

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE UN MURO DE MALLA
TERRAMESH Y DEFENSA RIBEREÑA EN EL DISTRITO DE
BULDIBUYO – PATAZ – LA LIBERTAD**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR

ANDY BECKER DELGADO ROSAS

ASESOR

Mag. OSCAR GUILLERMO MIRANDA HOSPINAL

LIMA - PERÚ

2023

© 2023, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados

“El autor autoriza a la UNI a reproducir el trabajo de suficiencia profesional en su totalidad o en parte, con fines estrictamente académicos.”

Delgado Rosas, Andy Becker

adelgador@uni.pe

Teléfono: 969751112

DEDICATORIA

A Dios por todas las bendiciones que día a día me regala, a mi bella esposa Pamela, a mi hermoso hijo Ian el cual me inspira diariamente, a mi querido papá Jorge, mi linda madre Enma (QEPD), mi linda mamita Mercedes y papito Leonidas, mis hermanos July – Jorge – Danny – John, mis sobrinos, mi tío Wilber, mi tío Grober y familiares que me apoyaron en mi crecimiento personal y profesional.

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a los docentes de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, en especial a mi asesor Mag. Oscar Guillermo Miranda Hospinal por guiarme en este hito tan importante de mi carrera.

	Pág.
RESUMEN.....	4
ABSTRACT.....	5
PRÓLOGO	6
LISTA DE CUADROS	7
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS.....	11
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	12
1.1 ANTECEDENTES.....	13
1.2 PLANTEAMIENTO DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	15
1.3 UBICACIÓN.....	15
1.4 OBJETIVOS DEL INFORME.....	17
1.5 ESTUDIOS BÁSICOS.....	18
1.6 SUELO REFORZADO.....	19
1.7 SISTEMA TERRAMESH.....	20
1.7.1 Sistema de Anclaje	22
CAPÍTULO II: MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL.....	24
2.1 MURO DE CONTENCIÓN	24
2.2 MURO DE MALLA TERRAMESH	24
2.3 VENTAJAS DE LA MALLA TERRAMESH.....	25
2.4 DISEÑO DE MURO DE MALLA TERRAMESH.....	28
2.5 OTRAS APLICACIONES DE LA MALLA HEXAGONAL.....	29
2.6 USO DE GEOTEXTIL NO TEJIDO.....	32
2.7 PRESUPUESTO	33
2.8 CONTROL DE COSTOS.....	33
2.8.1 Métodos y Software para la Gestión y Control de Costos	34
CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	35
3.1 DATOS GENERALES DE LA OBRA.....	35
3.2 MEMORIA DESCRIPTIVA	36
3.2.1 Generalidades.....	36

3.2.1.1	Objetivos del Proyecto.....	36
3.2.1.2	Ubicación	36
3.2.1.3	Marco Normativo	37
3.2.1.4	Parámetros de Diseño.....	38
3.2.1.5	Descripción del Proyecto.....	40
3.3	TIEMPO DE EJECUCIÓN.....	44
3.4	MODALIDAD Y MONTO DEL CONTRATO.....	44
CAPÍTULO IV: PLANEAMIENTO DE OBRA		45
4.1	GENERALIDADES.....	45
4.2	PLANEAMIENTO PRELIMINAR	45
4.3	ACTIVIDADES DE TRABAJO	47
4.4	CRONOGRAMA DE OBRA.....	49
4.5	ORGANIGRAMA DE CONTRATISTA	51
CAPÍTULO V: PROCESO DE EJECUCIÓN DE OBRAS		52
5.1	OBRAS PROVISIONALES Y PRELIMINARES	52
5.1.1	Obras Provisionales	52
5.1.2	Obras Preliminares	52
5.2	OBRAS DE ESTABILIDAD FÍSICA	54
5.2.1	Movimiento de Tierra en M. Contención y M. Terramesh	54
5.3	ESTRUCTURA DE MURO DE CONTENCIÓN	56
5.3.1	Concreto Armado	56
5.4	ESTRUCTURA DE MURO TERRAMESH.....	60
CAPÍTULO VI: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS		66
6.1	RESULTADOS.....	66
6.1.1	Diseño.....	66
6.1.2	Diseño de cálculo del muro de terramesh	70
6.1.3	Presupuesto y Control de Costos.....	70
6.1.4	Programación y Control de Avance	75
6.2	ANÁLISIS DE RESULTADOS	77
6.2.1	Diseño.....	77
6.2.2	Presupuesto y Control de Costos.....	78
6.2.3	Programación y Control de Avance	83

CAPÍTULO VII: CONTROL DE CALIDAD, SEGURIDAD Y MEDIO	87
 AMBIENTE	
7.1 CONTROL DE CALIDAD	87
7.1.1 Pruebas de Compactación de Suelos	87
7.1.2 Pruebas de Calidad de Concreto	88
7.2 SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	88
7.2.1 Seguridad en Obra	88
7.2.1.1 <i>Responsabilidad del Ingeniero Supervisor en Campo</i>	89
7.2.2 Medio Ambiente en Obra	93
7.2.2.1 <i>Plan de Manejo Ambiental</i>	94
7.2.2.2 <i>Manejo de Residuos Sólidos</i>	94
7.2.2.3 <i>Implementación de Respuesta a Emergencias y Contingencias Ambientales</i>	95
7.2.2.4 <i>Mitigación de Material Particulado</i>	95
CONCLUSIONES	97
RECOMENDACIONES	100
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
ANEXOS	103

RESUMEN

El presente Trabajo de Suficiencia Profesional, es un compendio de información relevante sobre la construcción de un muro de defensa ribereña bajo el Sistema Terramesh y muro de concreto armado, titulado **Procesos Constructivos de un Muro de Malla Terramesh y Defensa Ribereña en el Distrito de Buldibuyo – Pataz – La Libertad.**

El Sistema Terramesh es un muro de contención de suelo reforzado adaptable al medio ambiente, resistente a la intemperie, versátil, no contaminante, de fácil construcción y económico. Por lo que es muy usado en el ámbito minero para estabilización de taludes.

El presente documento trata sobre la ejecución de un muro mixto bajo Sistema Terramesh y defensa ribereña (muro de concreto armado) alrededor de las instalaciones de Compañía Minera Caraveli S.A.C. (bocamina del Nv.18) perteneciente a la U.M. La Paccha, bajo el concepto de apoyo social a la comunidad.

En el desarrollo del presente informe se describirá las características generales del proyecto, el planeamiento inicial de obra, el proceso de construcción y los factores que influyeron en su ejecución. Verificando, analizando los retrasos y/o contratiempos en el cronograma de obra. Permitiendo actuar ante los resultados para la mejor toma de decisiones.

Así mismo se detallará los controles de calidad aplicados en el proceso de ejecución del muro de Sistema Terramesh, las herramientas de seguridad aplicados en el proyecto y controles aplicados al cuidado del medio ambiente.

ABSTRACT

The present Work of Professional Sufficiency, we summarize the relevant information concerning the construction of a riverside defense wall using the Terramesh system and a reinforced concrete wall. In that sense, our work is entitled: **Construction process of a riverside defense wall using the Terramesh system and a reinforced concrete wall – Buldibuyo district – Pataz – La Libertad.**

Terramesh is a versatile, reinforced soil system using earth retaining walls. It was designed to adapt to the environment, to withstand different weather conditions, to avoid pollution, and to be both economical and simple to install. Therefore, it is frequently used in the mining industry for slope stabilization purposes.

The construction of the riverside defense wall using the Terramesh system, and a reinforced concrete wall took place around the facilities of Compañía Minera Caravelí S.A.C. (Level 18 pithead), within La Paccha mining area, as part of the efforts to provide social support to the local community.

In our report, we describe the general characteristics of the project, the initial work planning, the construction process, and the factors concerning its execution. Similarly, we monitored and analyzed the delays and unforeseen events that affected the work schedule, improving our response and decision-making capacity in the process.

Finally, we explain in detail the quality controls applied during the construction of the Terramesh wall, the safety tools used throughout the project, as well as the controls devised to protect the environment.

PRÓLOGO

Este trabajo de suficiencia profesional presenta el desarrollo de los **Procesos Constructivos de un Muro de Malla Terramesh y Defensa Ribereña en el Distrito de Buldibuyo – Pataz – La Libertad**. Destinado a explicar de forma detallada y concisa, lo aprendido en todo el transcurso en que se ejecutó el proyecto. Permitiendo al profesional dar los alcances de cómo se desarrolló la obra y las experiencias adquiridas, con el fin de obtener el título de Ingeniero Civil.

El autor a lo largo de los capítulos describe cómo desarrollo, controló y que decisiones se tomó en cuenta durante la ejecución del proyecto, con el fin de que este informe pueda servir a diversos profesionales o futuros profesionales de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería y personas dedicados al rubro de la construcción, como guía que les permita conocer la aplicación de los procesos constructivos del sistema terramesh de esta obra en particular.

Así mismo, el autor finaliza con un apartado de conclusiones que permite conocer las experiencias adquiridas y las recomendaciones como parte de la mejora continua del proyecto.

Finalmente, puedo decir, “No se gestiona lo que no se controla y no se controla lo que no se conoce”.

Asesor

Mag. Oscar Guillermo Miranda Hospinal

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro N°3.1 Ruta terrestre Lima – Buldibuyo	37
Cuadro N°3.2 Ruta aérea y terrestre Lima – Buldibuyo	37
Cuadro N°3.3 Ubicación del desmonte de mina - UTM WGS 84 Zona 17S	37
Cuadro N°3.4 Periodo de retorno y vida	38
Cuadro N°3.5 Parámetros de resistencia de los materiales	38
Cuadro N°3.6 Datos para análisis	39
Cuadro N°3.7 Resultado para análisis	42
Cuadro N°3.8 Presupuesto	44
Cuadro N°4.1 Contratación de personal	46
Cuadro N°4.2 Actividades de Trabajo	49
Cuadro N°6.1 Parámetros de resistencia de los materiales	68
Cuadro N°6.2 Condiciones de análisis por sección	69
Cuadro N°6.3 Resumen del presupuesto	70
Cuadro N°6.4 Resumen del presupuesto por actividad	71
Cuadro N°6.5 Valorización programada	72
Cuadro N°6.6 Condiciones de análisis por sección	77
Cuadro N°6.7 comparación de valorización programada frente al real	79
Cuadro N°6.8 Gestión de valor ganado – Costos	80
Cuadro N°6.9 Metodología del programa ganado – Costos	81
Cuadro N°6.10 Gestión de valor ganado – Plazos	84
Cuadro N°6.11 Metodología del programa ganado – Plazos	85

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura N°1.1 Mapa Departamental de La Libertad	16
Figura N°1.2 Mapa Distrital de Pataz	17
Figura N°1.3 Esquema de Suelo Reforzado	20
Figura N°1.4 Sección transversal Típica de una estructura Terramesh.....	21
Figura N°1.5 Detalle del elemento terramesh	22
Figura N°1.6 Efecto de corte producido por la interacción suelo-malla	23
Figura N°2.1 Muro de gaviones con escalones externos e internos.....	25
Figura N°2.2 Muro de gaviones longitudinal con escalones externos	29
Figura N°2.3 Muro de gaviones transversal con escalones externos e internos.	30
Figura N°2.4 Muro de gaviones canalizando curso de río	30
Figura N°2.5 Muro de gaviones en estribo de puente	31
Figura N°2.6 Muro de gaviones en alcantarilla.....	31
Figura N°2.7 Malla doble torsión reforzada en pavimentos	32
Figura N°3.1 Topografía de la rehabilitación sin proyecto	40
Figura N°3.2 Topografía de la rehabilitación sin proyecto	40
Figura N°3.3 Condición de Muro Terramesh con Proyecto	41
Figura N°3.4 Secciones transversales A-A y B-B.....	42
Figura N°3.5 Muro de Contención.....	43
Figura N°3.6 Muro Terramesh	43
Figura N°4.1 Mesa de trabajo entre CIA, alcalde y autoridades del Distrito de Buldibuyo.....	47
Figura N°4.2 Cronograma de actividades de construcción del muro.....	50
Figura N°4.3 Organigrama de contratista.....	51
Figura N°5.1 Trazo y replanteo de obra.....	53
Figura N°5.2 Traslado de material producto del derrumbe por camino habilitado	53
Figura N°5.3 Corte y excavación masiva con equipo	54
Figura N°5.4 Colocación de malla en talud para protección.....	55
Figura N°5.5 Compactación de base para zapatas	55
Figura N°5.6 Habilitado de acero vertical.....	56
Figura N°5.7 Habilitado de acero para estribos.....	56
Figura N°5.8 Colocación de acero en zapata.....	57
Figura N°5.9 Encofrado de zapata – Paño 01.....	57

Figura N°5.10 Encofrado de zapata – Paño 02.....	58
Figura N°5.11 Encofrado de muro – Paño 02	58
Figura N°5.12 Encofrado de muro – Paño 03	59
Figura N°5.13 Concreto en muro – Paño 01 – Vista superior.....	59
Figura N°5.14 Concreto en muro – Paño 01 – Vista inferior.....	60
Figura N°5.15 Armado de malla.....	60
Figura N°5.16 Traslado de malla	61
Figura N°5.17 Relleno y compactación de material.....	61
Figura N°5.18 Carguío de material rocoso para gavioneria desde cantera	62
Figura N°5.19 Traslado de material rocoso a obra.....	62
Figura N°5.20 Colocación de material rocoso en mallas de gavioneria - Terramesh.....	62
Figura N°5.21 Colocación de geotextil, relleno y compactación de material	63
Figura N°5.22 Nivelación y compactación de material de relleno.....	63
Figura N°5.23 Ensayo de campo – Densidad de campo – Método del cono de arena	64
Figura N°5.24 Acarreo manual de material rocoso.....	64
Figura N°5.25 Ancho de material de relleno según perfil	65
Figura N°5.26 Avance del proyecto en 94% de obra.....	65
Figura N°5.27 Culminación de muro de gavioneria	65
Figura N°6.1 Vista de planta de muro de contención y muro terramesh.....	67
Figura N°6.2 Perfil longitudinal	67
Figura N°6.3 Sección de análisis	69
Figura N°6.4 Sección de muro terramesh	70
Figura N°6.5 Costo presupuesto por tipo de recurso	71
Figura N°6.6 Costo presupuesto por actividad.....	71
Figura N°6.7 Grafico de control valorizado curva S.....	73
Figura N°6.8 Curva S – Costos (EVM).....	74
Figura N°6.9 Diagrama Gantt del proyecto	75
Figura N°6.10 Curva S – Plazos (EVM).....	76
Figura N°6.11 Curva S – Valorización programada versus programación real...79	
Figura N°6.12 Curva S – Costos – Valor Ganado versus Valor planificado.....80	
Figura N°6.13 Índices de desempeño en costo y plazos.....81	
Figura N°6.14 Curva S en costos versus curva S en plazos	83
Figura N°6.15 Curva S – Plazos – Valor Ganado versus Valor planificado	84

Figura N°6.16 Índices de desempeño en plazos	85
Figura N°7.1 Ensayos de campo – Prueba de densidad	88
Figura N°7.2 Charla de 5min en campo	90
Figura N°7.3 Uso de arnés – Trabajo en altura	91
Figura N°7.4 Capacitación en campo – Reglamento de seguridad minera	91
Figura N°7.5 Colocación de cinta de seguridad	92
Figura N°7.6 Orden y limpieza en obra	92
Figura N°7.7 Formato de reporte de incidentes	93
Figura N°7.9 Clasificación de residuos sólidos	95
Figura N°7.10 Mitigación de polvo – Regado constante de vía	95
Figura N°7.11 Regado de áreas verdes.....	96

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

CIA	Compañía
BULD	Buldibuyo
RRCC	Relaciones comunitarias
UM	Unidad Minera
PVC	Policloruro de Vinilo
IGN	Instituto Geofísico Nacional
UTM	Universal Transversal de Mercator
WGS	World Geodetic System 1984
IGV	Impuesto General a la Venta
PTAR	Procedimiento de Trabajo de Alto Riesgo
IPER	Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos
ASTM	American Society for Testing and Materials
Ms Project	Microsoft Project
SPI	Índice de Cronograma Consumido
SV	Variación del cronograma
m.s.n.m.	Metros sobre nivel del mar
Ton.	Toneladas
f'c	Resistencia a la compresión
f'y	Límite de fluencia
Kg.	kilogramo
hh.	Horas Hombre
hm.	Horas Maquina
m ³ .	Metros cúbicos
mm.	Milímetros
m.	Metros
cm.	Centímetros
h.	Horas
min.	Minutos
seg.	Segundos
Km ² .	Kilómetro cuadrado
Kg/cm ²	Kilogramo por centímetro cuadrado
S/.	Soles
KN/m ³	Kilo newton por metro cubico
KPa.	Kilo Pascal

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

La minería en el Perú en el transcurso de las décadas viene implementando nuevos sistemas en sus diferentes procesos de producción, los cuales exigen ir acorde a la responsabilidad social, medio ambiente y seguridad, que en la actualidad es considerado el trípode de toda mina sostenible.

En base a este enfoque, la minería en el Perú busca nuevas tecnologías a implementar a través de la ciencia e ingeniería. En este contexto la minera desarrolla diversos proyectos de inversión que involucra a la Ingeniería Civil en sus diferentes etapas tanto en construcción, operación y cierre.

Las obras civiles en la minería van desde la construcción de componentes (relavera, desmontera, depósitos de Top Soil, tolvas de mineral y desmonte, plataformas, campamentos, planta beneficio y su infraestructura, oficinas, caminos, etc.) a obras sociales (caminos, saneamiento, defensas ribereñas, infraestructura, etc.).

En el presente informe bajo el enfoque de nuevas tecnologías, se aplica el Sistema Terramesh como solución para estabilizar un talud y a su vez trabajar en conjunto con una defensa ribereña a base de concreto armado. Por ello la importancia de conocer el procedimiento constructivo del proyecto y sus alcances.

Así mismo conocer las condiciones adversas bajo el cual se realizó el proyecto y como este trascendió en la productividad durante su ejecución.

1.1 ANTECEDENTES

Los métodos de estabilización de taludes generalmente están dirigidos a reducir las fuerzas actuantes, a incrementar las fuerzas resistentes o una combinación de los dos efectos. Es común que existan varios factores que determinen las fuerzas actuantes y resistentes y se requieran varios métodos de estabilización para lograr un efecto combinado. (Muñoz R. Maykool, 2017, pág. 43).

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. (J. Calavera, Muros de Contención y Muros de Sótanos 2da Edición, pág. 11)

En la Universidad Nacional de Ingeniería – Perú, Jesson Hernández (2014), presenta el procedimiento constructivo y analiza el control de productividad, riesgos en obra, contratiempos en la construcción de un muro de contención bajo el sistema terramesh para estabilizar el talud en la zona de espesadores en un proyecto minero (Toromocho). Observando también los costos de inversión, comparándolos con un muro de concreto armado y como este sistema reduce en 56.70% los costos cumpliendo la misma función de estabilidad de taludes.

El Sistema Terramesh es una alternativa para la contención o estabilización de taludes y terraplenes; es una estructura de suelo reforzado, ya que la estabilización del talud se logra mediante el inserto de elementos de refuerzo que resistan la tracción. (Castellano S. Juan, 2007, pág. 1).

Los muros de suelo reforzado están básicamente formados por suelo, los elementos de refuerzos o geomallas insertados en el suelo proveen el uso de inclinaciones deseadas en los taludes de los suelos. El refuerzo tiene la función principal de absorber los esfuerzos de tensión y minimizar las deformaciones.

Los refuerzos deben de ir cruzando las posibles fallas para que puedan movilizar su resistencia y aumentar los factores de seguridad. (Duque T. Richard, 2014, pág. 7).

En la Universidad Nacional de Ingeniería – Perú, Montero B. Mijaíl (2014), presenta el Proceso Constructivo de Elementos Verticales para Evitar la Segregación del Concreto, el objetivo de la tesis es determinar y analizar todas las variables que influyen directamente con la segregación en los elementos verticales del Proyecto Toromocho (muro de contención), se identificaron las principales, que a continuación se mencionan: el diseño de mezcla del concreto, la aglomeración del acero, el espaciamiento del acero, la velocidad de caída del

concreto y por último la compactación del concreto. De las variables principales que influyen en la segregación del concreto se optimizó el proceso constructivo inicial para la construcción tanto de elementos verticales como horizontales, logrando cumplir el objetivo principal.

En la Universidad Nacional de Ingeniería – Perú, Tejada S. Carlos (2000), presenta la Programación y Proceso Constructivo de la Bocatoma La Víbora y sus Obras Complementarias. En el que implica la importancia de un Plan de ejecución de obras ante trabajos realizados en las riberas del Rio Santa y la metodología del proceso constructivo a seguir, la problemática de las condiciones climatológicas y medidas a tomar durante la ejecución. Siendo estas de suma importancia en la ejecución de obras civiles en riberas.

Del mismo modo, en la Universidad Nacional de Ingeniería – Perú, Christian Montalvo (2017) presenta la importancia de la supervisión de obras civiles en un proyecto minero (Las Bambas) con el uso del BIM (software de diseño para modelamiento estructural), presenta la seguridad en obra y los documentos necesarios para la supervisión. Estas como herramientas necesarias para la gestión del supervisor.

Bajo estos enfoques y de otros proyectos notamos como la Ingeniería Civil es de suma importancia en los proyectos mineros, la importancia de conocer sus alcances en la construcción de diversos componentes mineros e infraestructura dentro del área de influencia. Así mismo, describir los procedimientos constructivos, rendimientos en la mano de obra, factores que afectan la productividad, análisis de costos, la seguridad en minería, la calidad en obra entre otros. Y como es la construcción en diversos altiplanos de la minería en el Perú. Ante ello Compañía Minera Caraveli S.A.C, el área de Ingeniería – Obras Civiles y Mina La Paccha (unidad destacada en La Libertad), solicita los servicios de Ingeniería a la empresa Consymin Ingenieros S.A.C (contrata externa) para la realización de los estudios básicos de ingeniería y elaboración del expediente técnico, con ello, estar a cargo de la ejecución del proyecto bajo la supervisión del área de Ingeniería - Obras Civiles de Compañía, para su correcta ejecución y control. En favor de la población del distrito de Buldibuyo a través de la inversión privada (bajo la modalidad de obras por impuestos).

1.2 PLANTEAMIENTO DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La municipalidad del Distrito de Buldibuyo, población del área de influencia y autoridades del lugar, ante el derrumbe de un tramo de 30.0 m. de defensa ribereña del río Buldibuyo, que por producto de las precipitaciones del lugar y erosión del río, solicitan el apoyo social a COMPAÑÍA MINERA CARAVELI S.A.C. de rehabilitar la defensa ribereña con tecnologías modernas e ingeniería adecuada y así asegurar la estabilidad física del muro como:

- Evitar el ingreso de aguas de escorrentía que puede generar un proceso de inestabilidad, mediante la saturación y la generación de presiones de poro en el talud, en la cimentación y en las superficies de contacto.
- Asegurar la estabilidad de los taludes asumiendo las condiciones más desfavorables existentes durante el período post-cierre, como eventos sísmicos y climáticos.
- Asegurar la estabilidad de las coberturas a colocar.
- Asegurar, con pequeñas obras de contención, el pie de los taludes contra la influencia de las escorrentías o flujos que puedan ocurrir en la base del desmonte de mina.

