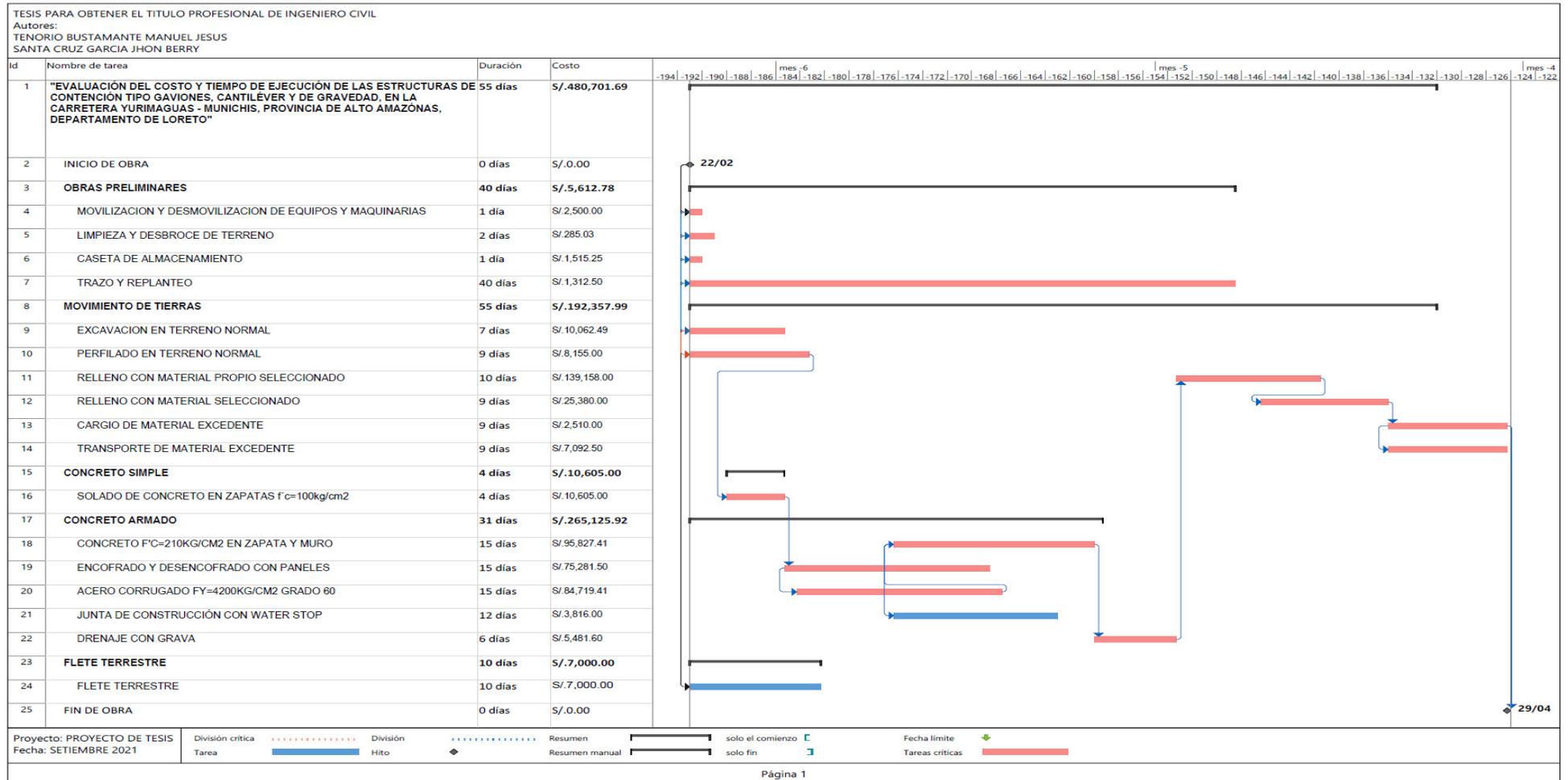
Fuente: Elaboración Propia

Figura 42: TIEMPO DE EJECUCIÓN MURO GRAVEDAD 60 días calendarios



Fuente: Elaboración Propia

Figura 43: TIEMPO DE EJECUCIÓN DE MURO CANTILEVER 55 días calendarios



Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN

6.1. DISCUSIÓN

Se realiza la discusión según los objetivos planteados para la presente investigación.