El enfoque de nuevas tecnologías, se aplica el Sistema Terramesh como solución para estabilizar un talud y a su vez trabajar en conjunto con una defensa ribereña a base de concreto armado. Por ello la importancia de conocer el procedimiento constructivo del proyecto y sus alcances.

Así mismo conocer las condiciones adversas bajo el cual se realizó el proyecto y como este trascendió en la productividad, los costos, la calidad y la seguridad durante su ejecución.

1.3 UBICACIÓN

Buldibuyo, es uno de los distritos patacinos; se encuentra ubicado al norte de la capital provincial a una altitud de 3162 m.s.n.m. De relieve accidentado, por la influencia de la Cordillera de los Andes, abarca una superficie de 227,39 km². La comunicación terrestre en vehículos motorizados entre Buldibuyo y la capital provincial, toma un tiempo de dos horas y quince minutos.

Limita por el norte con Huaylillas, Tayabamba y Taurija; por el este con Ongón; en tanto que por el oeste con Chilia y por el norte con Parcoy y la región de San Martín.

El distrito de Buldibuyo es uno de los trece distritos de la Provincia de Pataz, ubicada en el Departamento de La Libertad, bajo la administración del Gobierno regional de La Libertad, en el norte del Perú.



Figura N°1.1: Mapa Departamental de La Libertad
Fuente: Inei.gob.pe



Figura N°1.2: Mapa Distrital de Pataz
Fuente: Municipalidad Distrital de Buldibuyo

1.4 OBJETIVO DEL INFORME

El objetivo principal del presente informe es describir el procedimiento constructivo de un muro de malla terramesh y defensa ribereña utilizado en la construcción de la obra “Rehabilitación del Muro y Defensa Ribereña en el río del distrito de Buldibuyo – Pataz – La Libertad”, sus alcances y describir las condiciones adversas bajo el cual se realizó el proyecto y como este trascendió en la productividad durante su ejecución, bajo el enfoque de supervisor de campo.

Objetivos Específicos:

- Describir los aspectos del planeamiento inicial de obra, alcances de compañía, contrata ejecutora y acuerdos con población del área de influencia. Así mismo análisis de factores de retraso en la productividad de obra.
- Describir el procedimiento de ejecución de obra en la ribera del río Buldibuyo, enfatizando el sistema de malla terramesh y el concepto de suelo reforzado.
- Describir los resultados, costos y presupuestos, programación y control. Generando un comparativo de lo programado versus lo ejecutado.

- Describir los controles de calidad durante la ejecución del proyecto, la seguridad en materia de salud ocupacional bajo las herramientas de gestión en seguridad.

1.5 ESTUDIOS BÁSICOS

Entre los estudios básicos tomados en cuenta para la elaboración del diseño de la defensa ribereña y muro de Malla Terramesh, así como la ejecución:

a) Estudios Hidrológicos:

La ocurrencia periódica de precipitaciones extraordinarias ya sea por presencia de Fenómenos El Niño o de otras perturbaciones climáticas, hacen que en la microcuenca Buldibuyo se presenten en los cauces avenidas extremas que podrían originar desbordes e inundaciones en las zonas urbanas y agrícolas y como consecuencia de ello desastres socio económicos y ambientales.

Por ser fenómenos recurrentes requiere de medidas regulares, por lo que se hace necesario contar con un Plan de Defensas Ribereñas elaborado en base a una evaluación hidrológica de máximas avenidas para diferentes periodos de retorno.

En tanto se realizó un estudio Hidrológico con fines de determinar el caudal máximo instantáneo, para el diseño de defensas ribereñas en el río Buldibuyo.

Con objetivos específicos en:

- Análisis de precipitaciones máximas en 24h.
- Análisis de las máximas avenidas por el método racional para el diseño de las defensas ribereñas se considera el método racional por ser semejante a otra metodología y es el peor escenario; además, hay que tener en cuenta que los cambios climáticos que están sucediendo en nuestro país, cada vez son más extremos por lo que se tiene que ser muy conservador a la hora de realizar las estimaciones de las máximas avenidas.
- Determinación del caudal de diseño: 31.84 m³/s T= 200 años.

b) Estudios Geotécnicos:

Se realizó este estudio con el objetivo de evaluar las condiciones geotécnicas de la zona en estudio, con la finalidad de obtener los parámetros geotécnicos necesarios para el desarrollo de la ingeniería.

Evaluar la estabilidad de taludes en condiciones estáticas y pseudo estática del muro de contención. Se estimarán los mínimos factores de seguridad contra el deslizamiento global utilizando métodos de equilibrio límite mediante el software Slide versión 6.017 (Rocscience, 2012) considerando la teoría de equilibrio límite y el método de análisis de Spencer, el cual satisface el equilibrio tanto de fuerzas como de momentos que actúan en las dovelas a lo largo de la sección de análisis, a fin de determinar el mínimo factor de seguridad contra el deslizamiento del talud. Para evaluar el esfuerzo resistente desarrollado a lo largo de las superficies de falla, se consideró el criterio de falla de Morh – Coulomb para los materiales.

c) Estudios Topográficos:

Se realizó este estudio con el objetivo de conocer la topografía del terreno de la zona de estudio (levantamiento con estación total y Gps diferencial), con la finalidad de realizar el levantamiento topográfico y Georreferenciación para la elaboración del expediente técnico a detalle para la construcción del muro. Con ello se conoce el área de influencia del proyecto a realizarse, para ello se levantó las ambas márgenes del río Buldibuyo.

1.6 SUELO REFORZADO

La técnica de suelo reforzado consiste en la introducción de elementos resistentes a la tracción, convenientemente orientados, que aumentan la resistencia y disminuyen la deformabilidad del macizo. En este método, designado por refuerzo de suelos, ocurre una mejora en comportamiento global del macizo por la transferencia de los esfuerzos hacia los elementos resistentes a la tracción.

Los suelos presentan resistencia a esfuerzos de compresión y corte, pero no presentan resistencia a la tracción. Una masa de suelo, cargada verticalmente, sufre deformaciones verticales de compresión y deformaciones laterales de extensión (tracción). Si la masa de suelo presenta elementos de refuerzo, los movimientos laterales son limitados por la reducida deformabilidad del refuerzo. Esta restricción de deformaciones se obtiene con el desenvolvimiento de esfuerzos de tracción en el elemento de refuerzo. La figura 1.3 ilustra el principio básico del comportamiento del suelo reforzado. (Maccferri 2015. TM-BR-Manual Refuerzo de Suelos – SP).

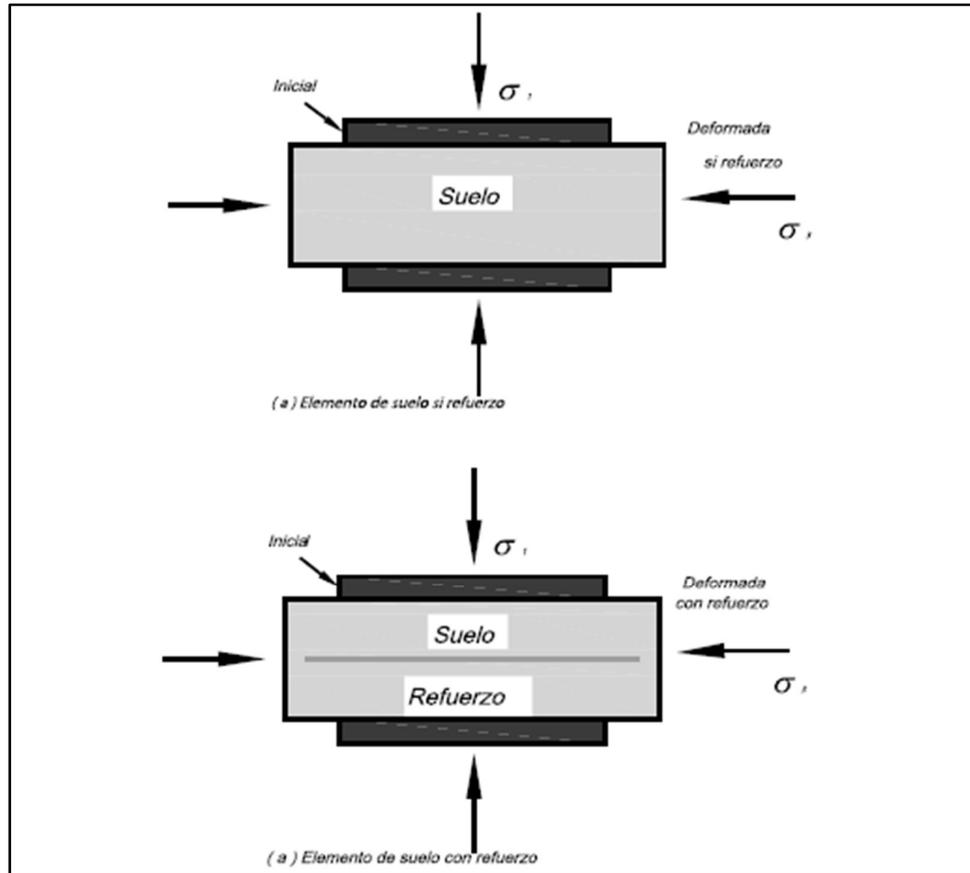


Figura N°1.3: Esquema de Suelo Reforzado
Fuente: Maccaferri 2015. TM-BR- Manual Refuerzo de Suelos

1.7 SISTEMA TERRAMESH

Para contenciones de mayor altura (>6.0m), en general, es preferible la solución Terramesh a la solución típica de gaviones (Maccaferri, 2001, Obras de Contención)

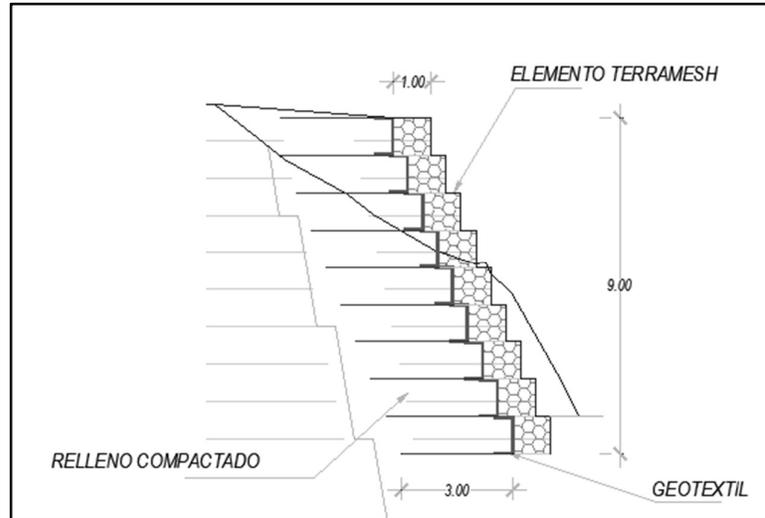


Figura N°1.4: Sección transversal Típica de una estructura Terramesh
Fuente: Elaboración Propia

El sistema Terramesh está constituido por elementos de malla hexagonal a doble torsión amarrados firmemente entre sí. Su presentación es similar al de un gavión caja de 1 metro de ancho, y además posee un panel de refuerzo (cola) que interacciona mecánicamente con el suelo. Esta cola crea en el suelo un tipo de “cohesión ficticia”, que reduce el empuje sobre el paramento frontal. En la práctica, la malla arma el terreno similarmente como las varillas de acero arman el concreto. El paramento frontal y el panel de refuerzo están formados por el mismo paño de red, sin interrupciones ni amarres. Dicha continuidad es necesaria para garantizar, en todo momento, la misma resistencia a la tracción, lo que no ocurriría con una unión. Son producidas en piezas separadas, solamente, las partes no sometidas a esfuerzos de tracción, como los laterales, el diafragma y el panel posterior (Maccaferri, 2005. Estructuras de tierra reforzada-Encarte Técnico).

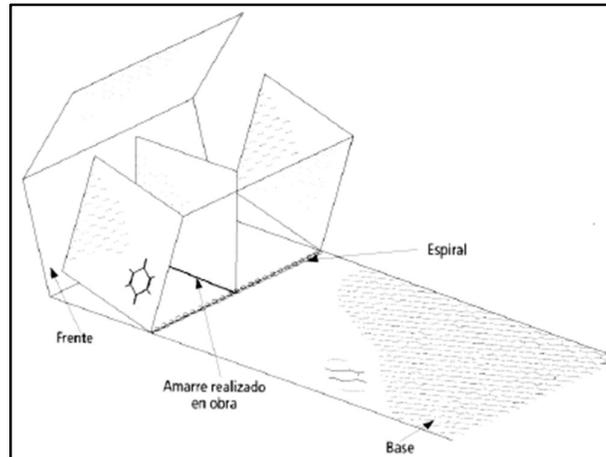


Figura N°1.5: Detalle del elemento terramesh

Fuente: Maccaferri, 2005. Estructuras de tierra reforzada-Encarte Técnico.

Por seguridad, los alambres deben ser protegidos con un recubrimiento de PVC. El PVC, por evitar el contacto directo entre los alambres y el suelo, elimina la posibilidad de corrosión de estos. Por ser un elemento continuo, con aberturas de dimensiones significativas, la malla trabaja como anclaje debido a la resistencia al movimiento ofrecida por el terreno, activada por fricción, corte y trabazón.

La fricción se manifiesta entre el suelo y los alambres y está relacionada con el ángulo de fricción interno del material de relleno, que se aconseja que no sea inferior a los 28° , el grado de compactación y la presión efectiva.

El corte surge debido al formato tridimensional de la malla, la cual confina, en su interior, una porción de relleno. Este fenómeno puede ser observado en los casos en que la malla al deslizarse tiende a mover el suelo, activando, de esta manera, su resistencia al corte (Maccaferri, 2005, Estructuras en suelo reforzado con el sistema Terramesh).

El sistema Terramesh mantiene las características técnicas y funcionales de las estructuras de gravedad de gaviones. Otra de sus grandes ventajas, es permitir la utilización del suelo existente para la formación del relleno, sin necesidad de utilizar suelos de mejor calidad.

1.7.1 Sistema de Anclaje

La capacidad de anclaje obtenida por la malla hexagonal se da debido a la acción combinada entre la fricción, corte y trabazón mecánica de las partículas.

La fricción se manifiesta en la superficie de los alambres y está relacionada con el ángulo de fricción interna del material de relleno.

El corte surge debido al formato tridimensional de la malla, la cual confina en su interior una porción del relleno (Imagen N°1.6). Este fenómeno puede ser observado en el caso de movimientos relativos (suelo-paño de malla), donde la malla al deslizarse tiende a mover el suelo, movilizándolo así su resistencia al corte total. (Maccaferri, 2015, Sistema de suelo reforzado Terramesh en proyectos Mineros-Informe Técnico).

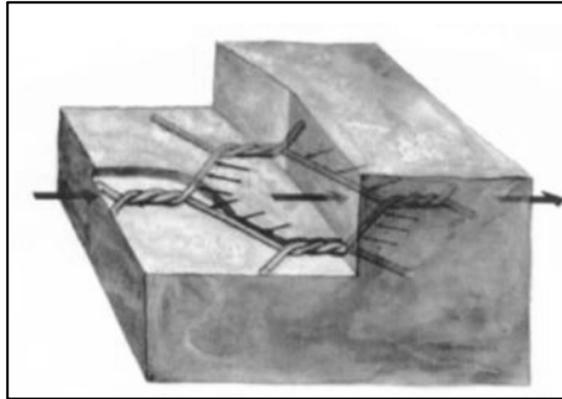


Figura N°1.6: Efecto de corte producido por la interacción suelo-malla
Fuente: Maccaferri, 2005. Estructuras de tierra reforzada-Encarte Técnico

Es importante mencionar que la resistencia a tracción en la dirección de las torsiones es mayor que en la dirección transversal, por lo tanto, los paneles de malla siempre se deben colocar de forma que la dirección de las torsiones forme un ángulo recto con la parte frontal de la estructura.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 MURO DE CONTENCIÓN

Las estructuras (muros) de contención o de relleno son obras civiles construidas con capacidad de estabilizar, retener, contener a un material o suelo que se encuentra a un nivel diferente a la superficie de apoyo de este. Predominando su forma vertical, en la actualidad el diseño y construcción va de la mano con la seguridad, medio ambiente, calidad, resistencia y durabilidad, sin dejar de lado los aspectos estéticos y económicos.

Clasificación: Estructural o Material

- Estructural: Muros de gravedad, Muros voladizos, Muros anclados, Muros con contrafuertes, Muro apoyado, Muro entramado, Muro Cantilever, Muro entramado, Muro semigravedad.
- Material: Concreto, mampostería, Concreto armado, gavionería, metal.

2.2 MURO DE GAVIONES

Las estructuras de gravedad en gaviones ya son un tradicional sistema de contención. Su origen es italiano y fueron empleadas, por primera vez en su versión moderna, al final del siglo XIX. Desde entonces su utilización es creciente y los campos de utilización son más amplios cada día. En América Latina esta solución comenzó a ser utilizada al inicio de los años 70 y hoy ya existen muchas obras en todos los países de la región. (Rafael Piñar Venegas, "Proyecto de construcción de un muro de gaviones de 960 m³". Tesis para optar Título Profesional. Costa Rica, 2008).

Son constituidas por elementos metálicos confeccionados con redes de malla hexagonal de doble torsión, llenados con piedras. Estas estructuras son extremadamente ventajosas, desde el punto de vista técnico y económico, en la construcción de estructuras de contención, pues poseen un conjunto de características funcionales que no existen en otros tipos de estructuras. (Rafael

Piñar Venegas, “Proyecto de construcción de un muro de gaviones de 960 m³”. Tesis para optar Título Profesional. Costa Rica, 2008).

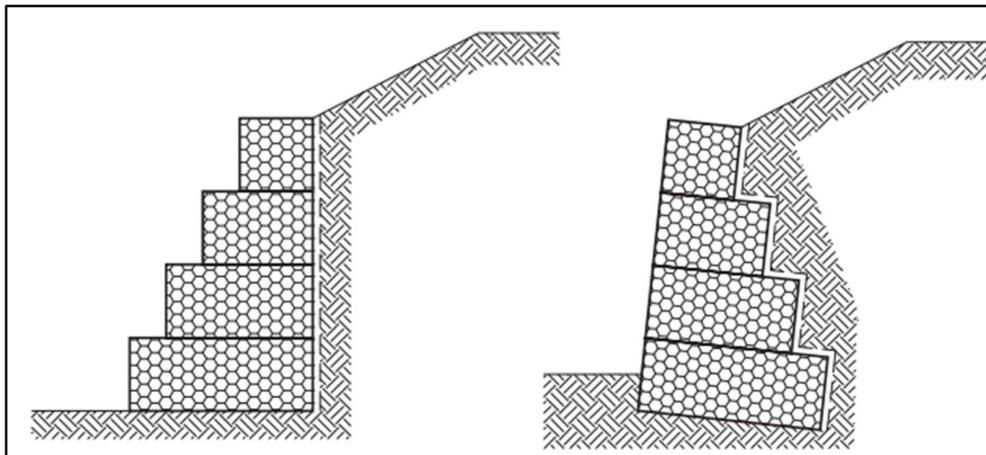


Figura N°2.1: Muro de gaviones con escalones externos e internos.
Fuente: Maccaferri, 2015. Manual de Obras de Contención-Manual Técnico

Todas las unidades son firmemente unidas entre sí a través de costuras con alambres de iguales características a los de la malla, de modo de formar una estructura continua. La elección del material a ser usado sea en lo que se refiere a las características de la malla o en el material de relleno, es de fundamental importancia para la obtención de una estructura realmente eficaz. La malla, en particular, debe poseer las siguientes características: • Elevada resistencia mecánica; • Elevada resistencia contra la corrosión; • Buena flexibilidad; • No ser fácil de destejer o desmallar. El tipo de malla metálica que mejor atiende a estos requisitos es aquella del tipo hexagonal de doble torsión, producida con alambres de bajo contenido de carbono, revestidos con aleación de 95% zinc, 5% de aluminio y tierras raras (Zn 5Al MM = Galfan®), con o sin revestimiento plástico. Como ya fue mencionado, la construcción de un muro de gaviones es extremadamente simple, sin embargo, la estructura final tendrá características técnicas muy importantes. De hecho, podemos considerar las contenciones en gaviones como estructuras (Maccaferri, 2015. Manual de Obras de Contención-Manual Técnico).

2.3 VENTAJAS DE LA MALLA TERRAMESH

Entre las principales ventajas se tiene:

- a) Flexibilidad:

Permiten la adaptación de las estructuras a las deformaciones y movimientos del terreno, sin perder su estabilidad y eficiencia. Debido a su flexibilidad es el único tipo de estructura que no requiere fundaciones profundas, aun cuando son construidas sobre suelos con baja capacidad de soporte. Esa característica también permite, en la mayoría de los casos, que la estructura se deforme mucho antes del colapso permitiendo la detección anticipada del problema y dando oportunidad de realizar intervenciones de recuperación, minimizando gastos y evitando accidentes de proporciones trágicas (Maccaferri, 2015. Manual de Obras de Contención-Manual Técnico).

b) Permeables:

Un eficiente sistema drenante es indispensable para una buena performance y vida útil de las estructuras de contención. Las contenciones en gaviones, por las características intrínsecas de los materiales que las componen, son totalmente permeables y, por lo tanto, autodrenantes, aliviando por completo el empuje hidrostático sobre la estructura. Es necesario comentar que los problemas con drenaje son la causa más común de inestabilidad de estructuras de contención (Maccaferri, 2015. Manual de Obras de Contención-Manual Técnico).

c) Durables:

Para garantizar mayor durabilidad, los alambres reciben revestimientos especiales para evitar su corrosión. El primer tipo de revestimiento es el resultado de una tecnología moderna y consiste de una aleación compuesta por Zinc, Aluminio y Tierras Raras (Zn 5Al MM = Galfan®) que es aplicada al alambre por inmersión en caliente. Este revestimiento es utilizado cuando la estructura está localizada en un ambiente no agresivo. En estas condiciones la vida útil del revestimiento supera por mucho los 50 años. Cuando la estructura está en contacto directo con ambientes químicamente agresivos (urbanos o no), ambientes marinos o zonas con alto grado de contaminación, es necesario el uso de un revestimiento adicional en material plástico (Zn 5Al MM + plástico), lo que torna al alambre totalmente inerte frente ataques químicos. Estos revestimientos, aplicados a los alambres que forman las mallas de los gaviones, garantizan que el deterioro de la estructura será extremadamente lento y con efectos menos graves de lo que se registra en cualquier otro tipo de solución, aun cuando sean usadas en ambientes agresivos, caracterizándose como obras definitivas. Se debe también considerar que, con el

tiempo, la colmatación de los vacíos entre las piedras causada por la deposición del suelo transportado por el agua y/o el viento y el crecimiento de las raíces de las plantas que se desarrollan en los gaviones, consolidan aún más la estructura y aumentan su peso mejorando su estabilidad (Maccaferri, 2015. Manual de Obras de Contención-Manual Técnico).

d) De bajo impacto ambiental:

Actualmente las obras de ingeniería de infraestructura deben causar el menor impacto posible al medio ambiente necesitando la aprobación, sobre este enfoque, por parte de los órganos competentes. Las estructuras en gaviones se adaptan muy bien a este concepto, durante su construcción y a lo largo de la vida útil de la obra. Debido a su composición no interponen una barrera impermeable para las aguas de infiltración y percolación. Con eso, principalmente en obras de protección hidráulica, las líneas de flujo no son alteradas y el impacto para la flora y fauna local es el mínimo posible. Se integran rápidamente al medio circundante, posibilitando que el ecosistema, anterior a la obra, se recupere casi totalmente. En las situaciones en que el impacto visual de la estructura pueda causar perjuicio al medio, se puede fomentar el crecimiento de vegetación sobre la misma, haciendo que los gaviones se integren perfectamente a la vegetación local. Esta técnica es bastante común en las obras de contención en áreas residenciales. Otras situaciones exigen un aspecto arquitectónico y paisajístico agradable de la obra y, las estructuras en gaviones, por los materiales utilizados, presentan texturas y colores que, según la situación, se pueden mezclar con el medio circundante integrándose visualmente al lugar o generando un destaque impactante. Tales características hacen que las estructuras en gaviones sean preferidas y ampliamente utilizadas en obras con gran preocupación paisajística y ambiental (Maccaferri, 2015. Manual de Obras de Contención-Manual Técnico).

e) Económicas:

Cuando son comparadas a otros tipos de soluciones, con las mismas resistencias estructurales, presentan costos directos e indirectos más bajos. Pudiéndose construir en etapas, adecuando cada etapa al balance financiero de la obra (Maccaferri, 2015. Manual de Obras de Contención-Manual Técnico).

f) Prácticas y versátiles:

Presentan extrema facilidad constructiva ya que los materiales utilizados son secos - gaviones (fardos metálicos), piedras y tablas (para encofrados) - y la mano de obra necesaria para el montaje y llenado de los elementos está formada básicamente por peones (ayudantes), dirigidos por maestros de obras. Debido a estas características, pueden ser construidas sobre cualquier condición ambiental, con o sin equipamiento mecánico aun en lugares de difícil acceso. Por no exigir mano de obra especializada, son extremadamente ventajosas en lugares con pocos recursos, pudiendo también ser construidas bajo el régimen comunitario, trayendo, en ambos casos, beneficios sociales a la comunidad local. Cuando se opta por el llenado mecánico de los elementos, se puede usar cualquier tipo de equipo destinado a excavación en obras de movimiento de tierras. Toda estructura en gaviones entra en funcionamiento apenas los elementos son llenados, esto es, inmediatamente, no siendo necesarios tiempos de fraguado y desencofrado. Eso permite que el relleno sea efectuado simultáneamente a la construcción del muro. Para ciertas aplicaciones, esa característica puede ser muy importante en la operatividad y avance de la obra. Otro punto para destacar es que una eventual modificación o ampliación de la estructura, necesaria en función de las variaciones en la configuración local o en el comportamiento hidráulico o estático de la obra, puede ser realizada con solo adicionar o retirar elementos de la estructura original. En caso sea necesario, eventuales servicios de mantenimiento en elementos con redes dañadas pueden ser realizados de manera fácil y rápida, superponiendo y amarrando un nuevo panel a aquel que ha sido dañado (Maccaferri, 2015. Manual de Obras de Contención-Manual Técnico).

2.4 DISEÑO DE MURO DE MALLA TERRAMESH

Los muros de gaviones trabajan como muros de gravedad, siendo su función principal la de soportar los empujes laterales del terreno. Específicamente, estas estructuras son diseñadas para el empuje activo del terreno, dado que, por su flexibilidad, es de esperar que se den las deformaciones del suelo suficientes para que se alcance esta condición, con la correspondiente reducción de la resistencia cortante, con relación a la condición de reposo.

Por otra parte, se debe tener presente que el muro en sí es una estructura drenante, por eso no es posible que se generen empujes a causa del agua. Sin embargo, debe verificarse esta condición en sitio, de manera que se tenga

garantía de que no existan elementos que permitan la acumulación de agua tras el muro, con los consecuentes empujes horizontales.

En Mecánica de Suelos se admite que la resistencia al corte de los suelos sigue el criterio de falla de Mohr-Coulomb, según el cual la resistencia en cualquier plano de falla potencial dentro del suelo es función del esfuerzo normal efectivo que actúa sobre él. Sin embargo, debido a la dificultad de realizar el análisis de esfuerzos efectivos a corto plazo en suelos de baja permeabilidad, a menudo se recurre utilizar los esfuerzos totales. (Rafael Piñar Venegas, “Proyecto de construcción de un muro de gaviones de 960 m³”. Tesis para optar Título Profesional. Costa Rica, 2008).

2.5 OTRAS APLICACIONES DE LA MALLA HEXAGONAL

Entre las principales aplicaciones tenemos:

a) Obras Longitudinales:

Son estructuras para la defensa y conservación de márgenes contra la acción erosiva de las aguas, se dividen en dos tipos

- Obras Leves: En las cuales los colchones Reno actúan como revestimiento.
- Obras macizas: En las cuales los gaviones actúan también como una obra de contención. (Maccaferri, 2015. Gaviones otras soluciones en malla hexagonal de doble torsión - Manual Técnico).



Figura N°2.2: Muro de gaviones longitudinal con escalones externos
Fuente: Maccaferri, 2015. Gaviones otras soluciones en malla hexagonal de doble torsión - Manual Técnico.

b) Obras Transversales:

Los gaviones son ampliamente utilizados en la sistematización corrección de los cauces fluviales, en la regularización del transporte de sólidos en la creación de reservorios artificiales, con la construcción de diques, soleras, presas, etc. (Maccaferri, 2015. Gaviones otras soluciones en malla hexagonal de doble torsión - Manual Técnico).

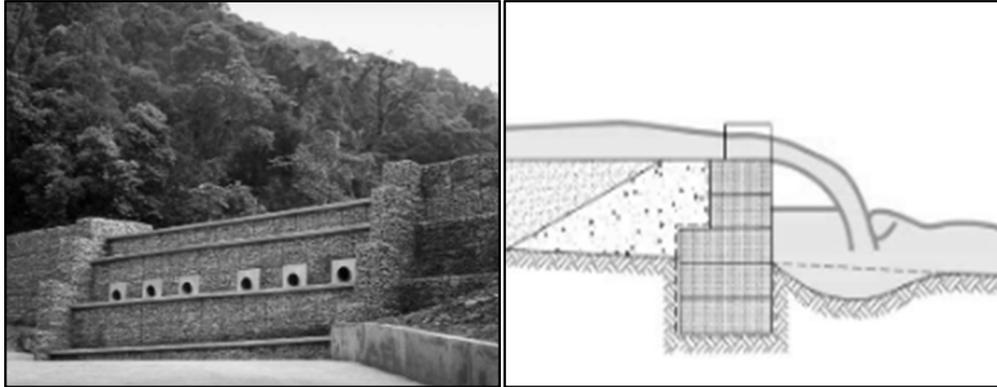


Figura N°2.3: Muro de gaviones transversal con escalones externos e internos
Fuente: Maccaferri, 2015. Gaviones otras soluciones en malla hexagonal de doble torsión - Manual Técnico.

c) Canalizaciones:

Los gaviones y colchones reno son largamente utilizados en canales o cursos de agua canalizados, pudiendo actuar en la contención /o protección de las márgenes y en el revestimiento total o parcial del fondo. (Maccaferri, 2015. Gaviones otras soluciones en malla hexagonal de doble torsión - Manual Técnico)

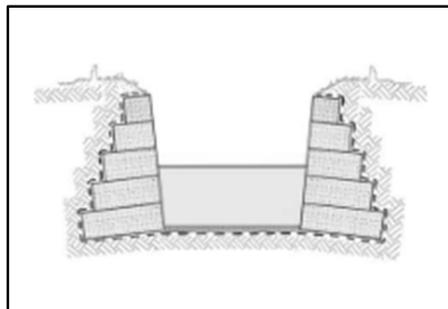


Figura N°2.4: Muro de gaviones canalizando curso de río.
Fuente: Maccaferri, 2015. Gaviones otras soluciones en malla hexagonal de doble torsión - Manual Técnico.

d) Protección apoyo de Puentes:

El enorme suceso de las obras realizadas ha difundido el empleo de los gaviones como apoyo de puentes y defensa contra la erosión de rellenos de aproximación.

(Maccaferri, 2015. Gaviones otras soluciones en malla hexagonal de doble torsión - Manual Técnico)

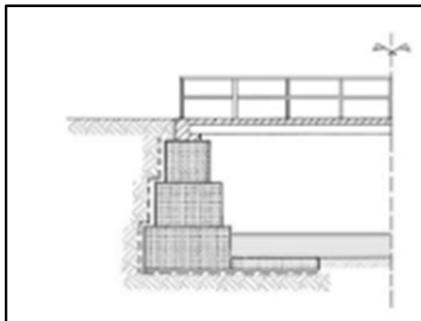


Figura N°2.5: Muro de gaviones en estribo de puente.

Fuente: Maccaferri, 2015. Gaviones otras soluciones en malla hexagonal de doble torsión - Manual Técnico.

e) Alcantarillas:

Los gaviones permiten proteger eficazmente las alcantarillas. Protegen el terreno natural de eventuales erosiones provocadas por el agua, si necesario se adaptan a eventuales asentamientos del suelo de apoyo. (Maccaferri, 2015. Gaviones otras soluciones en malla hexagonal de doble torsión - Manual Técnico)



Figura N°2.6: Muro de gaviones en alcantarilla.

Fuente: Maccaferri, 2015. Gaviones otras soluciones en malla hexagonal de doble torsión - Manual Técnico.

f) Refuerzo para pavimentos Flexibles:

Es un elemento estructural fabricado en malla hexagonal a doble torsión reforzada transversalmente a intervalos regulares, por barras de acero insertadas durante su fabricación.

Debido a la diferencia de funciones que puede desempeñar y a los diferentes niveles de sollicitación a que puede ser sometido en las carreteras pavimentadas, Maccaferri desarrollo dos tipos de RoadMesh.

- El tipo S, para aumentar la capacidad de carga y reducir las deformaciones permanentemente.

- El tipo L, para recargar las capas superficiales absorbiendo los esfuerzos tangenciales.
- Los alambres utilizados en la fabricación de estos elementos tienen revestimiento con aleación Galfan. (Maccferri, 2015. Gaviones otras soluciones en malla hexagonal de doble torsión - Manual Técnico)



Figura N°2.7: Malla doble torsión reforzada en pavimentos.

Fuente: Maccferri, 2015. Gaviones otras soluciones en malla hexagonal de doble torsión - Manual Técnico.

2.6 USO DE GEOTEXTIL NO TEJIDO

a) Filtración y Drenaje:

Gracias a su alta permeabilidad, los geotextiles no tejidos permiten el paso de fluidos a través de su estructura reteniendo las partículas de suelo, sustituyendo así, con ventajas técnicas, económicas y constructivas, los tradicionales filtros naturales de transición granulométrica. Esta propiedad adquiere mayor importancia en las aplicaciones en muros de contención, pues se garantiza la filtración y el drenaje del muro en todo momento, aliviando las presiones hidrostáticas, para las cuales estos no fueron diseñados.

Para lo anterior, las principales características técnicas del geotextil que deben ser verificadas para garantizar un buen desempeño de la función de filtración son: permeabilidad normal, resistencia al punzonamiento y, eventualmente, resistencia

a la tracción (solamente durante la instalación). (Maccaferri, 2015. Filtración, Separación y Protección - Manual Técnico).

b) Separación:

Los geotextiles no tejidos son utilizados como elementos de separación entre suelos de características diferentes evitando que estos se mezclen. Esta característica es muy importante en los casos de muros de gaviones, ya que se evita que los finos del relleno se introduzcan en los gaviones, obstruyéndolos, con la consecuente pérdida de capacidad de drenaje y generando presiones hidrostáticas futuras. Además, se impide la socavación de los materiales del relleno.

Para esta función, las principales propiedades del geotextil que deben ser consideradas son: densidad nominal y espesor, resistencia al punzonamiento y, eventualmente, resistencia a la tracción (solamente durante la instalación). (Maccaferri, 2015. Filtración, Separación y Protección - Manual Técnico).

c) Escogencia del geotextil:

Los métodos de diseño que se emplean con mayor frecuencia para escoger un geotextil para aplicaciones geotécnicas son: el empírico (diseño por experiencia), y por especificación (obtenido de los fabricantes).

Entre las principales desventajas de los geotextiles, se puede mencionar la susceptibilidad al vandalismo, y la degradación que sufren por la acción de la luz ultravioleta, por lo que se recomienda cubrirlos, una vez que han sido instalados. (Rafael Piñar Venegas, "Proyecto de construcción de un muro de gaviones de 960 m³". Tesis para optar Título Profesional. Costa Rica, 2008).

2.7 PRESUPUESTO

El presupuesto de obra es la valorización económica de las cantidades obtenidas de las partidas o tareas de los costos directos e indirectos. Determinados de manera anticipada de la ejecución de la obra.

Las partidas del presupuesto son de suma importancia, porque es el punto de partida para la organización, seguimiento y control de costos de la ejecución de la obra. (Macchia, 2009, pág. 135)

2.8 CONTROL DE COSTOS

Es el proceso de monitorear el presupuesto del proyecto programado con la finalidad de actualizar los costos reales, esto no significa que solo se monitoree el gasto sin ningún tipo de análisis, por el contrario, se deben identificar los factores que lo originan. Como por ejemplo identificar aquellos factores que produzcan cambios en el costo programado y que se generen los cambios de manera oportuna con la finalidad de que estos cambios no generen un exceso en los costos programados y a su vez informar debidamente a los interesados los cambios que se han generado para mantener los excesos de costos dentro de los límites aceptables. (Project Management Institute, 2017, pág. 259)

2.8.1 Métodos y Software para la Gestión y Control de Costos

Las empresas debido a su necesidad cuentan con diferentes herramientas y metodologías para poder gestionar y controlar los costos de sus proyectos, veamos algunas de estas y como se emplean; El diagrama de Gantt; es considerado como el método más utilizado para la planificación de los proyectos hasta hoy, pese a los esfuerzos realizados por los planificadores para la construcción de nuevas técnicas. El método es el más utilizado por su simplicidad y manejabilidad. Considerándose como uno de los más antiguos para la gestión de proyectos de construcción. (Berrio, 2015, pág. 32).

El Diagrama Gantt, es un gráfico en donde se relacionan las actividades de un proyecto en un tiempo determinado en los ejes horizontales y verticales; en el eje horizontal, se muestran un rango de tiempo representado en una escala de tiempo como hora, día, semana, mes, etc.

En el eje vertical, se muestran las secuencias de las actividades de las partidas del proyecto; en esta se visualiza cada actividad con su tiempo y duración.

La duración total del proyecto, se disponen de sumas de las actividades y/o partidas del proyecto, con una barra horizontal cuya longitud es proporcional a su duración indicando el inicio y fin de la actividad. (Fernandez, 2018, pág. 15)

El software Microsoft Project es una herramienta muy utilizada para la gestión de proyectos tales como control de tiempos, asignación de costos, recursos y el seguimiento a la ejecución de las actividades del proyecto. Debido a que este software permite la asignación de los recursos a las tareas, el seguimiento del progreso, la gestión de los presupuestos y el análisis de cargas de trabajo. (Berrio, 2015, pág. 34)

CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1 DATOS GENERALES DE LA OBRA

La construcción del muro de malla terramesh y defensa ribereña comprende un área de 300.0 m², cuyos componentes del proyecto son:

- La construcción de un muro de concreto armado $f'c=210$ Kg/cm² de 30.0 m. de longitud por 3.10 m. de altura desde la base de la zapata hasta la corona, con juntas cada 4.98 m.
- Muro Terramesh de 30.0 m. de longitud por 10.00 m. de altura desde la corona del muro de concreto armado hasta el nivel de terreno superior de cota 3211.50 msnm en promedio.

✓ Datos Generales

Nombre	: Rehabilitación de Muro Gavión "Buldibuyo – Túnel 18"
Ubicación	: Perú - Pataz
Distrito	: Buldibuyo
Departamento	: La Libertad
Sistema de Licitación	: Privada – Restringida por invitación
Sistema de Ejecución	: Precios Unitarios
Valor de Obra	: 344,715.28 (S/.)
Proyectista	: Consymin Ingeniería y Construcción S.A.C.

✓ Contratista

Empresa Contratista	: Consymin Ingeniería y Construcción S.A.C.
Residente de Obra	: Ing. Juan Cristóbal Martínez
Monto de Contrato	: 213,841.25 (S/.) INC. IGV.

✓ Fechas Contractuales

Suscripción del contrato	: Consymin Ingeniería y Construcción S.A.C.
Entrega de Terreno	: Perú – Pataz
Plazo de ejecución	: 75 días calendarios
Inicio de Obra	: 16/09/2019
Fecha Final Contractual	: 29/11/2019
Fecha Final Real de Obra	: 30/11/2019

3.2 MEMORIA DESCRIPTIVA

3.2.1 Generalidades

3.2.1.1 *Objetivos del Proyecto*

Los objetivos de cierre correspondientes a la REHABILITACION DE MURO GAVION “BULDIBUYO – TUNEL 18” es asegurar la estabilidad física y evitar las condiciones como:

- Evitar el ingreso de aguas de escorrentía que puede generar un proceso de inestabilidad, mediante la saturación y la generación de presiones de poro en el talud, en la cimentación y en las superficies de contacto.
- Asegurar la estabilidad de los taludes asumiendo las condiciones más desfavorables existentes durante el período post-cierre, como eventos sísmicos y climáticos.
- Asegurar la estabilidad de las coberturas a colocar.
- Asegurar, con pequeñas obras de contención, el pie de los taludes contra la influencia de las escorrentías o flujos que puedan ocurrir en la base del desmonte de mina.

Por ello, los estudios de estabilidad física se orientan a la estabilidad contra deslizamientos, corrimientos o problemas de derrumbes ya sea superficiales o profundos.

3.2.1.2 *Ubicación*

La Rehabilitación de Muro Gavión “Buldibuyo – Túnel 18” se ubica en el distrito de Buldibuyo, provincia de Pataz, Región La Libertad.

Se ubica en la hoja IGN Tayabamba (17-i).

El área puede ser accesible, vía terrestre, desde la ciudad de Lima:

Ruta Terrestre	Kms	Tiempo	Estado
1.- Lima - Chimbote	428	6 hrs 32 min	Carretera Asfaltada
2.- Chimbote – Sihuas	228	5 hrs 16 min	Carretera Asfaltada y Afirmada
3.- Sihuas Tayabamba	134	6 hrs 20 min	Carretera Afirmada

4.- Tayabamba - Buldibuyo	25.0	1 hrs 30 min	Carretera Afirmada
------------------------------	------	--------------	--------------------

Cuadro N°3.1: Ruta terrestre Lima - Buldibuyo
Fuente: Expediente Técnico de Obra

Ruta aérea	Tiempo	Estado
1.- Lima - Aeropuerto Pias	1 hrs 00 min	Avioneta
2.- Aeropuerto Pias - Buldibuyo	3 hrs 30 min	Carretera Afirmada

Cuadro N°3.2: Ruta aérea y terrestre Lima - Buldibuyo
Fuente: Expediente Técnico de Obra

El viaje aéreo se realiza en avioneta comercial desde LIMA hasta el aeropuerto de PIAS, de allí se sigue por carretera afirmada al Proyecto.

a) Coordenadas del proyecto

A continuación, se presenta la ubicación de las plataformas objeto del presente estudio:

N°	NOMBRE	NORTE	ESTE	COTA
1	Desmante	9 100 816.98	235 663.63	3211

Cuadro N°3.3: Ubicación del Desmante de Mina UTM WGS 84 Zona 17S
Fuente: Expediente Técnico de Obra

3.2.1.3 Marco Normativo

Para el análisis, cálculos, diseños, procedimientos y especificaciones para este proyecto se tomaron como referencia las siguientes Normas (teniendo como prioridad las Normas, Guías y Reglamentos Nacionales).

- Reglamento Nacional de Construcción
- Guía para la Elaboración de Planes de Cierre de Minas
- Guía Ambiental para el Cierre y Abandono de Minas.
- Guía para el diseño de coberturas de depósitos de residuos mineros.
- Norma Técnica Sismo resistente E-030
- Norma Técnica de Concreto E-060
- Norma Técnica de Suelos E-050.

En todos los casos, se usan las normas correspondientes a su última versión vigente y teniendo siempre presente que las exigencias de la Norma se consideran mínimas, por lo que serán completadas si fuera necesario.

3.2.1.4 Parámetros de Diseño

a) Tiempo de vida útil y periodos de retorno de obras hidráulicas:

Los Canales mencionados se trabajaron bajo periodo de retorno 500 años influyente al depósito de desmonte. Donde tendrá una vida útil de 75 años promedio, teniendo un mantenimiento adecuado.

OBRAS HIDRÁULICAS	PERIODO DE RETORNO	VIDA ÚTIL
Muro Terramesh	250 años	75 años

Cuadro N°3.4: Periodo de retorno y vida útil
Fuente: Expediente Técnico de Obra

En base al rendimiento de microcuenca ($3.06 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$), se estima un caudal de diseño de $31.84 \text{ m}^3/\text{s}$, el cual es el dato de entrada para el diseño de las estructuras propuestas.

b) Parámetros geotécnicos del suelo de cimentación:

Para el estudio de estabilidad física del desmonte y el muro terramesh se realizó tomando en cuenta el estudio geotécnico y parámetros de materiales.

SUELO O MATERIAL	LEYENDA	PESO UNITARIO	COHESIÓN	FRICCIÓN
		(KN/m3.)	(Kpa)	(GRADOS)
Desmonte		27.25	0	35.4
Pizarra - Lutita**		20	23	30
Basamento Rocoso - Basalto**		23	100	60
Muro Terramesh		18	20	38
Muro de Contención		24	23	35

Cuadro N°3.5: Parámetros de Resistencia de los Materiales
Fuente: Expediente Técnico de Obra

c) Aceleración estático y Pseudoestático:

Los criterios utilizados en el diseño se basan en la aplicación de metodologías de análisis y diseño, para obras de ingeniería geotécnica.

Las pruebas y ensayos para la obtención de la información del desmonte y de los materiales existentes cumplen procedimientos estandarizados internacionalmente.

Los criterios de diseño se basan en la aplicación de modelos, procedimientos de análisis y diseño que son actualizados permanentemente.

- Se tomarán 03 secciones críticos para el análisis de estabilidad.
- El análisis de estabilidad estático considera como fuerzas desestabilizadoras, actuantes a lo largo de las secciones de análisis, a las producidas debido al peso propio del material que conformará el cuerpo de las componentes y las cargas estáticas actuantes sobre el talud de este.
- Se ha considerado un mínimo factor de seguridad aceptable de 1.5.
- El análisis de estabilidad Pseudoestático considera que la acción sísmica sobre la estructura puede ser representada por una fuerza sísmica horizontal constante aplicada sobre el centro de gravedad de cada dovela (carga monotónica).
- Para la evaluación de la estabilidad en condiciones Pseudoestático, ante la posibilidad de un evento sísmico, se ha considerado un coeficiente sísmico de 0.14, correspondiente al valor de la aceleración para eventos de 500 años de periodo de retorno, que corresponde a una exposición sísmica de 50 años con una probabilidad de excedencia de 10 %. Se ha considerado un mínimo factor de seguridad aceptable de 1.0.