6.1.1. DISCUSIÓN N°01

De acuerdo al estudio “ Alternativas para la estabilización de taludes en el cantón de León Cortes” de (UGALDE MADRIGAL, 2015 págs. 1-66) los resultados de dicho estudio a partir de los datos de campo se obtiene el diseño final del muro de gaviones como alternativa de estabilización, así mismo logrando los requisitos de los factores de seguridad, los resultados del estudio fueron óptimos, los cuales se asemejan a los estudios de UGALDE (2015), toda vez que su objetivo de estudio es proponer un sistema de estabilidad de talud mediante muros de gaviones. Lo cual es el mismo propósito en que se enfoca la presente investigación.

6.1.2. DISCUSIÓN N°02

El autor (AVILES PILCO, 2015 págs. 1-703) en su proyecto: "ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONOMICO PARA MUROS DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO COMPARADO CON MURO DE GAVIONES Y SISTEMAS DE SUELO REFORZADO PARA ALTURAS $h=5m$, $h=7.5m$, $h=10m$, $h=15m$, PARA UNA LONGITUD DE $80m$ " realiza la investigación tomando en cuenta las características técnicas y estructurales de los muros para así lograr el sistema de estabilidad. Sin embargo, los resultados del estudio fueron diferentes a los resultados de Avilés (2014), el cual no solo se enfocó en el diseño de muros de gaviones y muros de tierra reforzada, sino además realizó un análisis técnico y económico, lo cual le permitió obtener resultados adicionales en cuanto a los tres sistemas de estabilización.

En la presente investigación se puede observar claramente en la tabla N°13, la diferencia de costos que existe en los sistemas de estabilización, dando ventaja al muro de gavión con un costo menor de S/ 372,244.56, por lo tanto, el sistema de estabilización sería en base a muro de gaviones, con una diferencia entre el muro de gravedad S/ 680,673.60 y el muro cantiléver de S/ 656,481.08, las cuales existen diferencias entre cada una de ellas.

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

7.1.1 Primera

El sistema constructivo de muro de tipo gravedad y el muro cantiléver solo se podrá poner en servicio después de que cumpla la resistencia de diseño, es decir a los 28 días, en cuanto al de gaviones puede ser utilizado de una vez ya que no es necesario esperar a que se cumpla con resistencia porque esto viene dado desde el inicio de su construcción, además de ello tienen más tiempo de ejecución que el muro gavión.

7.1.2 Segunda

Los resultados del cálculo de los muros de gavión, cumplen con los parámetros establecidos en el reglamento nacional de edificaciones y con ello se garantiza la seguridad y funcionabilidad del muro, y el costo obtenido con el software S10 V. 2005 resulta: S/ 372,244.56 Soles y el tiempo de ejecución para su ejecución es de 45 días calendarios.

7.1.3 Tercera

Los resultados del cálculo de los muros de gravedad y muro cantiléver, cumplen con los parámetros establecidos en el reglamento nacional de edificaciones y con ello se garantiza la seguridad y funcionabilidad del muro, y el costo obtenido con el software S10 V. 2005 resulta: S/ 680,673.60 Soles y S/ 656,481.08 Soles y el tiempo de ejecución es de 60 y 55 días respectivamente.

7.1.4 Cuarta

De acuerdo a los resultados se concluye que los sistemas de estabilización propuestos son seguros y funcionan perfectamente, pero en cuanto al costo y puesta en operación el muro de gavión es el más económico por lo cual el sistema de estabilización de talud y análisis de costos del km 7+540 al 7+600 de la carretera Yurimaguas – Munichis, es el muro de gavión.

7.2 RECOMENDACIONES

7.2.1 Primera

Se recomienda el muro de gaviones debido a su menor costo que resulta su ejecución y la factibilidad de construcción, también es importante tener en cuenta cuando se construye un muro de gavión seleccionar cuidadosamente los canto rodados y piedras que vayan a ser utilizados en dicho muro, esto para garantizar su durabilidad en el tiempo d duración.

7.2.2 Segunda

Para la elaboración del proyecto de construcción el cual requiere la construcción de muros de contención es recomendable hacer un estudio de la ubicación de donde se requiere realizar el proyecto para que así se pueda determinar el costo de los materiales y también del tiempo que pueda demorar el suministro de los mismos.