SECCIÓN ANALIZAR	CONDICIÓN DE ANÁLISIS	FACTOR DE SEGURIDAD MÍNIMO
Sección A-A	Estático	1.5
	Pseudoestático a=0.14g	1
Sección B-B	Estático	1.5
	Pseudoestático a=0.14g	1
Sección B-B	Estático	1.5
	Pseudoestático a=0.14g	1

Cuadro N°3.6: Datos para análisis
Fuente: Expediente Técnico de Obra

3.2.1.5 Descripción del Proyecto

a) Sin Proyecto:

Presenta desniveles del proyecto 3212.00 a 3197 msnm, en la actualidad existe un muro gaviones, que con el tiempo se desestabilizó por motivo de cauce del río Buldibuyo, como se muestra en la figura N.º 3.2.

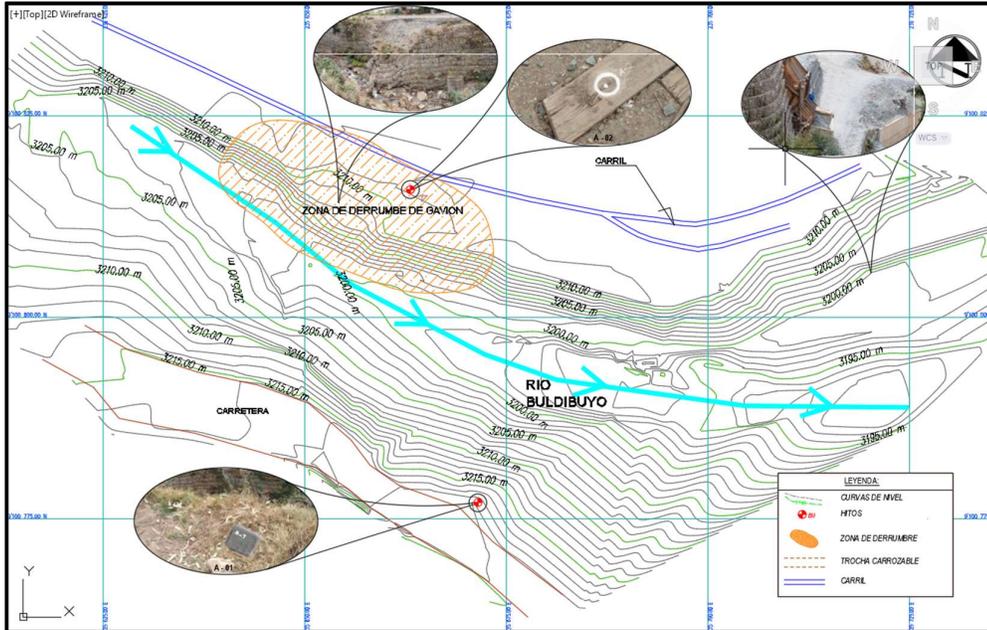


Figura N°3.1: Topografía de la rehabilitación sin proyecto.
Fuente: Expediente Técnico de Obra.



Figura N°3.2: Topografía de la rehabilitación sin proyecto.
Fuente: Expediente Técnico de Obra.

b) Con Proyecto

Con el proyecto se reforzará de acero y malla. El refuerzo de malla de alambre de triple torsión aprovecha la fricción que actúa a lo largo de la superficie del alambre y, lo más importante, de las propiedades mecánicas por interlocking (enclavamiento) entre la malla y el suelo del relleno estructural.

Las ventajas del sistema de Terramesh en el proyecto son:

- Permeabilidad de la cara frontal, garantizando el drenaje del relleno
- Seguridad estructural en caso de incendio cerca de la cara frontal
- La reducción del impacto ambiental mediante el uso de vegetación incorporada en la cara frontal de la estructura.
- Brinda mayor estabilidad que lo gaviones colocados en obra actualmente

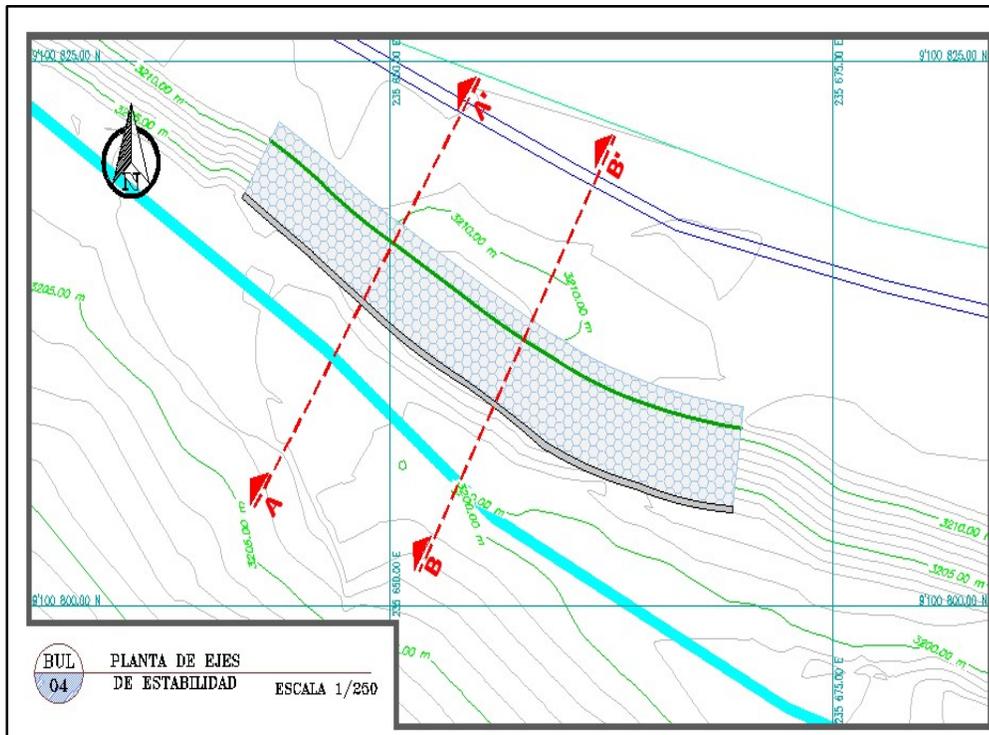


Figura N°3.3: Condición de Muro Terramesh con Proyecto.
Fuente: Expediente Técnico de Obra.

Estabilización física: Se procesaron de 02 cortes para el análisis A-A' y B-B' siguiendo los parámetros del cuadro 3.4 cuyo resultado en función del Factor de

Seguridad son mayor al mínimo recomendable; en condiciones estáticas y condiciones pseudoestático se puede ver en siguiente cuadro.

SECCIÓN ANALIZAR	CONDICIÓN DE ANÁLISIS	FACTOR DE SEGURIDAD	FACTOR DE SEGURIDAD MÍNIMO	NIVEL O GRADO DE ESTABILIDAD
SECCIÓN A-A	Estático	1.821	1.5	Estable
	Pseudoestático a=0.125g	1.503	1	Estable
SECCIÓN B-B	Estático	1.520	1.5	Estable
	Pseudoestático a=0.125g	1.280	1	Estable

Cuadro N°3.7: Resultados para análisis
Fuente: Expediente Técnico de Obra

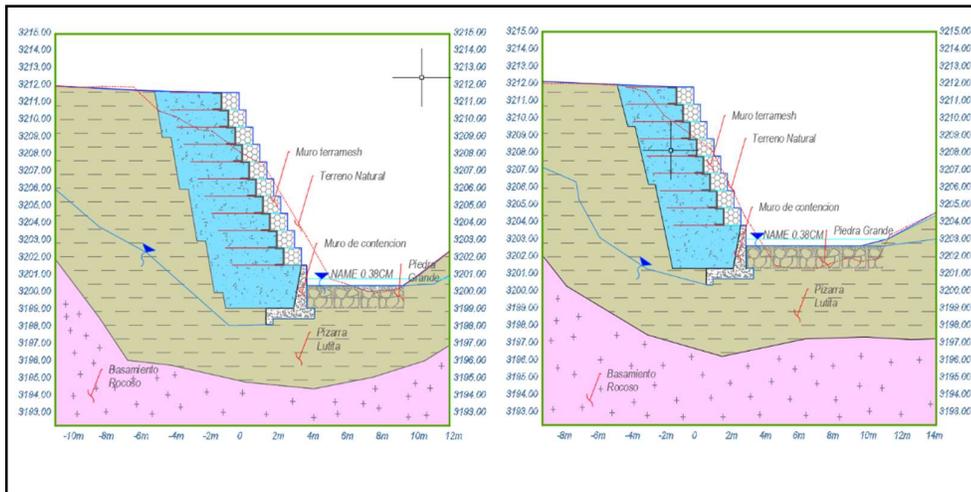


Figura N°3.4: Secciones transversales A-A y B-B
Fuente: Expediente Técnico de Obra.

En el pie de talud se diseña un muro de concreto armado, $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ de 30.0 m. a lo largo terreno, Ver plano BUL-08 (ver anexo), las juntas estas distancias cada 5.00 m., donde el material de relleno será el desmonte (material propio) y se verificará el material con ensayos de Proctor modificado para obtener la máxima densidad seca y que supere el 90% del grado de compactación.

El material de relleno (material propio), será colocado y compactado por capa 0.30 m. de espesor, realizando pequeñas calicatas al tamaño del platillo del cono de arena para validar el porcentaje de compactación. Y posterior a eso se sienta el muro terramesh ver diseño Plano BULD-11(ver anexo).

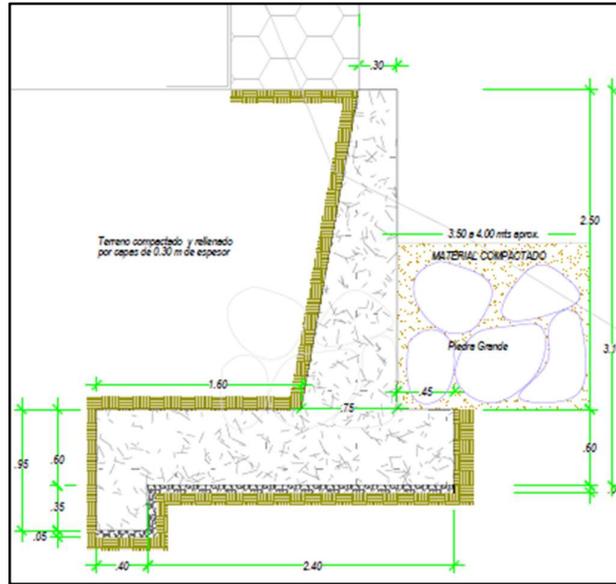


Figura N°3.5: Muro de Contención.
Fuente: Expediente Técnico de Obra.

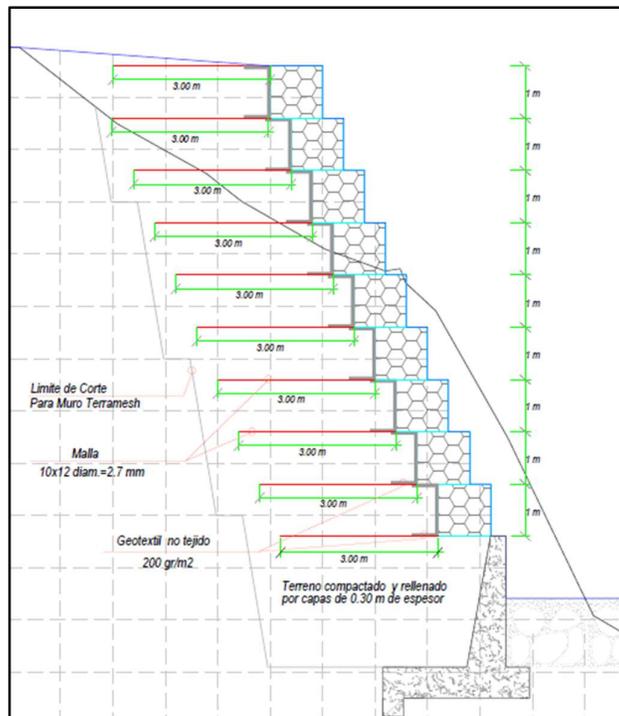


Figura N°3.6: Muro Terramesh.
Fuente: Expediente Técnico de Obra.

3.3 TIEMPO DE EJECUCIÓN

El tiempo de duración del proyecto estará sujeto a la programación de obra, en tanto, el tiempo es de 75 días calendarios. Laborando los 07 días de la semana con 10h/día de jornal. Según el plan de trabajo las actividades de obra inician el 16/09/2019.

3.4 MODALIDAD Y MONTO DEL CONTRATO

La modalidad de ejecución de la obra es a precios unitarios, siendo el monto presupuestado para la construcción del muro de características: muro de concreto armado 30.0 m. de longitud por 3.10 m. de altura desde la base de la zapata hasta la corona, con juntas cada 4.98 m. y muro terramesh de 30.0 m. de longitud por 10.00 m. de altura desde la corona del muro de concreto armado hasta el nivel de terreno superior de cota 3211.50 msnm en promedio. Monto según el cuadro N°3.8 al 14 de agosto del 2019:

COSTO DIRECTO	S/ 203,777.80
GASTOS GENERALES (19.92%)	S/ 40,592.54
UTILIDAD (10%)	S/ 20,377.78

SUBTOTAL	S/ 264,748.12
IGV (18%)	S/ 47,654.66

COSTO DE INFRAESTRUCTURA	S/ 312,402.78
SUPERVISION	S/ 32,312.50
	=====
PRESUPUESTO TOTAL	S/ 344,715.28
MONTO CON DCTO ACORDADO	S/ 287,803.76
SUMINISTRO DE MATERIALES POR CMC	S/ 71,212.51
FLETE DE MATERIALES 50.00%	S/ 2,750.00
PRESUPUESTO CONTRATADO	S/ 213,841.25

Cuadro N°3.8: Presupuesto.
Fuente: Expediente Técnico de Obra.

CAPÍTULO IV: PLANEAMIENTO DE OBRA

4.1 GENERALIDADES

La supervisión de Compañía Minera Caraveli, de acuerdo a la mesa de trabajo llevada a cabo con la contrata ejecutora de obra, toma la iniciativa de elaborar un plan de trabajo documentando los principales motivos del proyecto, objetivos y limitaciones del proyecto, principales partes interesadas, plan de implementación de ejecución (resumen de hitos principales del cronograma), riesgos identificados, seguimiento y control del proyecto, y la descripción general del presupuesto.

Así mismo se considera:

- Fecha tentativa de inicio de obra. (dentro de la época de estiaje)
- Tiempo de entrega de materiales de construcción por parte de compañía y su logística (mallas del sistema terramesh, geotextil, cemento, fierros de construcción, material de encofrado).
- Tiempo de traslado de equipos y herramientas por parte de la contrata ejecutora.
- Traslado de personal calificado por parte de la contrata ejecutora.
- Control de calidad por parte de la contrata ejecutora.
- Seguridad en obra por parte de contrata ejecutora.
- Tiempo de difusión y contratación de mano de obra no calificada (ayudantes) en coordinación con el área de RRCC para brindar trabajo a la comunidad.
- Condiciones de campamento, alimentación y transporte.

También se consideró en la mesa de trabajo los factores que retrasarían la ejecución de obra:

- Condiciones meteorológicas impredecibles.
- Rendimientos de obra menor a lo establecido por condiciones geográficas (altura).
- Problemas con los equipos de línea amarilla.
- Herramientas de seguridad (incidentes, accidentes, charlas, capacitaciones, otros)

4.2 PLANEAMIENTO PRELIMINAR

Por las condiciones del lugar de trabajo (sociales, geográficas, climáticas, etc.) y necesidades de operación de la UM La Paccha, el planeamiento fue de acuerdo con el orden del cronograma propuesto, adicionando el tiempo de la logística, administración, bienestar social, recursos humanos y seguridad.

Siendo este planeamiento el siguiente:

DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN	N° DÍAS
Relaciones Comunitarias - CIA	Difusión y captación de personal de la zona	5.00
Administración Contrata	Entrevista y recepción de documentos de pobladores, firma de contrato	2.00
Bienestar Social CIA	Habitación y alimentación	2.00
Seguridad, Salud Ocupacional Medio Ambiente CIA	Charla de inducción	4.00

CUADRO N°4.1: Contratación de personal
FUENTE: Elaboración propia

Compañía en coordinación con la supervisión del área de obras civiles y el área de logística, realizan el traslado y entrega de materiales de construcción según lo planeado y mencionado en el subcapítulo 4.1, provenientes de la costa (Lima y Trujillo) y entregados a la contrata en su almacén temporal de obra.

En coordinación con la contrata ejecutora del proyecto, superintendencia mina La Paccha, seguridad de la unidad y autoridades de la comunidad, se realiza la entrega del terreno del proyecto y área de influencia, este para delimitar espacio y no interrumpa las labores de operación de la unidad.

Entre otras coordinaciones, se solicita a la contrata la entrega de todas sus herramientas de gestión en seguridad como:

- Observación planeada de tarea.
- Inspección de infraestructuras críticas.
- Reporte de acto o condición.
- Registro de observación comportamental.
- Iperc Línea Base.
- Iperc Continuo.

- Hoja Check List de Equipo de línea blanca y línea amarilla.
- Formato Charla de 5min.
- Hoja de Procedimiento de trabajo de alto riesgo (PTAR).
- Reporte de accidentes e incidentes.
- Reporte estadístico en seguridad.
- Plan de respuesta ante emergencia.
- Otros

Reunión con el alcalde del Distrito y autoridades de la zona, informando sobre el inicio de obras según acuerdo del 16/08/2019.



Figura N°4.1: Mesa de trabajo entre CIA, alcalde y autoridades del Distrito de Buldibuyo
Fuente: Elaboración propia

A través del planeamiento, observamos las posibles restricciones que puede presentar la obra y con este nos anticipamos menorando así el tiempo y los costos, elaborando un plan de facilidades para gestionar la correcta ejecución de la obra y de manera continua, segura y responsable con el medio ambiente.

4.3 ACTIVIDADES DE TRABAJO

Las actividades van de acuerdo con la programación de ejecución de obra, según al método constructivo y la secuencia lógica para cumplir con las fechas de entrega.

ITEM	DESCRIPCIÓN
01	OBRAS PROVISIONALES Y PRELIMINARES
01.01	OBRAS PROVISIONALES
01.01.01	Cartel de Identificación de Obra de 3.60m X 4.80m
01.01.02	Instalación de almacén y caseta de guardianía
01.02	OBRAS PRELIMINARES
01.02.01	Trazo y Replanteo en obra
01.02.02	Limpieza manual en Terramesh
01.02.03	Movilización y Desmovilización de equipos
01.02.04	Demolición de estructuras existentes
01.02.05	Desmantelamiento de estructuras de gavión
01.02.06	Flete por transporte de materiales
02	OBRAS DE ESTABILIDAD FÍSICA
02.01	MOVIMIENTO DE TIERRA EN M. CONTENCIÓN Y M. TERRAMESH
02.01.01	Corte de terreno con Maquina total en Muros
02.01.02	Conformación y Relleno Compactado con material propio con maquina
02.01.03	Perfilado y Compactado en talud 1:0.17
02.01.04	Carguío y Transporte de material Propio D < 8.00 km
03	ESTRUCTURA DE MURO DE CONTENCIÓN
03.01	CONCRETO ARMADO
03.01.01	Acero Fy=4,200 kg/cm ²
03.01.02	Encofrado y Desencofrado
03.01.03	Concreto F'c=210 kg/cm ²
03.02	JUNTAS
03.02.01	Junta de dilatación
04	ESTRUCTURA DE MURO TERRAMESH
04.01	Carguío y Transporte de material D < 5.00 km
04.02	Acarreo manual de piedra para terramesh
04.03	Elemento Terramesh 2.00 x 1.00 x 4.0 m. Malla 10x12 Diam. ≈2.7 mm
04.04	suministro e Instalación de Geotextil no tejido 200 gr/m ²
04.05	Relleno y tendido de Roca Grande en Pie de muro
05	SEGURIDAD Y SALUD
05.01	Elaboración, Implementación y Administración del Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo
06	MEDIO AMBIENTE
06.01	PROGRAMA DE CAPACITACIÓN AMBIENTAL PARA TRABAJAR PARA TRABAJADORES
06.01.01	Capacitación y educación ambiental

Cuadro N°4.2: Actividades de Trabajo
Fuente: Elaboración propia

Nota: La ejecución del proyecto se realizó en las últimas semanas de la época de estiaje (fines setiembre e inicios de octubre), no influyendo el nivel del agua en las actividades a realizar. El nivel bajo de agua permitió encauzar caudal del río hacia el margen derecho, permitiendo el ingreso del equipo de línea amarilla (excavadora) y equipo pesado (volquete) para la ejecución de demolición y desmantelamiento de estructura existente en un terreno seco.

4.4 CRONOGRAMA DE OBRA

En la obra Rehabilitación del Muro Gavión y Defensa Ribereña de Buldibuyo - Túnel 18, las coordinaciones entre supervisión CIA y el Ing. Residente de la contrata en conjunto con el personal profesional, técnico y administrativo, se tenga en claro el cronograma de actividades para eliminar los tiempos improductivos y eliminar restricciones para no generar retrasos en la obra.

El plazo de entrega del servicio es de 75 días calendarios a partir de la orden a proceder (16 de setiembre del 2019), culminando realmente el 30 de noviembre del 2019.

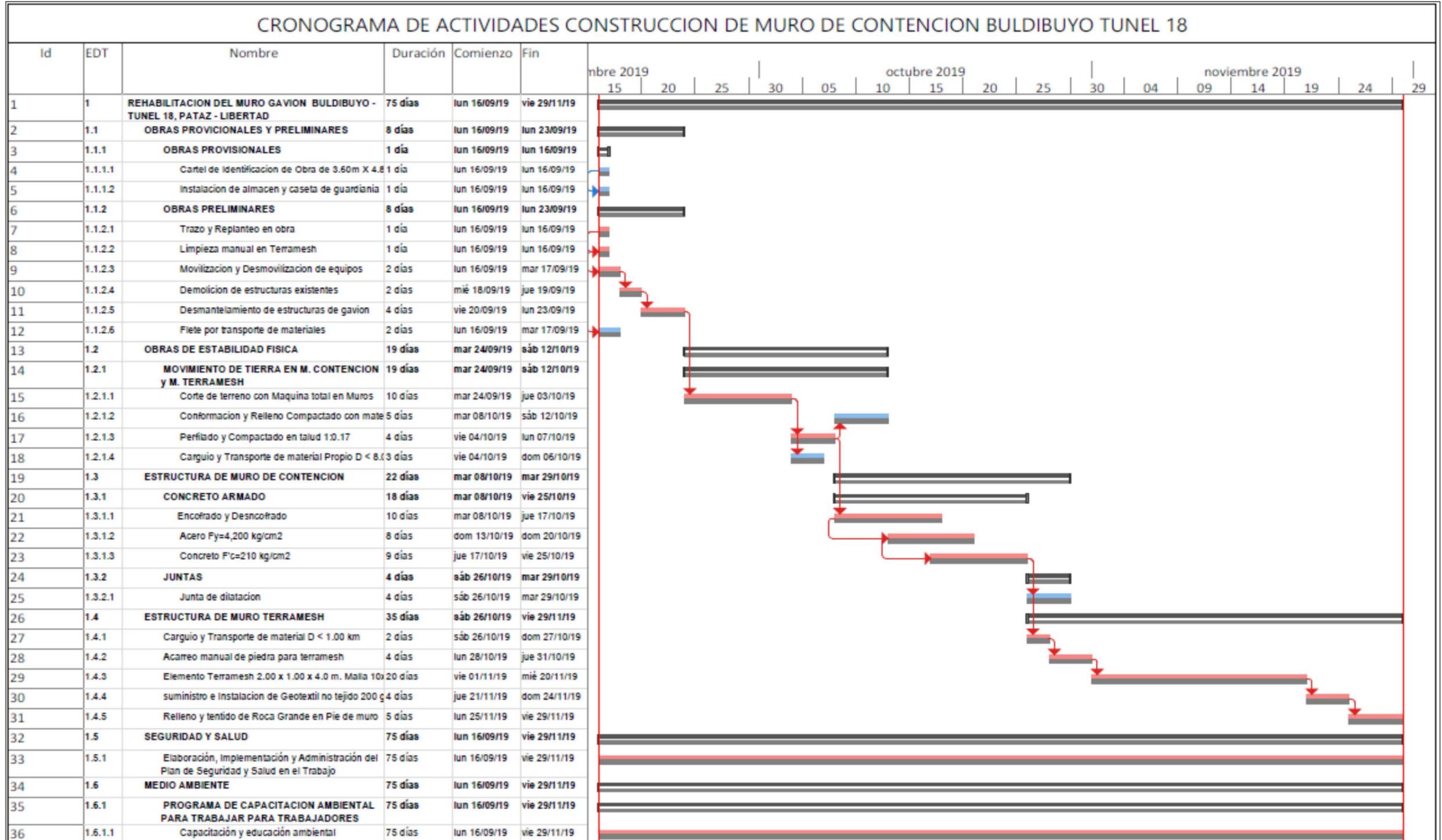


Figura N°4.2: Cronograma de actividades de construcción del muro Fuente: Expediente Técnico

4.5 ORGANIGRAMA DE CONTRATISTA

El equipo técnico referente al contratista (Consymin) está conformado según el cuadro siguiente.

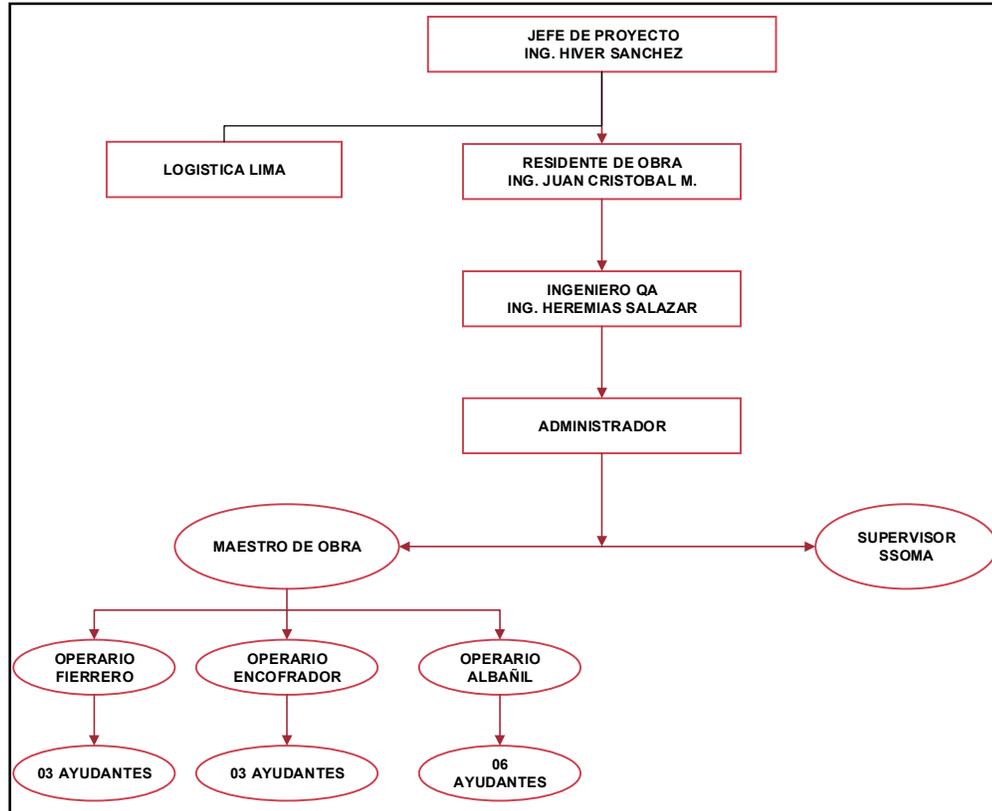


Figura N°4.3: Organigrama de contratista
Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V: PROCESO DE EJECUCIÓN DE OBRAS

En el desarrollo del presente capítulo, se detallará el proceso constructivo de la obra a ejecutarse según secuencias desarrolladas en campo, como las metodologías y prácticas.

5.1 OBRAS PROVISIONALES Y PRELIMINARES

5.1.1 Obras Provisionales

El desarrollo de la partida 01.01 trata básicamente de:

Instalaciones temporales de obra como oficina de obra, almacén, servicios higiénicos, entre otros, los cuales se habilitarán en un punto cercano. Se previó emplear como campamento temporal un ambiente en alquiler en la misma localidad, el cual tuvo una infraestructura adecuada y que se encuentre cerca del área de trabajo.

5.1.2 Obras Preliminares

El desarrollo de la partida 01.02 trata básicamente de:

- Movilización y desmovilización de los equipos y maquinaria requeridos para la ejecución de las obras: Se ha considerado el tramo Huamachuco – Obra – Huamachuco para el cálculo de la movilización y desmovilización.
- Flete por Transporte de Materiales: Principalmente viene a ser el flete por traslado de cemento y fierros desde la ciudad de Trujillo, salvo los materiales (malla de muro terramesh, geotextil, etc.) empleados para lo cual se ha considerado su flete desde la ciudad de Lima.
- Trazo y replanteo topográfico: Se replantea y coloca puntos de control topográficos en el área de obra, así mismo se contó con equipo técnico durante el tiempo de ejecución de la obra.



Figura N°5.1: Trazo y replanteo de obra
Fuente: Elaboración propia

- Reencauce de las corrientes de agua del rio Buldibuyo. Trabajo que se realiza para permitir la ejecución de la partida de cimentación. Se programo la obra para la época de estiaje (agosto, setiembre y octubre)
- Habilitación de caminos de accesos existentes: Esta partida hace referencia a las trochas secundarias donde se realizó la liberación de obstrucciones y limpieza de rocas en vía. Los trabajos a realizados fueron de manera manual y equipo pesado.



Figura N°5.2: Traslado de material producto del derrumbe por camino habilitado
Fuente: Elaboración propia

5.2 OBRAS DE ESTABILIDAD FÍSICA

5.2.1 Movimiento de Tierra en M. Contención y M. Terramesh

El desarrollo de la partida 02.01 trata básicamente del desmantelamiento del tramo del muro derrumbado. Además

- Corte con Maquinaria en terreno.



Figura N°5.3: Corte y excavación masiva con equipo
Fuente: Elaboración propia

- Carguío, Acopio y Preparación de Material extraído de plataforma d < 1 km: El material que se origina por corte será trasladado a la plataforma del muro terramesh para la preparación de relleno la cual consistirá en el zarandeo para eliminación de fragmentos de roca mayores a 4 pulgadas.
- Carguío y Transporte de Material de Relleno propio acopiado d < 1km: El material propio extraído de la plataforma será reutilizado (previo zarandeo) como relleno masivo.
- Como medida de control ante posible desprendimiento de rocas, Compañía Minera Caraveli a través del área de seguridad y por recomendación del supervisor de obras civiles a cargo, se coloca malla raschel y geotextil al talud.



Figura N°5.4: Colocación de malla en talud para protección
Fuente: Elaboración propia



Figura N°5.5: Compactación de base para zapatas
Fuente: Elaboración propia

5.3 ESTRUCTURA DE MURO DE CONTENCIÓN

5.3.1 Concreto Armado

El desarrollo de la partida 03.01 trata básicamente de:

- Del habilitado y armado de fierro de construcción. Este habilitado y colocado se realizará en 03 tiempos, como:
 - Habilitado y armado de acero en zapata, longitudinal y transversal.
 - Habilitado y armado de acero vertical en muro.
 - Habilitado y armado de acero horizontal en muro (zunchos).



Figura N°5.6: Habilitado de acero vertical
Fuente: Elaboración propia



Figura N°5.7: Habilitado de acero para estribos
Fuente: Elaboración propia



Figura N°5.8: Colocación de acero en zapata.
Fuente: Elaboración propia

- Del habilitado de formas de madera y armado de encofrado para estructura, este se realizará en 02 tiempos como:
 - Habilitado y colocado de encofrado en zapata.
 - Habilitado y colocado de encofrado en muro.



Figura N°5.9: Encofrado de zapata – Paño 01
Fuente: Elaboración propia



Figura N°5.10: Encofrado de zapata – Paño 02
Fuente: Elaboración propia



Figura N°5.11: Encofrado de muro – Paño 02
Fuente: Elaboración propia

- De la producción, traslado y colocación del concreto, este vaciado se realizará en 02 tiempos como:
 - Preparado, traslado y colocación de concreto en zapata.
 - Preparado, traslado y colocación de concreto en muro.



Figura N°5.12: Encofrado de muro – Paño 03
Fuente: Elaboración propia



Figura N°5.13: Concreto en muro – Paño 01 – Vista superior
Fuente: Elaboración propia



Figura N°5.14: Concreto en muro – Paño 01 – Vista inferior
Fuente: Elaboración propia

La ejecución de cada paño de muro se realizará aproximadamente cada 5.00m, tal como indica el expediente técnico, dejando juntas de construcción (Tecnopor) entre paños.

5.4 ESTRUCTURA DE MURO TERRAMESH

El desarrollo de las partidas 04.01, 04.02, 04.03, 04.04 trata básicamente de:

- Suministro, armado, colocado y encofrado frontal de la malla terramesh. La cola de la malla será tendida sobre una superficie plana y compactada. El armado se realizó según recomendaciones del fabricante.



Figura N°5.15: Armado de malla
Fuente: Elaboración propia



Figura N°5.16: Traslado de malla
Fuente: Elaboración propia



Figura N°5.17: Relleno y compactación de material
Fuente: Elaboración propia

- El traslado y colocado de material rocoso para llenado de malla. Este material vendrá a ser colocado buscando que la superficie más amplia de la roca este de cara al muro, este procedimiento es para no deformar la malla, dándole una mejor apariencia y resistencia más sólida al muro. El procedimiento de llenado de malla se realiza en tres tiempos, este con motivo de colocar amarres (tensores) a un tercio de altura de cada caja de malla. Posterior a ello se realizará el cierre de la malla con la tapa de este, este será tejido según recomendación del fabricante.



Figura N°5.18: Carguío de material rocoso para gavioneria desde cantera.
Fuente: Elaboración propia



Figura N°5.19: Traslado de material rocoso a obra.
Fuente: Elaboración propia



Figura N°5.20: Colocación de material rocoso en mallas de gavioneria - Terramesh
Fuente: Elaboración propia

Posterior al llenado de malla, se procederá al tendido de geotextil no tejido de 200gr/m², este según recomendación del fabricante y diseño.



Figura N°5.21: Colocación de geotextil, relleno y compactación de material.
Fuente: Elaboración propia

- Traslado, tendido y compactado de material de relleno. Este se realizará en capas de 20.0cm a 30.0cm alcanzando el 90% de compactación según procedimiento de calidad, hasta alcanzar la altura de 1.00m., es decir, por cada 1.00m de altura de malla tipo caja colocado.



Figura N°5.22: Nivelación y compactación de material de relleno.
Fuente: Elaboración propia



Figura N°5.23: Ensayo de campo – Densidad de campo – Método del cono de arena
Fuente: Elaboración propia

- Posterior a la construcción del muro de malla terramesh y defensa ribereña, se procedió a la colocación de material rocoso (15” a 20”) al pie del muro de concreto armado, este como como protección del muro de concreto ante la erosión de las aguas.



Figura N°5.24: Acarreo manual de material rocoso
Fuente: Elaboración propia

En el transcurso del de las actividades, a medida que se ganaba altura, las actividades de colocación de material rocoso en malla, el tendido y compactado de material de relleno, el rendimiento de la producción descendía. Esto por el traslado de material por encima de los 5.00m donde el brazo de la excavadora no tiene alcance y por las lluvias que se reportaban diariamente (101 horas hombre en total en lo que duro el proyecto), siendo:

- 16/09 al 30/09: 18.0 horas.
- 01/10 al 15/10: 13.0 horas.
- 16/10 al 30/10: 25.0 horas.
- 31/10 al 15/11: 21.5 horas.
- 16/11 al 29/11: 23.5 horas.



Figura N°5.25: Ancho de material de relleno según perfil
Fuente: Elaboración propia



Figura N°5.26: Avance del proyecto en 94% de obra
Fuente: Elaboración propia



Figura N°5.27: Culminación de muro de gavioneria.
Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO VI: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1 RESULTADOS

En el presente desarrollo del capítulo se describen los resultados obtenidos durante cada una de las etapas ejecución del proyecto.

6.1.1 Diseño

El muro de concreto y malla terramesh tiene una longitud de 30.00 ml. Los cálculos estructurales se analizaron Software Geotécnico GEO5. El tipo de malla contemplado fue el de diámetro del alambre de 3.40mm para gaviones tipo caja. El diámetro del alambre de amarre y atirantamiento será de 3.20 mm. El tipo de concreto para el muro de contención es de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ grado 60.

La especificación final para el muro de contención es el siguiente:

- La estructura del muro de contención será de una altura de 3.10m y longitud de 30.0m de muro, divididos en 06 paños de 4.98 m. de longitud cada uno.
- Juntas de dilatación con sellador de material elastometrico de 1" de espesor.
- Acero de lingote deformado de acuerdo con la Norma ASTM A 615, Grado 60, el acero deberá tener un límite de fluencia de 4,200 kg/cm² como mínimo.
- Fabricación y colocación de concreto 210 Kg/cm², para la construcción del muro de contención de concreto, tal como se muestra en los planos.

La especificación final para los gaviones caja será la siguiente:

- Abertura de la malla: 10 x 12 cm
- Diámetro del alambre de la malla: 3.40 mm
- Diámetro del alambre de borde: 4.00 mm
- Recubrimiento del alambre: Zn – 5 Al – MM (ASTM A856)

La investigación geotécnica desarrollada para el presente proyecto tuvo como objetivo efectuar una adecuada evaluación técnica de campo, mediante mapeo geológico, geotécnico y ejecución de calicatas; para determinar los tipos de materiales identificados en el área de influencia.

A continuación, se detallan los trabajos de investigación geotécnica desarrollados, para la presente investigación:

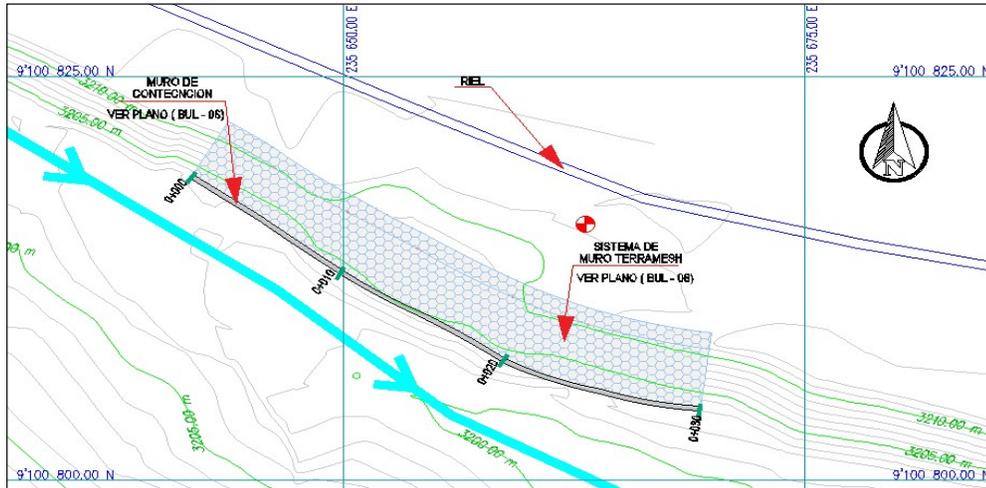


Figura N°6.1: Vista de planta de muro de contención y muro terramesh
 Fuente: Expediente técnico de obra

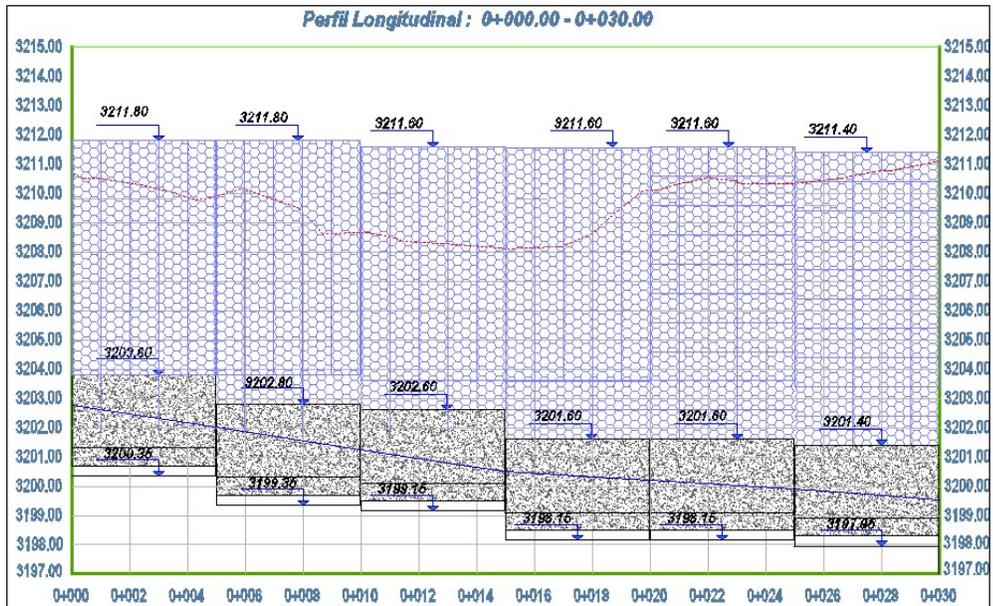
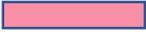


Figura N°6.2: Perfil longitudinal.
 Fuente: Expediente técnico de obra.

Parámetros de Resistencia de los Materiales

SUELO O MATERIAL	LEYENDA	PESO UNITARIO	COHESIÓN	FRICCIÓN
		(KN/m3.)	(Kpa)	(GRADOS)
Desmonte		27.25	0	35.4
Pizarra - Lutita**		20	23	30
Basamento Rocoso - Basalto**		23	100	60
Muro Terramesh		18	20	38
Muro de Contención		24	23	35

Cuadro N°6.1: Parámetros de resistencia de los materiales
Fuente: Expediente técnico de obra

Nota:

*Los parámetros de resistencia fueron obtenidas a partir de los resultados de laboratorio

**Los parámetros de resistencia fueron obtenidos a partir de la refracción sísmica

Debido a que el muro se dividió en secciones de diferente altura, fue necesario realizar un diseño para cada tramo. El resultado para cada diseño, así como el plano donde se ilustra la dimensión y ubicación de las secciones, se muestran en la sección de anexos. En dicho plano se indica que el volumen final de todo el muro es de 95.0 metros cúbicos. El valor del coeficiente de aceleración sísmica horizontal y vertical de 0.25 fue obtenido de la Norma Técnica E030 Diseño Sismoresistente.

SECCION ANALIZAR	CONDICIÓN DE ANÁLISIS	FACTOR DE SEGURIDAD	FACTOR DE SEGURIDAD MÍNIMO	NIVEL O GRADO DE ESTABILIDAD
SECCION A-A	Estático	1.821	1.5	Estable
	Pseudoestático a=0.125g	1.503	1	Estable
SECCIÓN B-B	Estático	1.520	1.5	Estable
	Pseudoestático a=0.125g	1.280	1	Estable

Cuadro N°6.2: Condiciones de análisis por sección.
Fuente: Expediente técnico de obra.

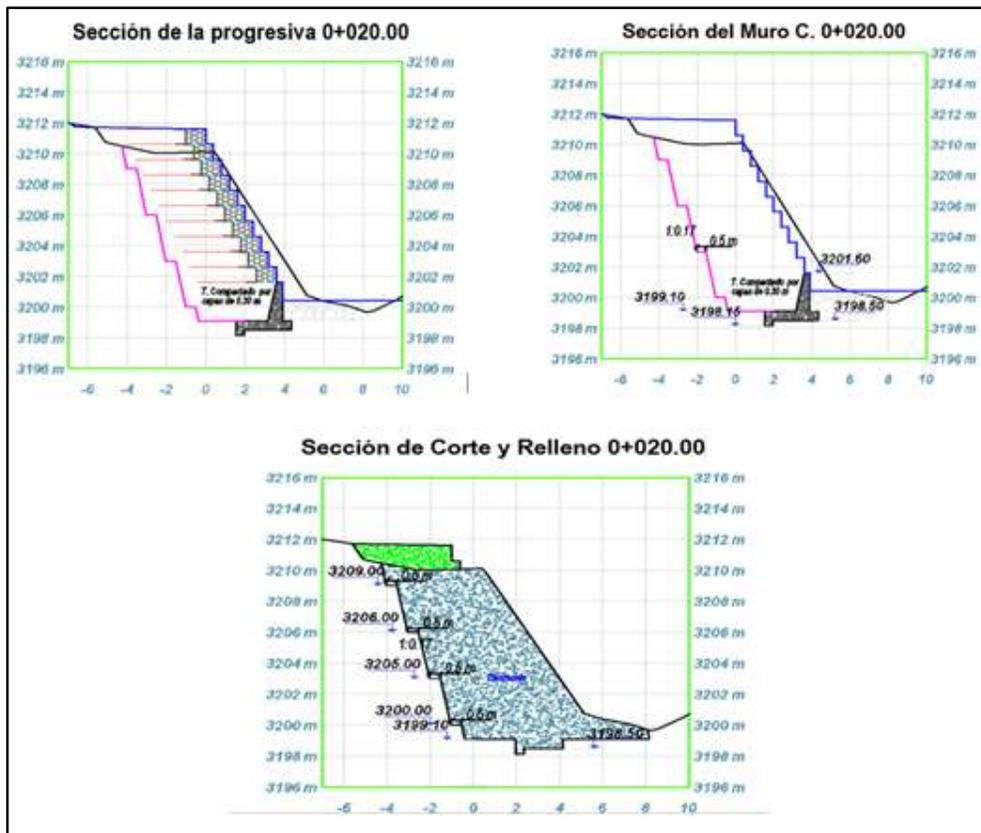


Figura N°6.3: Sección de análisis.
Fuente: Expediente técnico de obra.

Secciones para el análisis

Para el análisis de estabilidad del muro terramesh mediante el Software Geotécnico GEO5, se trabajó con el eje B-B.

6.1.2 Diseño de cálculo del muro de terramesh

El muro terramesh tendrá una longitud de 30 ml, donde en el pie de talud se diseña un muro de contención de concreto armado $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, y están diseñado bajo un periodo de 500 años con el mayor caudal. Ver planos **BUL – 09** y **BUL – 11**.