7.2.3 Tercera

El muro al momento de construirse se debe realizar en base a la presente investigación con la supervisión de un personal técnico para garantizar las especificaciones técnicas

CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACPA. 2012. Análisis de costos de ciclo de vida. USA: s.n., 2012. 134.
- Adolfo. 2015.
- Investigación puerta para llegar a la ciencia. Colombia: s.n., 2015.
- ALVARADO SALAZAR, ALAN ALEXIS. 2014. "Estabilización de taludes en la costa Verde- Callao Tramo Av. Santa Rosa - Jr. Viru (1.3 Km)". Lima: s.n., 2014. 175.
- Arias, Fidias G. 2006. El proyecto de Investigación. Venezuela: Episteme, 2006. 146.
- Armijos Salinas, Christian Rolando. 2009. Evaluación superficial de algunas calles de la ciudad de Loja. Ecuador: s.n., 2009. 194.
- ASTM, 5340-98. 2005. INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTOS EN AEROPUERTOS (PCI). 2005. 20.
- AVILES PILCO, MARCO JAVIER. 2015. "ANALISIS TECNICO Y ECONOMICO PARA MUROS DE CONTENCIÓN DE HORMIGON ARMADO COMPARADO CON MURO DE GAVIONES Y SISTEMAAS DE SUELOS REFORZADO PAR ALTURAS h=5m, h=7.5m, h=10m, h=15m, h=PARA UNA LONGITUD DE 80m". Quito: s.n., 2015. 183.
- BRICEÑO, WILMARY y LEÓN, ORIANA. 2014. "Estudio de factibilidad de un sistema de estabilización y drenaje para un terreno ubicado en el sector Corralito, finca la Leonera, La Unión, Municipio el Hatillo, Estado Miranda". Venezuela: s.n., 2014. 198.
- CAF. 2010. Mantenimiento Vial Informe Sectorial. Colombia: s.n., 2010. 68.
- CASTILLO CONTRERAS, CRISTIAN FRANCISCO. 2008. Formulación de una metodología general para la elección de programas de conservación de pavimentos viales y su aplicación a la región de Magallanes. Chile: s.n., 2008. 207.
- Céspedes Abanto, José. 2002. LOA PAVIMENTOS EN VIAS TERRESTRES - Calles, Carreteras, Aeropistas. Cajamarca: s.n., 2002. 318.

- Desarrollo de curvas de deterioro para pavimento flexible y factor de incertidumbre. Muñoz, Picado y Greivin. 2016. 30, Costa Rica: Lanamme UCR, 2016. 9.
- DÍAZ CÁRDENAS, JUAN MANUEL. 2014. "EVALUACIÓN DE LAMETODOLOGÍA PCI COMO HERRAMIENTA PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LAS INTERVENCIONES A REALIZAR EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES". BOGOTA: s.n., 2014. 45.
- GARNICA, Paul, GÓMEZ, José y SESMA, Jesús. 2002. Mecánica de materiales para pavimentos. México: s.n., 2002. 234.
- Harris, José. 2010. EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS. Panamá: s.n., 2010. 79.
- Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, María del Pilar. 2010. Metodología de la Investigación - Quinta. Edición. México: McGraw Hill, 2010. 607.
- Barrantes, D. (2012). Evaluación y Manejo del Riesgo Geotécnico en la Carretera San José – Caldera [Tesis para Licenciatura, Universidad de Costa Rica]. Repositorio Institucional UCR.
- Bonilla R. (2018). Estudio Geológico y Geotécnico en el mejoramiento de la carretera DV. Alcas, Acobamba, Huayruro – Región Huánuco [Tesis para título pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional UNDAC.
- Del Águila, I & Macedo, J. (2018). Estudio definitivo del mejoramiento del camino vecinal Achual Limón – 4 de octubre – La Unión. Provincia de Alto Amazonas – Loreto – I Etapa [Tesis para optar título profesional de ingeniero civil, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de acceso abierto.
- Del Águila, R & Juep, V. (2016). Estudio definitivo a nivel de afirmado del camino vecinal Campanilla – Ramón Castilla – San Juan de Challuayacu en el Distrito de Campanilla, Provincia de Mariscal Cáceres – Región San Martín [Tesis para optar título profesional de ingeniero civil, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de acceso abierto.
- Espinoza R. (2018). Sistemas de Estabilización de talud y análisis de costos del km 90+000 al 100+000 de la carretera Huancayo –

Huancavelica, 2018 [Tesis para título pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV.

- Fausto J. (2019). Modelo geológico-geotécnico para definir excavación de laderas por banqueo en rocas sedimentarias para obras viales. Construcción de la carretera Kimbiri Kepashiato, tramo Cielo Punku Quebrada Honda (km 1+000 al km 5+000) [Tesis para Magister, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio Institucional de UNMSM.
- García López-Davalillo, J. (2005). Análisis de la vulnerabilidad por movimientos de ladera: Desarrollo de las metodologías para evaluación y cartografía de la vulnerabilidad.