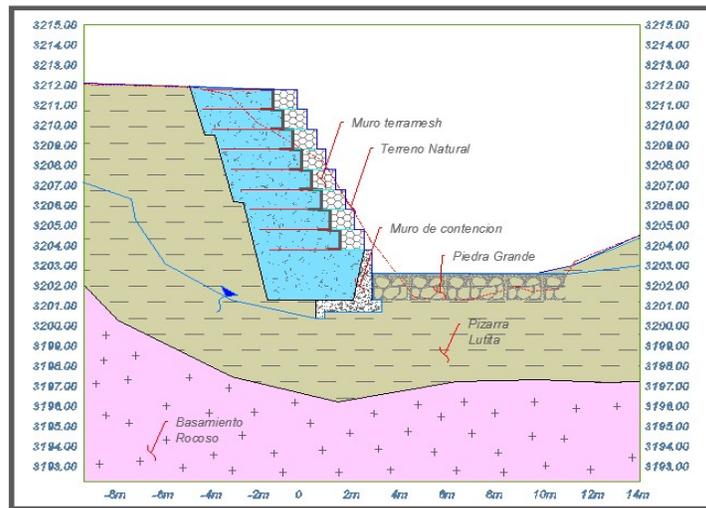


Figura N°6.4: Sección de muro terramesh.
Fuente: Expediente técnico de obra.

6.1.3 Presupuesto y Control de Costos

El presupuesto de obra asciende a doscientos trece mil ochocientos cuarenta y un con 25/100 soles (S/. 213,841.25), este incluye los descuentos acordados, suministro de materiales por parte de CMC y el 50% del flete terrestre cubierto por CMC. Siendo el costo directo de obra un valor de doscientos tres mil setecientos setenta y siete con 80/100 soles (S/. 203,777.80) y este se encuentra distribuido en 03 ítems principales:

CUADRO RESUMEN DE PRESUPUESTO		
MURO DE CONTENCION		
Longitud (ml.)	Costo Unitario (S./ml)	Costo Total (S/.)
30.00	6,792.59	203,777.80

Cuadro N°6.3: Resumen del presupuesto.
Fuente: Elaboración propia.



Figura N°6.5: Costo presupuesto por tipo de recurso.
Fuente: Elaboración propia.

Así mismo el costo presupuestado por actividad es distribuido en 06 ítems, siendo este:

CUADRO RESUMEN DE PRESUPUESTO	
ACTIVIDAD	COSTO S/.
Obras Provisionales Preliminares	S/ 31,998.55
Obras de Estabilidad Física	S/ 30,705.57
Estructura de Muro de Contención	S/ 63,925.32
Estructura de Muro Terramesh	S/ 72,648.36
Seguridad y Salud	S/ 2,000.00
Medio Ambiente	S/ 2,500.00

Cuadro N°6.4: Resumen del presupuesto por actividad.
Fuente: Elaboración propia.



Figura N°6.6: Costo presupuesto por actividad
Fuente: Elaboración propia.

En el anexo A.7 se encuentra el detalle la hoja del presupuesto, resumen de presupuesto y resumen de metrados. Correspondiente al proyecto en desarrollado en este informe de suficiencia.

En el control de costos, se utilizó la gestión de valor ganado, el cual proporciona un enfoque para medir el desempeño del proyecto respecto al cronograma y el presupuesto, es decir, a partir de la comparación de su avance real frente al planeado, permitiendo evaluar tendencias para formular pronósticos.

Para tal desarrollo se tiene la curva S base del proyecto, a partir del siguiente cuadro de datos:

FECHA		PRESUPUESTO DE OBRA		
		PROGRAMADO	ACUMULADO PROGRAMADO	%
INICIO	16/09/2019	S/ -	S/ -	0.00%
VAL N°01	30/09/2019	S/ 43,527.93	S/ 43,527.93	21.36%
VAL N°02	31/10/2019	S/ 92,895.34	S/ 136,423.27	66.95%
VAL N°03	29/11/2019	S/ 67,354.53	S/ 203,777.80	100.00%

Cuadro N°6.5: Valorización programada.
Fuente: Elaboración propia.

Con el presupuesto valorizado permite graficar una línea base en costo, que servirá como control en base a la valorización real según fecha de corte indicado en la tabla anterior.

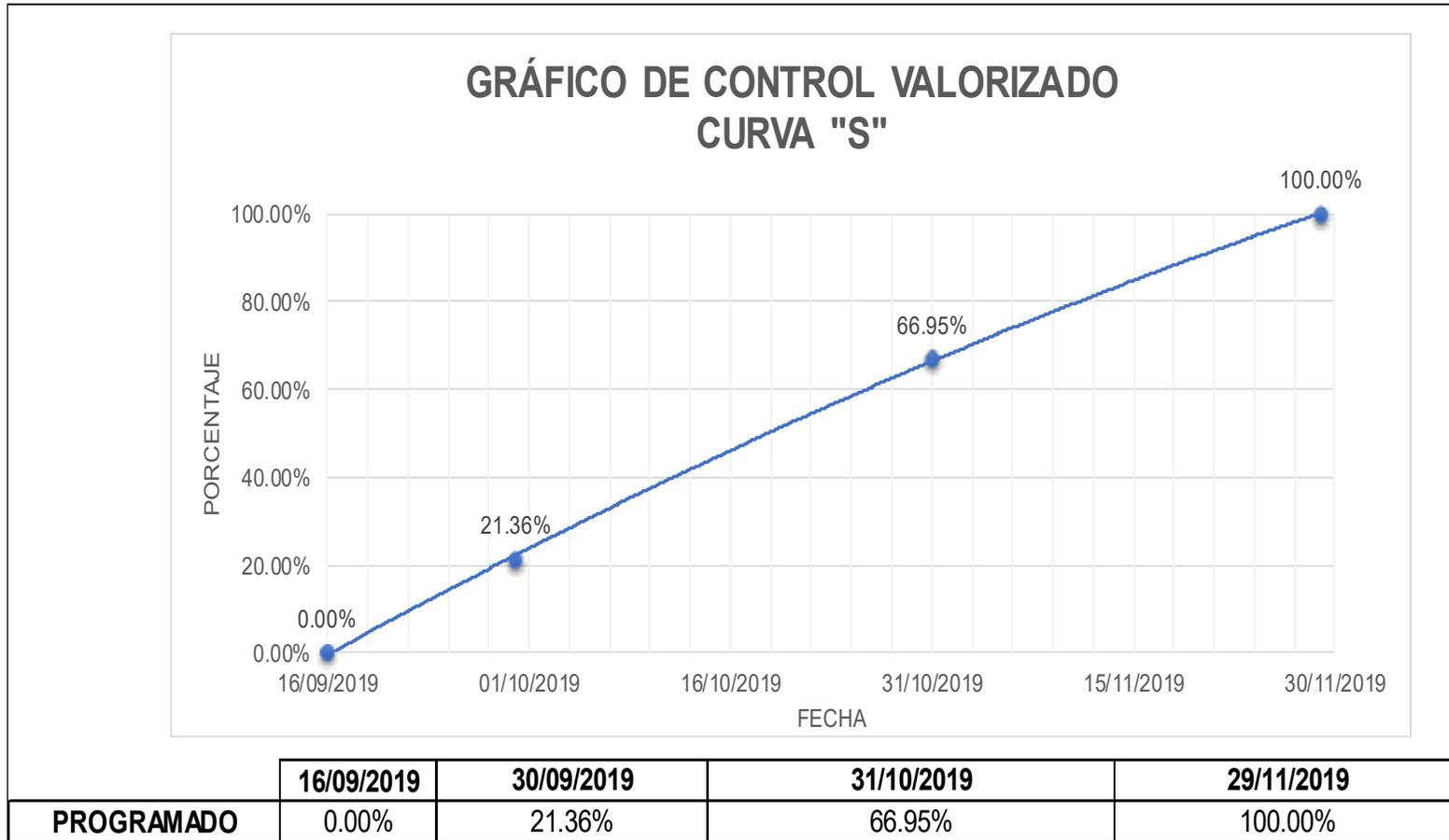


Figura N°6.7: Grafico de control valorizado curva S
Fuente: Elaboración propia.

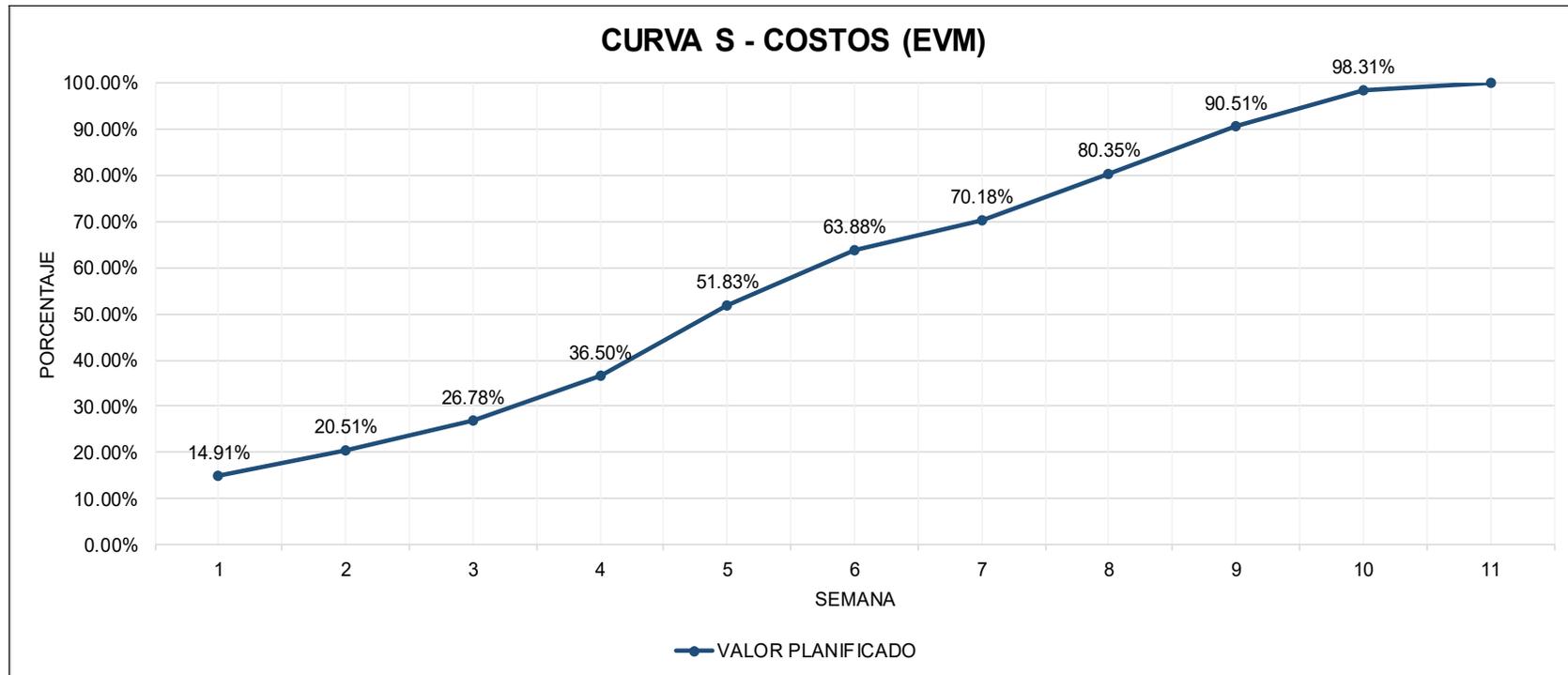


Figura N°6.8: Curva S – Costos (EVM)
Fuente: Elaboración propia

Por medio del software MS – Project se extrae los costos por semana de cada actividad a ejecutar y se traslada los datos a una hoja Excel para el desarrollo de la curva S línea base, este por parte de la supervisión para el control de costos según el avance semanal.

6.1.4 Programación y Control de Avance

La programación del proyecto se realizó mediante un programa de nombre Microsoft Project 2019, así mismo se realizó el diagrama Gantt.

Las actividades se desglosaron en:

1. Obras Provisionales y Preliminares
2. Obras de Estabilidad Física
3. Estructura de Muro de Contención
4. Estructura de Muro Terramesh
5. Seguridad y Salud
6. Medio Ambiente

El inicio de la actividad depende de una actividad predecesora, según el diagrama GANTT:

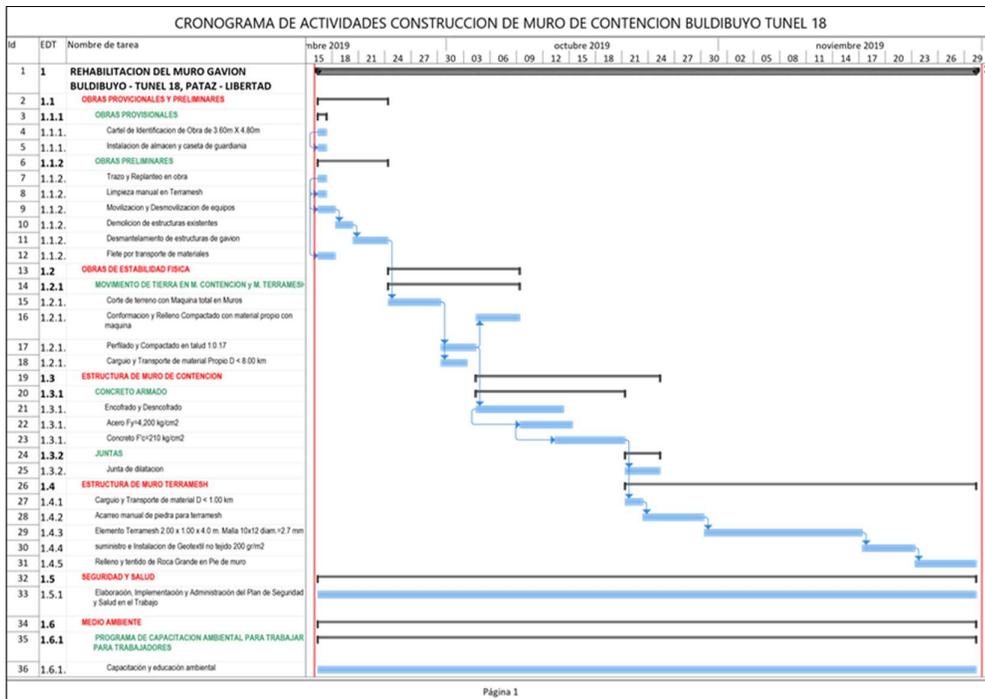


Figura N°6.9: Diagrama Gantt del proyecto
Fuente: Expediente técnico de obra

El tiempo estimado del proyecto es desde el 16/09/2019 hasta el 29/11/2019 (un aproximado de 11 semanas).

Al realizarse un análisis global:

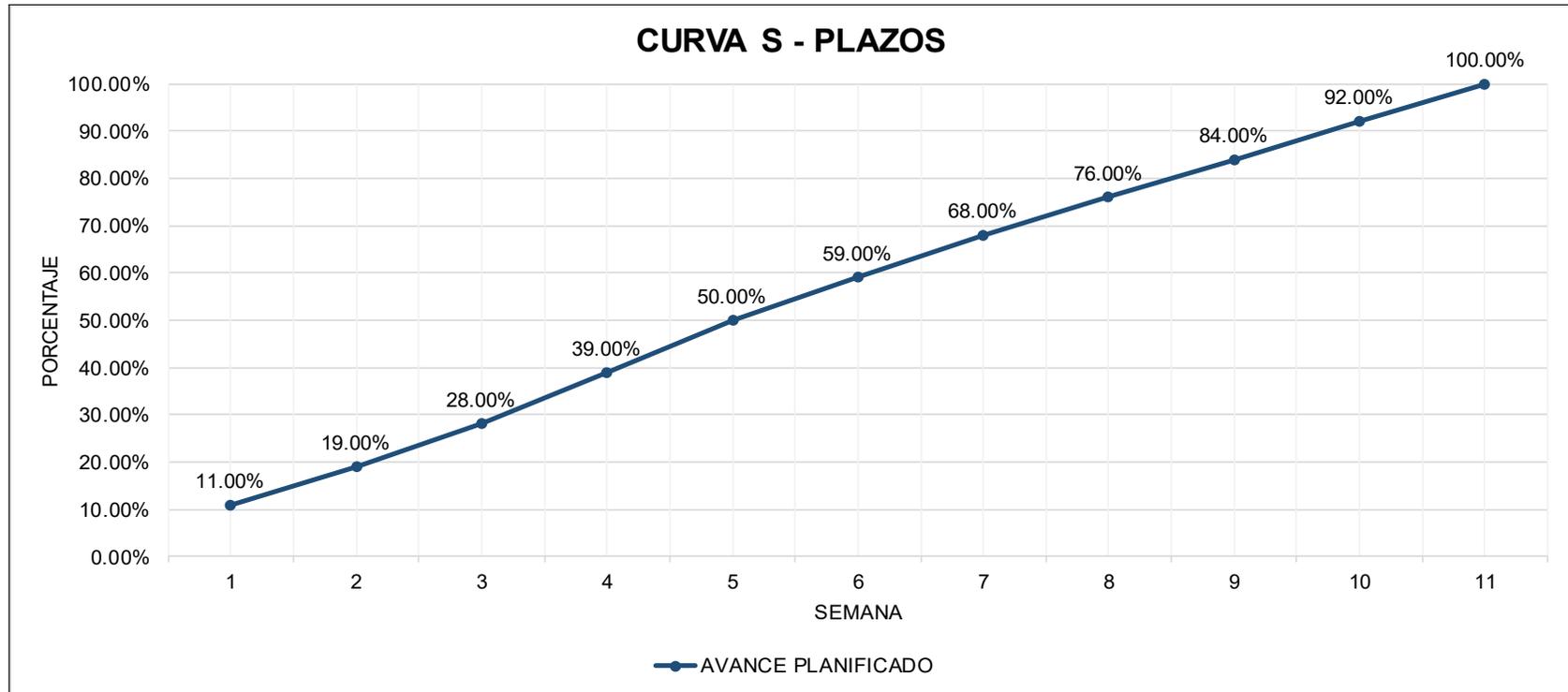


Figura N°6.10: Curva S – Plazos (EVM)
Fuente: Elaboración propia

Por medio del software MS – Project se extrae los porcentajes por semana de cada actividad a ejecutar y se traslada los datos a una hoja Excel para el desarrollo de la curva S línea base, este por parte de la supervisión para el control de plazos según el avance semanal.

6.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.2.1 Diseño

El proyecto fue diseñado en base a los estudios básicos de ingeniería realizados insitu, como estudios de suelos, estudios topográficos y estudios hidrológicos. Estos estudios básicos permiten considerar un diseño óptimo, optimizar el proceso de ejecución y los recursos.

Observando los factores de seguridad para las secciones analizadas (A-A y B-B), es notable que la sección de más altura es la que presenta los factores más bajos de diseño (Progresiva 0+015.0 hacia adelante). Siendo este un punto sumamente importante, puesto que a mayor altura son mayores los empujes que el muro tendrá que soportar.

Se han analizado las secciones más críticas y representativas de los taludes que conforman cada una de las plataformas de perforación, de acuerdo con la evaluación topográfica, correspondientes al lugar más desfavorable, ya sea donde la altura sea mayor o donde haya pendiente más pronunciada (sección B-B).

Las salidas gráficas del análisis de estabilidad de taludes por equilibrio límite, para los taludes analizados, se presentan en el Anexo A.2 (Análisis de Estabilidad de Taludes del Informe Técnico de Suelos), en donde los resultados del análisis se presentan en términos de superficie potenciales de falla. La superficie crítica de deslizamiento es aquella que proporciona el menor factor de seguridad.

SECCIÓN ANALIZAR	CONDICIÓN DE ANÁLISIS	FACTOR DE SEGURIDAD	FACTOR DE SEGURIDAD MÍNIMO	NIVEL O GRADO DE ESTABILIDAD
SECCIÓN A-A	Estático	1.821	1.5	Estable
	Pseudoestático a=0.125g	1.503	1	Estable
SECCIÓN B-B	Estático	1.520	1.5	Estable
	Pseudoestático a=0.125g	1.280	1	Estable

Cuadro N°6.6: Condiciones de análisis por sección.
Fuente: Expediente técnico de obra

De acuerdo con los resultados presentados en el cuadro N°6.6, todos los taludes analizados son estables, tanto para condiciones estáticas como para condiciones pseudo - estáticas, pues los factores de seguridad son mayores que los mínimos permisibles.

6.2.2 Presupuesto y Control de Costos

En la figura N°6.5, se observa que los materiales representan el 61.11% del costo directo del proyecto (Trabajos de gavioneria, reforzamiento de suelos con malla terramesh y trabajos en concreto armado) y de este los materiales de gavioneria y malla terramesh representan aproximadamente el 54.30% del costo global de materiales.

Siendo de todos los materiales: El cemento, el acero de refuerzo y la malla los que representan la mayor inversión, y los materiales como la arena gruesa, piedra chancada 1/2", la roca y el geotextil representan una menor inversión.

En la figura N°6.6, se puede observar que la estructura de muro terramesh representan el 35.65% del costo directo del proyecto, y que la estructura de muro de contención representa el 31.37%. Haciendo un total del 67.02% del costo directo del proyecto destinado a la actividad de estructuras de contención. Las actividades restantes (Obras provisionales preliminares, obras de estabilidad física, medio ambiente, seguridad y salud) juntas alcanzan 32.98% del costo total directo. Este último se puede explicar con el hecho que en los trabajos de concreto armado, los trabajos de armado y llenado de gavión, tendido de malla terramesh, llenado y compactado de suelo de relleno, se requiere de un mayor porcentaje del rubro de la mano de obra para su ejecución.

Respecto al control de costos se puede observar a lo largo de la ejecución del proyecto, entre la semana 3 y semana 11, la curva S va desviándose, este debido a los factores del tiempo (lluvias) y falta de material rocoso (roca de relleno para gavión).

FECHA		PRESUPUESTO DE OBRA			PRESUPUESTO VALORIZADO			AVANCE / ATRASO	
		PROGRAMADO	ACUMULADO PROGRAMADO	%	EJECUTADO	ACUMULADO EJECUTADO	%	%	DESCRIPCIÓN
INICIO	16/09/2019	S/ -	S/ -	0.00%	S/ -	S/ -	0.00%		
VAL N°01	30/09/2019	S/ 43,527.93	S/ 43,527.93	21.36%	S/ 43,937.16	S/ 43,937.16	21.56%	0.20%	ADELANTADO
VAL N°02	31/10/2019	S/ 92,895.34	S/ 136,423.27	66.95%	S/ 70,765.14	S/ 114,702.30	56.29%	-10.66%	ATRASADO
VAL N°03	29/11/2019	S/ 67,354.54	S/ 203,777.81	100.00%	S/ 89,075.51	S/ 203,777.81	100.00%	0.00%	CULMINADO

Cuadro N°6.7: comparación de valorización programada frente al real.
Fuente: Elaboración propia.

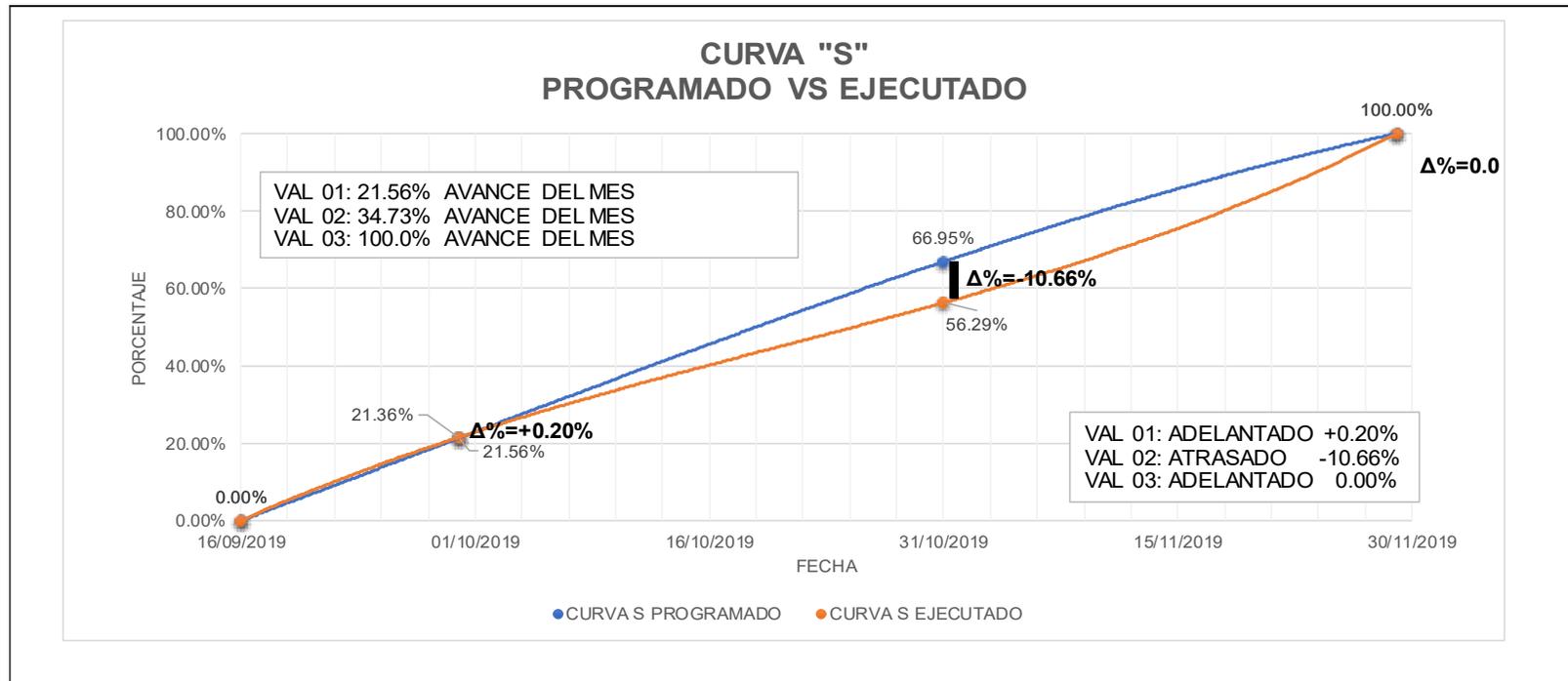


Figura N°6.11: Curva S – Valorización programada versus programación real.
Fuente: Elaboración propia.

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11
	16/09/2019	23/09/2019	30/09/2019	07/10/2019	14/10/2019	21/10/2019	28/10/2019	04/11/2019	11/11/2019	18/11/2019	25/11/2019
EARNED VALUE (GESTION VALOR GANADO) - COSTOS											
PV	14.91%	20.51%	26.78%	36.50%	51.83%	63.88%	70.18%	80.35%	90.51%	98.31%	100.00%
EV	8.62%	21.56%	29.40%	36.69%	41.21%	50.02%	56.29%	61.13%	79.54%	89.52%	100.00%
SV	-6.287%	1.046%	2.622%	0.192%	-10.614%	-13.863%	-13.894%	-19.221%	-10.978%	-8.788%	0.000%
SPI	0.58	1.05	1.10	1.01	0.80	0.78	0.80	0.76	0.88	0.91	1.00

Cuadro N°6.8: Gestión de valor ganado - Costos.
Fuente: Elaboración propia.

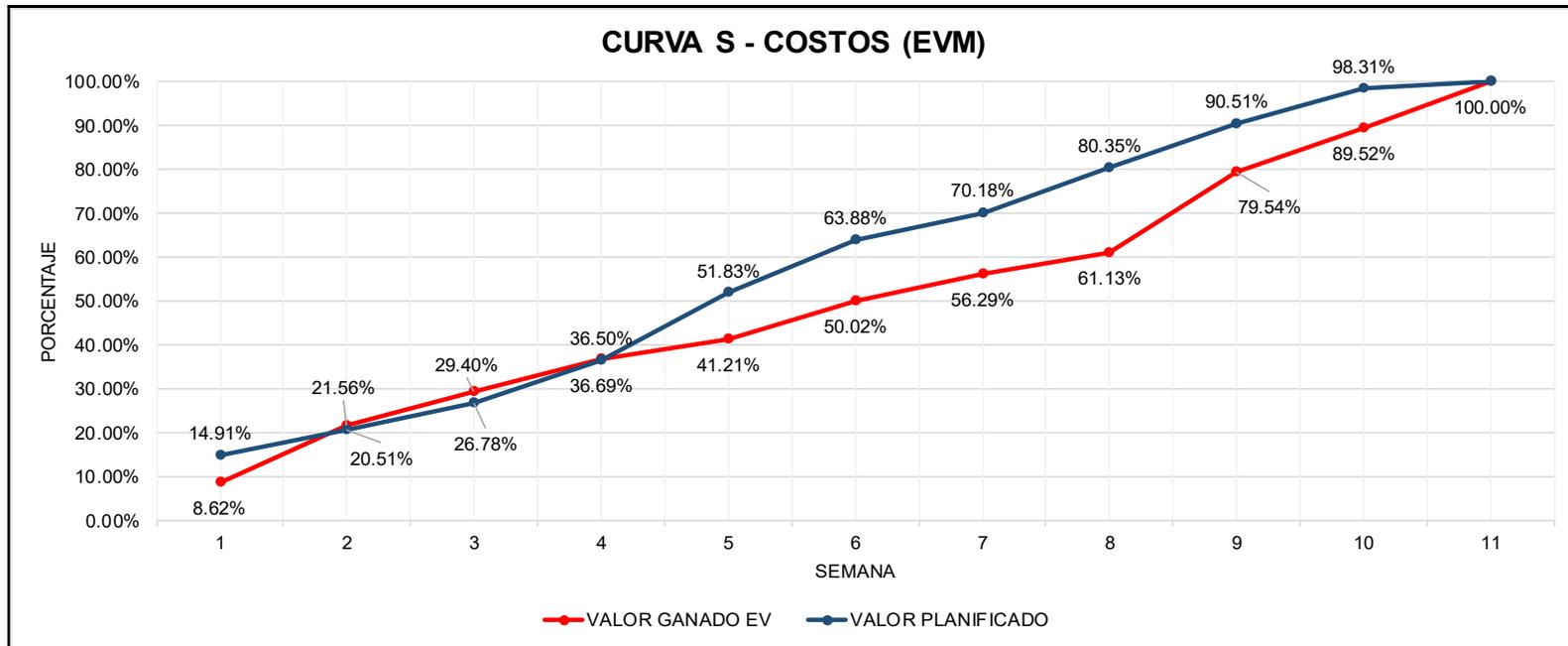


Figura N°6.12: Curva S – Costos – Valor Ganado versus Valor planificado.
Fuente: Elaboración propia.

EARNED VALUE (COSTOS) - METODOLOGIA DEL PROGRAMA GANADO	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11
	16/09/2019	23/09/2019	30/09/2019	07/10/2019	14/10/2019	21/10/2019	28/10/2019	04/11/2019	11/11/2019	18/11/2019	25/11/2019
AT	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00
ES	1.00	1.70	2.25	4.00	4.25	4.75	5.50	6.80	7.75	7.75	11.00
SPI	1.00	0.85	0.75	1.00	0.85	0.79	0.79	0.85	0.86	0.78	1.00
TEAC	11.00	11.30	11.75	11.00	11.75	12.25	12.50	12.20	12.25	13.25	11.00

Cuadro N°6.9: Metodología del programa ganado - Costos.
Fuente: Elaboración propia

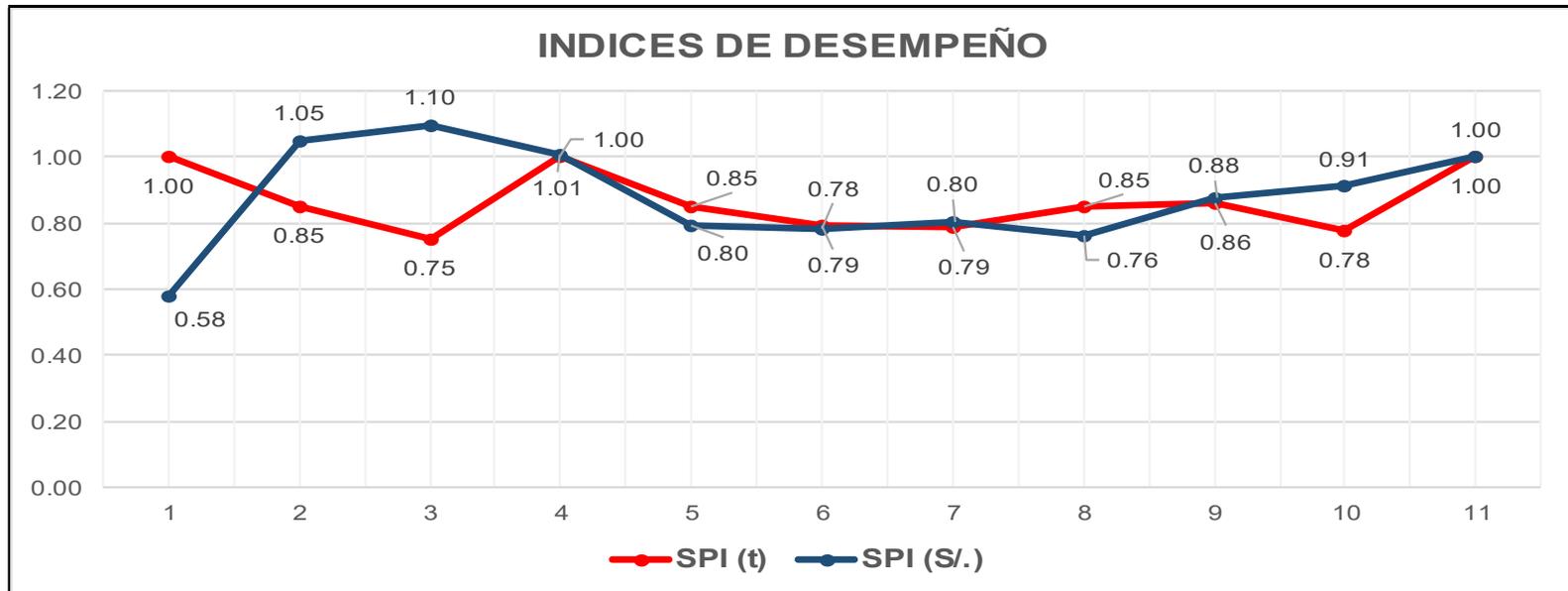


Figura N°6.13: Índices de desempeño en costo y plazos.
Fuente: Elaboración propia.

- En la semana 01 se observa un SPI(S/.) de 0.58, indicando un 58% del presupuesto para la semana 01 ejecutado, este debido al retraso de la inducción del personal de la zona para laborar en la empresa.
- En la semana 02 según el cronograma valorizado (primera valorización) se observa a la fecha de corte que existe un adelanto del 0.20% (ver figura N°6.11) respecto a lo programado, siendo este un buen indicador que vamos acorde a lo programado. En tanto revisando la curva S línea base (lo planificado) respecto a la curva S de valor ganado, el proyecto se encuentra - 1.88%, mostrando un SPI (S/.) de 0.92 (92% ejecutado del presupuesto hasta la semana 02).
- En la semana 07 (segunda valorización) se observa a la fecha de corte (31/10/2019) existe un retraso del 10.66% del presupuesto valorizado (ver figura N°6.11) respecto a lo programado, este retraso repercute en el presupuesto, debido a que el contrato cuenta con cláusulas de penalidades por día atrasado en caso no se culmine según lo programado. Observando el SPI (S/.) de 0.76 (76% ejecutado del presupuesto hasta mediados de la semana 07).
- Se observa entre la semana 03 y semana 10 un atraso significativo en el avance presupuestado, este a consecuencia de varios factores como (logística, factores climáticos, seguridad en obra, experiencia en la mano de obra, otros).
- En la semana 11 (tercera valorización) se observa que el proyecto logra culminarse con éxito, cumpliendo los plazos de ejecución. Este luego de un análisis de indicadores y toma de decisiones por parte de la empresa ejecutora y recomendación de la contraparte (compañía), como, apoyo de volquetes mineros con material pétreo para gavión, el brindar apoyo de desmonte con descargar directa con los vagones mineros por la línea cauville adyacente al proyecto, este para aumentar la producción y mejorar los tiempos. procediendo a la entrega del proyecto y liquidación de tal bajo las cláusulas del contrato y descuentos acordados (alquiler de equipo pesado, personal de obra, otros).

La razón principal por el cual surge el atraso es en la actividad de armado de gaviones, llenado gaviones con roca, cierre de gaviones, tendido de malla terramesh (suelo reforzado), tendido de geotextil, relleno y compactado cada 30cm con material de préstamo en talud. Ejecutándose las actividades a tres

metros del nivel del río (cota 3199 msnm). Dificultando las actividades por estar en altura.

6.2.3 Programación y Control de Avance

Para el control de avance, se realizó la curva S de plazos. Contrario a la curva S de costos, se observa en el análisis, los indicadores de gestión SPI(t) del valor ganado, no se encuentran demasiados alejados de lo planificado, es decir, la variación con respecto a lo planificado no resulta mayor al 8.80%. Permitiendo tomar decisiones a corto plazo durante la ejecución para mejora en los tiempos de producción.

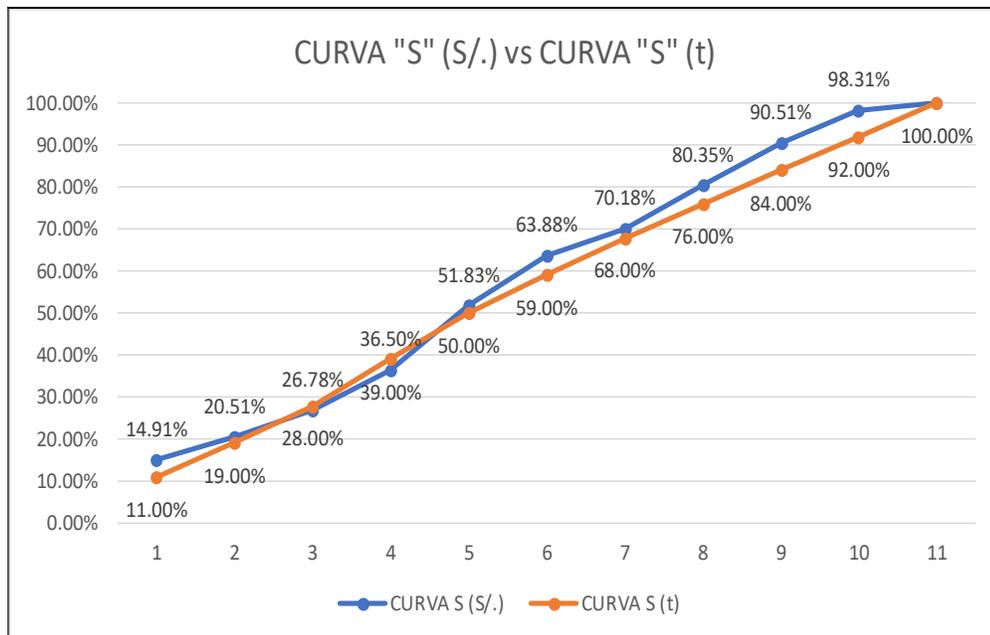


Figura N°6.14: Curva S en costos versus curva S en plazos.
Fuente: Elaboración propia.

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	
	16/09/2019	23/09/2019	30/09/2019	07/10/2019	14/10/2019	21/10/2019	28/10/2019	04/11/2019	11/11/2019	18/11/2019	25/11/2019	
EARNED VALUE (GESTION VALOR GANADO) - PLAZOS	PV	11.00%	19.00%	28.00%	39.00%	50.00%	59.00%	68.00%	76.00%	84.00%	92.00%	100.00%
	EV	8.81%	19.73%	27.17%	34.40%	41.21%	52.52%	61.21%	70.69%	80.18%	89.97%	100.00%
	SV	-2.194%	0.735%	-0.826%	-4.602%	-8.790%	-6.483%	-6.786%	-5.315%	-3.816%	-2.028%	0.000%
	SPI	0.80	1.04	0.97	0.88	0.82	0.89	0.90	0.93	0.95	0.98	1.00

Cuadro N°6.10: Gestión de valor ganado - Plazos.
Fuente: Elaboración propia

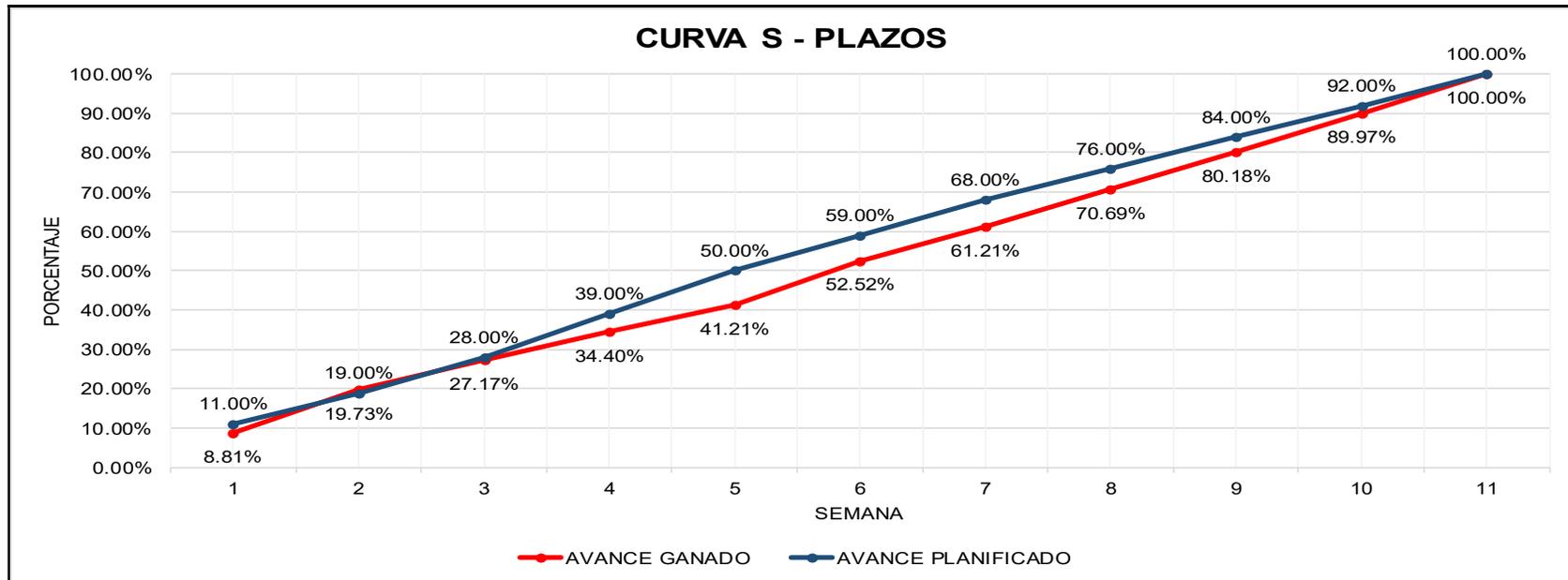


Figura N°6.15: Curva S – Plazos – Valor Ganado versus Valor planificado.
Fuente: Elaboración propia.

EARNED VALUE (PLAZOS) - METODOLOGIA DEL PROGRAMA GANADO	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11
	16/09/2019	23/09/2019	30/09/2019	07/10/2019	14/10/2019	21/10/2019	28/10/2019	04/11/2019	11/11/2019	18/11/2019	25/11/2019
AT	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00
ES	0.80	2.08	2.91	3.53	4.12	5.34	6.30	7.44	8.59	9.78	11.00
SPI	0.80	1.04	0.97	0.88	0.82	0.89	0.90	0.93	0.95	0.98	1.00
TEAC	11.20	10.92	11.09	11.47	11.88	11.66	11.70	11.56	11.41	11.22	11.00

Cuadro N°6.11: Metodología del programa ganado - Plazos.
Fuente: Elaboración propia

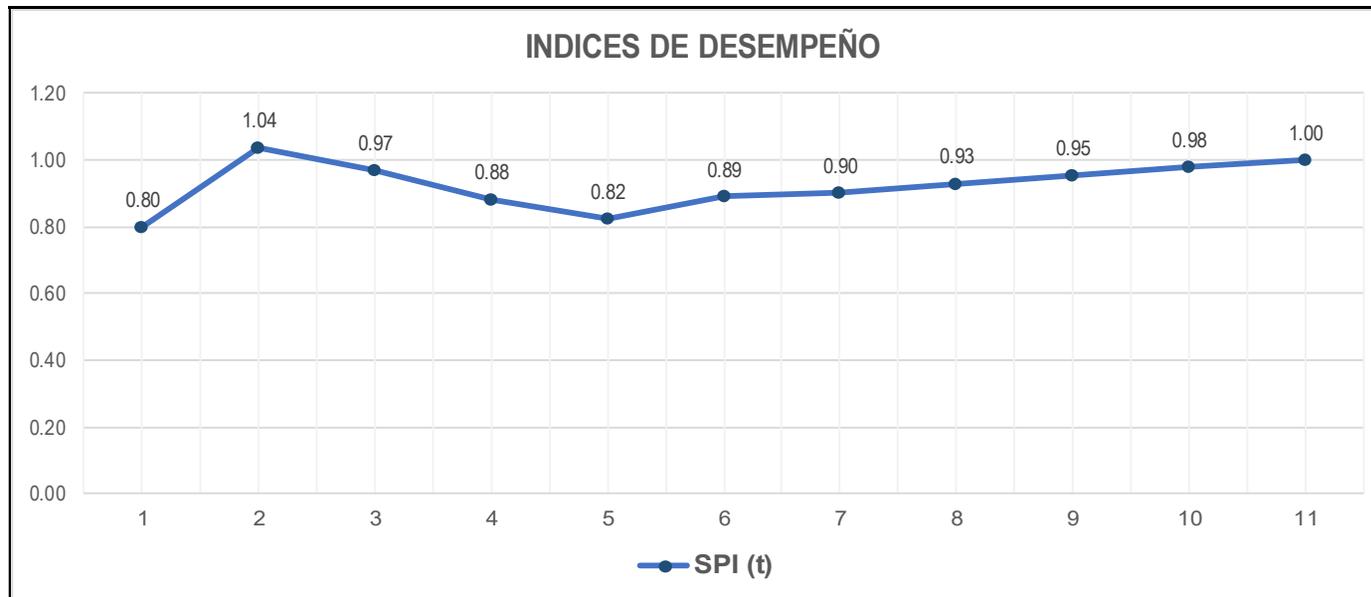


Figura N°6.16: Índices de desempeño en plazos.
Fuente: Elaboración propia.

- En el corte de la valorización N°1 (30/09/2019), se observa un SV de 0.735% (estando ligeramente encima de lo planificado) en tanto a ejecución de actividades según los plazos programados. Mostrando un SPI de 1.04.
- La actividad causante del atraso y que rige el avance, es la estructura del muro terramesh. En particular el llenado de gaviones y colocación de material de relleno. Al presentarse inclemencias del tiempo, impide continuar con los trabajos establecidos, siendo estas HH perdidos. Del mismo modo impactando en el rendimiento del trabajador.
- La gestión de compras es también un factor, el no contar con una cantera cercana para el suministro de roca de 6" a 10" (condiciones de la zona), sumando la deficiencia de equipo pesado y/o estado de equipo pesado del proveedor. Estos problemas repercuten directamente en el avance en el avance del proyecto, puesto que el personal escogía el material rocoso del río manualmente, posterior a ello, trasladar al punto y colocar. Disminuyendo así su rendimiento a 1/3 de lo planificado.
- En la semana 05, según al SPI de valor 0.82, compañía en coordinación con la supervisión y empresa ejecutora, se toma la iniciativa de brindar los equipos necesarios en materia de alquiler (descontado de la valorización). Este con el fin de mejorar los indicadores, mejorar los tiempos de producción, alcanzando objetivos en la planificación.
- En la fecha de corte de 31/10/2019 (mediados de la semana 07), la curva de valor ganado se encuentra por debajo de la curva de valor planificado, teniendo una variación del -6.786%. Este menor al -8.79% de la semana 05. Cabe resaltar que en la semana 07 el SPI tiene un valor de 0.90, observando ligeramente una mejora, permitiendo predecir que el nuevo tiempo de ejecución del proyecto es de 11.7 semanas.
- Posteriores a la semana 05, se observa en la figura N°6.16, el indicador del SPI, va mejorando en el transcurso de las semanas. Siendo este un buen indicador ante las decisiones tomadas.
- En la semana 11, se logra culminar el proyecto según lo programado. Este en consecuencia de la toma de decisiones en la brevedad posible, mejora de la logística, la contratación de personal de obra y apoyo de equipo pesado por parte de compañía (cliente).

CAPÍTULO VII: CONTROL DE CALIDAD, SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

7.1 CONTROL DE CALIDAD

En el desarrollo del presente capítulo, el supervisor de campo, residente de obra e Ingeniero de calidad, realizan la verificación técnica de al menos cuatro aspectos importantes:

- Control del proyecto: Permite detectar y corregir errores que podrían repercutir en reducir los niveles de calidad y seguridad.
- Control de calidad de los materiales: Permite minimizar exceso de costos por deficiencia y/o mal almacenamiento de materiales. Mediante la realización de ensayos y pruebas, conocimiento de fichas técnicas, recomendaciones del proveedor, se garantiza un nivel de confianza en las características físicas, químicas y/o mecánicas de los materiales a usarse en la ejecución de la obra.
- Control de ejecución: Este para alcanzar los niveles de calidad previstos en distintos elementos constructivo
- Control de instalaciones: Este control representa parte importante en el costo de toda obra, mantener un ambiente adecuado en electricidad, calefacción, comunicación, transporte, habitabilidad entre otros servicios. Para agrado y satisfacción de involucrados en la obra, incurriendo ello en su forma de trabajo, calidad de acabado, entre otros.

Entre los controles de calidad como pruebas y ensayos, se solicitó el diseño de mezcla, se tomaron en cuenta las pruebas de compactación de suelos y las pruebas de calidad de concreto (Cono de Abrams, prueba de rotura de testigos).

7.1.1 Pruebas de Compactación de Suelos

Ensayo de densidad de campo: Se ha establecido realizar diez (10) ensayos de densidad de campo por plataforma.



Figura N°7.1: Ensayos de campo – Prueba de densidad
Fuente: Elaboración propia.

7.1.2 Pruebas de Calidad de Concreto

Diseño de Mezclas de Concreto: Se realizará dos (02) pruebas de diseño de mezclas en base a los agregados proporcionados para sustentar la resistencia requerida del concreto. Se incluye la verificación por rotura de tres testigos de concreto por cada prueba de diseño de mezcla, que deberán ser ensayadas a los 7, 14 y 28 días.

Ensayos a la Compresión de Probetas de concreto: Previo al vaciado, se deberá obtener cinco (05) testigos de concreto por plataforma con la finalidad de verificar que se llegue a la resistencia especificada en los planos.

7.2 SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

7.2.1 Seguridad en Obra

El objetivo principal, es sensibilizar a los trabajadores sobre los riesgos a los que están expuestos durante el desarrollo de sus actividades y brindar las herramientas/medios necesarios para hacer frente a estos. Así mismo hacer cumplir con la Ley N° 29783 de Seguridad y Salud en el Trabajo, y su Reglamento D.S N° 005-2012-TR y demás modificatorias, el reglamento en minería D.S N° 024 – 2016 – EM y su modificatoria D.S. N° 023 – 2017 – EM.

Entre los lineamientos de seguridad en obra tenemos:

- Elaboración, Implementación y Administración del Plan de Seguridad y Salud en Obra: En esta partida se incluye la implementación de manejo de residuos

sólidos generados en los campamentos y obras, los cuales deberán eliminados y un área autorizada.

- Equipos de protección individual: Se ha considerado los EPP's para 20 trabajadores, siendo los equipos de protección individual básicos: filtros para polvo, chaleco para malla reflectante, tapones de oído, botas de seguridad punta de acero, lentes de seguridad, guantes de lona, respirador, casco de seguridad y bloqueador solar. La ropa de trabajo (overol) ha sido considerado en el precio de la H-H de cada trabajador según ley.
- Equipos de seguridad colectiva: Se ha considerado un kit de arnés (06 unidades), mallas, conos, postes de señalización.
- Capacitación en seguridad y Salud: Se ha considerado el tiempo invertido con la charla de 5 minutos para la capacitación de seguridad y salud.
- Recursos para Respuestas ante Emergencias en Seguridad y Salud durante el Trabajo.
- Señalización temporal en obra.

7.2.1.1 Responsabilidad del Ingeniero Supervisor en Campo

Es responsabilidad del Ingeniero Supervisor concientizar y hacer cumplir la seguridad en obra, este según reglamento D.S N° 024 – 2016 – EM y su modificatoria D.S. N° 023 – 2017 – EM, cumpliendo los siguientes puntos:

- a) El cumplimiento del llenado y visualización de las herramientas de gestión en seguridad en campo siendo estos:
 - Iperc línea base.
 - Identificación de Peligros, Evaluación y Control de Riesgos Continuo (IPERC).
 - Instruir y verificar en campo los Procedimientos Escrito de Trabajo Seguro (PETS) y realizar Observación Planeada de Trabajo de ser necesario (OPT).
 - Hoja MSDS de los materiales en uso.
 - Check List de equipos y herramientas de poder.
 - Procedimiento Escrito de Trabajo de alto Riesgo (PETAR).
 - Orden de Trabajo (OT).
 - Reporte de Incidentes.
 - Inspecciones.
 - Estándares.

- Políticas.
 - Plan de Respuesta ante emergencia.
 - Hoja de asistencia de charla de 5 min.
-
- b) El uso correcto de EPPS adecuados según estándares y procedimientos.
 - c) Señalización temporal de obra.
 - d) Verificar y hacer cumplir la supervisión plantada en caso se realice trabajo de alto riesgo.
 - e) Verificar que los equipos y maquinas cuenten con sus guardas de protección.
 - f) Identificar, evaluar y mitigar los riesgos en obra, en caso de no cumplimiento paralizar la actividad hasta el levantamiento de observaciones.
 - g) Actuar de inmediato antes cualquier eventualidad de peligro que sea informado en el lugar de trabajo.
 - h) Compromiso al 100% de la seguridad en la unidad.



Figura N°7.2: Charla de 5min en campo.
Fuente: Elaboración propia.



Figura N°7.3: Uso de arnés – Trabajo en altura
Fuente: Elaboración propia.



Figura N°7.4: Capacitación en campo – Reglamento de seguridad minera.
Fuente: Elaboración propia.



Figura N°7.5: Colocación de cinta de seguridad.
Fuente: Elaboración propia.



Figura N°7.6: Orden y limpieza en obra.
Fuente: Elaboración propia.

Figura N°7.7: Formato de reporte de incidentes
Fuente: Elaboración propia.

7.2.2 Medio Ambiente en Obra

Es de suma importancia establecer y recomendar medidas de protección, prevención, atenuación, restauración y compensación de los impactos ambientales negativos que pudieran resultar de las actividades de construcción y operación del proyecto sobre los componentes ambientales.

Establecer y recomendar medidas y acciones de prevención y mitigación de efectos de los componentes ambientales sobre la integridad y estabilidad de la obra a ser construida.

Estructurar acciones para afrontar situaciones de riesgos y accidentes durante el funcionamiento de las obras en mención.

Evidentemente que la ejecución de las obras del proyecto originará impactos ambientales positivos y negativos con diferente grado de incidencia sobre el ámbito de influencia del proyecto.

Ante ello es responsabilidad del supervisor de obra exigir a la contrata ejecutora:

- Identificación de impactos ambientales

- Medidas de manejo ambiental para cada actividad a desarrollarse
- Conocer y capacitar los trabajadores con los programas de manejo (Programa de manejo de aguas, Programa de manejo de suelos, Programa de manejo y disposición final de residuos sólidos, Programa de manejo de materiales construcción).
- Implementar y difundir el plan de contingencia prever y atender cualquier emergencia para salvaguardar los daños a la salud humana y el cuidado del medio ambiente.

7.2.2.1 Plan de Manejo Ambiental

El Plan de Mitigación Ambiental (PMA), se enmarca en la estrategia nacional de conservación del ambiente en armonía con el desarrollo socioeconómico de los poblados influenciados por la ejecución del proyecto, este será aplicado durante y después de la construcción del mismo.

Resulta oportuno señalar que, a efectos de la aplicación del PMA, es importante la coordinación intersectorial y local a fin de lograr una mayor efectividad en los resultados.

7.2.2.2 Manejo de Residuos Sólidos

Para el Manejo de Residuos Sólidos se ha considerado la implementación mínima de las siguientes estructuras:

Contenedores de Residuos Sólidos: Se ha considerado 06 unidades.

Contenedores de Residuos Peligrosos (Cilindros metálicos): Se ha considerado 01 unidad.

Almacén intermedio de residuos sólidos: Esta infraestructura albergará los contenedores, y consistirá en una cobertura que servirá como techo soportado en columnas metálicas o de madera o similar.

Disposición Final de residuos no peligrosos: Se contará con los servicios de una Empresa Prestadora de Servicios para manejo de Residuos Sólidos no peligrosos.

Carteles informativos: Se ha considerado 10 unidades.

Capacitación sobre Manejo de Residuos Sólidos: Se ha considerado 10 unidades.



Figura N°7.9: Clasificación de residuos solidos
Fuente: Elaboración propia.

7.2.2.3 Implementación de Respuesta a Emergencias y Contingencias Ambientales

Derrame de Hidrocarburos: Se ha considerado cinco (05) kits antiderrames para 200 galones.

Limpieza general de proyecto: Se ha considerado una limpieza manual de cualquier residuo en último mes.

7.2.2.4 Mitigación de Material Particulado

Regado de vías: Se ha establecido el regado de las vías principales con la finalidad de no levantar polvo con el tránsito de los vehículos pesados durante un periodo de setenta y cinco (75) días.



Figura N°7.10: Mitigación de polvo – Regado constante de vía.
Fuente: Elaboración propia.



Figura N°7.11: Regado de áreas verdes
Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

DEL PROYECTO:

- La elección del sistema de malla terramesh en el proyecto de defensa ribereña, resultó ser una buena alternativa, por su bajo costo en la construcción, por los plazos de ejecución, por los materiales involucrados en la construcción que tienen un bajo impacto con el medio ambiente (permitiendo formar un muro pantalla con vegetación), por su fácil mantenimiento ante deterioros, entre otros.
- La aplicación del sistema de malla terramesh en la construcción de la defensa ribereña, permitió hacer uso del material rocoso presente en el cauce, que es material predominante en la construcción del muro terramesh. Así mismo permitió descolmatar en parte la longitud del cauce.
- El considerar contratar personal con experiencia en construcción de gaviones y experiencia en minería, fue de vital importancia. Lo cual permitió mejorar el rendimiento así mismo los indicadores en el tiempo.
- El iniciar el proyecto a 1.5 meses de iniciado la época de avenidas, trajo consigo paralizaciones de HH, este por temas de seguridad. Influyendo directamente en la productividad, en los costos y en el cronograma de avance semanal. Ante esto, la decisión por parte de operaciones mina en brindar apoyo de equipo pesado para el traslado de material pétreo para relleno de malla gavión, traslado de material de desmonte para relleno a través de vagones mineros que se trasladan por la línea cauville paralelo al proyecto, fue de gran acierto para la culminación del proyecto en el plazo establecido.
- El considerar el sistema terramesh en la construcción de la defensa ribereña, al tener actividades recurrentes dentro de su ejecución, permitió incrementar la productividad individual y/o grupal en un aproximado del 40% en climas y condiciones óptimas. Este porcentaje decae significativamente a causa de factores externos (climáticos, seguridad, trabajo en altura, otros).
- El haber considerado una cantera cercana al proyecto de defensa ribereña resulto de vital importancia, puesto que el material pétreo representa el 74% del proyecto con respecto al volumen total del muro. Teniendo en cuenta que su desabastecimiento impacta directamente en la producción y este último en el costo – tiempo.

DE LA PLANIFICACIÓN

- Resultó indispensable contar con un planeamiento de obra, del mismo modo el ser difundido entre todos los involucrados (empresa, contratista, consejo distrital y población), para contar con su compromiso y brindar facilidades al proyecto.
- Fue de importancia hacer seguimiento el control de avance del proyecto en el tiempo, para realizar una planificación semanal, optimizando los recursos involucrados en el proyecto.
- Mantener las buenas relaciones comunitarias, la seguridad en obra y una buena gestión en medio ambiente, permitió que todo proyecto siga su curso de manera ininterrumpida.

DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

- Contar con una cantera de material cercana al proyecto es idóneo para el avance de este, el no tener esa condición favorable, también determino retrasos en la construcción del muro Terramesh.
- Mantener los equipos de trabajo y el compromiso de la seguridad basada en el comportamiento, permitió que no exista ningún accidente. Ello permitió no tener paralización de actividades y que las cuadrillas aumenten su rendimiento.
- Contar con las herramientas adecuadas, materiales, personal capacitado, procedimiento de trabajo, planificación (Look Ahead), dirección técnica y compromiso, permite que se tome acción ante retrasos y/o situación que se presenten en el transcurso.

DE LA GESTIÓN DE COSTOS

- El uso de muros terramesh en su aplicación de estabilidad de taludes, resulta más económico en comparación al muro de concreto armado. Económico en el sentido de los m3 ejecutados en el proyecto. Siendo este:

Descripción	costo	longitud	sección	m3	S./ m3
Concreto armado	S/ 63,925.32	30.00	3.13	93.93	680.56
Muro terramesh	S/ 72,648.36	30.00	9.00	270.00	269.07

Notando que el muro terramesh representa un 40% del costo por m3 del muro de concreto armado aproximadamente.

- Realizar un buen seguimiento y control del proyecto, permite a las partes interesadas tomar las medidas necesarias para contrarrestar los atrasos y/o costos.

- Los valores obtenidos del indicador SPI (Índice de Desempeño del Cronograma) fueron de 1.00, 0.85, 0.75, 1.01, 0.85, 0.78, 0.79, 0.85, 0.86, 0.78, 1.00; obtenidos semanalmente desde setiembre de 2019 a noviembre de 2019.
- Realizar el seguimiento y control del proyecto desde el enfoque de supervisor, solo permite analizar 2 de 3 curvas S en la gestión del valor ganado. Estas con la curva de valor ganado y la curva de valor planificado, haciendo de lado a la curva de valor real. Este último puesto que los gastos de mano de obra, herramientas, equipos y adquisiciones, solo es manejado por la empresa ejecutora.

DE LA GESTIÓN DE LA CALIDAD

- El usar el método de las Observaciones y No conformidades ayuda a establecer responsabilidades en el personal involucrado, puesto que se registra quien debió estar a cargo de la tarea en la que se encontró la causa raíz de la No conformidad.
- Entre los resultados de los ensayos para la Gestión de la Calidad del concreto, por ejemplo, para noviembre de 2019 se tenía que para las estructuras de Zapatas y muro pantalla; las especificaciones técnicas establecían resistencias de 210 kg/cm²; y las resistencias obtenidas fueron de 277 kg/cm² y 255 kg/cm² para la edad de 07 días respectivamente.
- Entre los resultados de los ensayos para la Gestión de la Calidad de densidad de campo, las especificaciones técnicas establecen un mínimo de 95.0%, y las compactaciones obtenidas en grado de compactación varía en porcentaje con un mínimo de 96.0% y un máximo 118.10%.

DE LA GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

- El realizar una buena gestión de la seguridad y medio ambiente, así mismo, el contar con las herramientas de gestión necesarias, permite que los colaboradores ejecuten el proyecto de manera responsable y segura. Evitando paralizaciones por temas de seguridad y medio ambiente.
- Realizar el seguimiento y control a los planes de manejo ambiental, Manejo de Residuos Sólidos, Implementación de Respuesta a Emergencias y Contingencias Ambientales, Mitigación de Material Particulado, permitió las buenas relaciones con la comunidad y la municipalidad. Esto ante posibles observaciones que puedan repercutir en el avance del proyecto.

RECOMENDACIONES

DEL PROYECTO:

- En la construcción del muro terramesh, en la actividad de llenado de malla con material pétreo, colocar las rocas que tengan uno de sus lados de forma planimétrica a los lados adyacentes de la malla. Esto permitirá un mejor acabado y distribución uniforme, permitiendo a la malla acercarse a la forma cubica lo máximo posible.
- Contar con personal calificado debidamente capacitados en trabajos de alto riesgo, así mismo, solicitar al ingeniero de seguridad por parte de la empresa ejecutora capacitar al personal no calificado (ayudantes) de manera constante en trabajos de alto riesgo.
- Definir áreas de habilitado de material, pasos peatonales, almacén temporal, estacionamiento, entre otros; así no interrumpen la circulación continua de los colaboradores, permitiendo mantener el orden y la limpieza de manera constante en obra.

DE LA PLANIFICACIÓN

- Es indispensable contar con un planeamiento inicial de obra, que ha de ser difundida entre todos los involucrados (empresa, contratista, consejo distrital y población), para contar con su compromiso y brindar facilidades al proyecto. Permitiendo en el transcurso la toma de decisiones ante las desviaciones que se pueda presentar.
- Programar las construcciones en la ribera de los ríos en inicios de época de estiaje es de suma importancia, permite mejorar rendimientos, mejorar condiciones de trabajo y menorar los riesgos.

DE LA GESTIÓN DE COSTOS

- Definir desde el primer día cual será los parámetros de medición para el control del proyecto, es decir, si se realizara el control del proyecto en base al porcentaje de avance con respecto a la duración de las actividades o el control del proyecto en base al porcentaje de avance con respecto a los costos. Teniendo en cuenta que para la supervisión es más importante el control del proyecto en base a la duración de las actividades y al contratista el control en base a los costos.
- Contar con un profesional para el control de proyectos que esté capacitado y actualizado bajo un sistema de gestión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berrio, P. *Método para la organización control y optimización de costos en proyectos de construcción*. Medellín: Tesis para optar el título de Magister en Ingeniería Administrativa, Facultad de Ingeniería de Minas - Universidad Nacional de Colombia, 2015.
- Castellanos Sulca Juan F., *Muros de Contención con Suelo Reforzado Proceso Constructivo*. TSP para optar Título Profesional FIC - UNI. Lima, 2007.
- Christian I. Montalvo L., *Supervisión de Obras Civiles en un Proyecto Minero*. TSP para optar Título Profesional FIC – UNI. Lima, 2017.
- Duque Tello Richard R., *Proceso Constructivo para Muro de Suelo Reforzado mediante el Sistema Macwall en Patio de Maniobras Proyecto Tren Eléctrico*. TSP para optar Título Profesional FIC - UNI. Lima, 2014.
- Espinoza Cáceres, "Proceso Constructivo, Planeamiento y Control de la Obra: ampliación de la planta de tratamiento de agua potable de Trujillo". Tesis para optar Título Profesional FIC-UNI. Lima, 2008.
- Fernández, R. *Evolución en la gestión de obras de los años 1980 al 2017 - filosofía Lean Construcción*. Lima: Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería Civil - Universidad de Ricardo Palma. Lima, 2018.
- Hernández G. Deyvi J., *Proceso constructivo del muro Terramesh - Zona de espesadores del Proyecto Toromocho*. TSP para optar Título Profesional FIC - UNI. Lima, 2014.
- Human Rojas J, Huamanlazo Anchiraico Y., *Mejoramiento del Proceso Constructivo para Corte de Taludes en Tajo Abierto, Mina Rosarina Yauli – Junín*. Tesis para optar el Título Profesional FIC – URP. Lima, 2019.
- J. Calavera, *Muros de Contención y Muros de Sótanos 2da Edición*. INTEMAC – Madrid, 1989,

- Maccaferri 2015. *TM-BR-Manual Refuerzo de Suelos* – Suplemento Técnico (SP).
- Macchia, J. (2009). *Cómputos, Costos y Presupuestos*. Buenos Aires: Nobuko
- Montero Barrionuevo M., *Proceso Constructivo de Elementos Verticales para Evitar la Segregación del Concreto*. TSP para optar Título Profesional FIC - UNI. Lima, 2014.
- Muñoz Ramírez Maykool J., *Estabilidad para Deslizamientos en Tres Tramos Críticos de la Carretera Ilabaya – Cambaya – Camilaca, Distrito de Ilabaya – Jorge Basadre – Tacna*. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Tacna, 2017.
- Project Management Institute, I. (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) 6 Edición*. Newton Square Pensilvania, EE. UU: PMI Book Service Center.
- Rafael Piñar V., *Proyecto de Construcción de un Muro de Gaviones de 960 m3. Proyecto final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción ICOTEC*. Costa Rica, 2008.
- Tejada Solano C., *Programación y Proceso Constructivo de la Bocatoma La Víbora y sus Obras Complementarias*. Titulación por Examen Profesional FIC – UNI. Lima, 2000.

ANEXOS

	Pág.
Anexo A.1: Informe Técnico topográfico	104
Anexo A.2: Estudio Geotécnico	134
Anexo A.3: Estudio Hidrológico.....	170
Anexo A.4: Planos del Proyecto.....	193
Anexo A.5: Diseño de Mezcla	206
Anexo A.6: Ensayos de Laboratorio.....	212
Anexo A.7: Presupuesto de Obra	225
Anexo A.8: Plano de replanteo	227
Anexo A.9: Comics Terramesh System	229

Anexo A.1 Informe Técnico Topográfico

					
A	Emitido para aprobación	0208/2019	HSB	KSB	
Rev.	Descripción	Fecha	Elab.	Rev.	Apr.
CONTRATACION DEL SERVICIO PARA LA ELABORACION DEL EXPEDIENTE TECNICO A DETALLE PARA LA CONSTRUCCION DEL MURO DE GAVIONES Y DEFENSA RIBEREÑA EN EL DISTRITO DE BULDIBUYO TUNEL 18 – PATAZ - REGION LA LIBERTAD					
MINERA CARAVELI - UM LA PACCHA					
		Título: ESTUDIO TOPOGRAFICO			
		Consultora: CONSYMIN INGENIEROS SAC			Revisión A

I.- INFORME TECNICO DE TOPOGRAFÍA

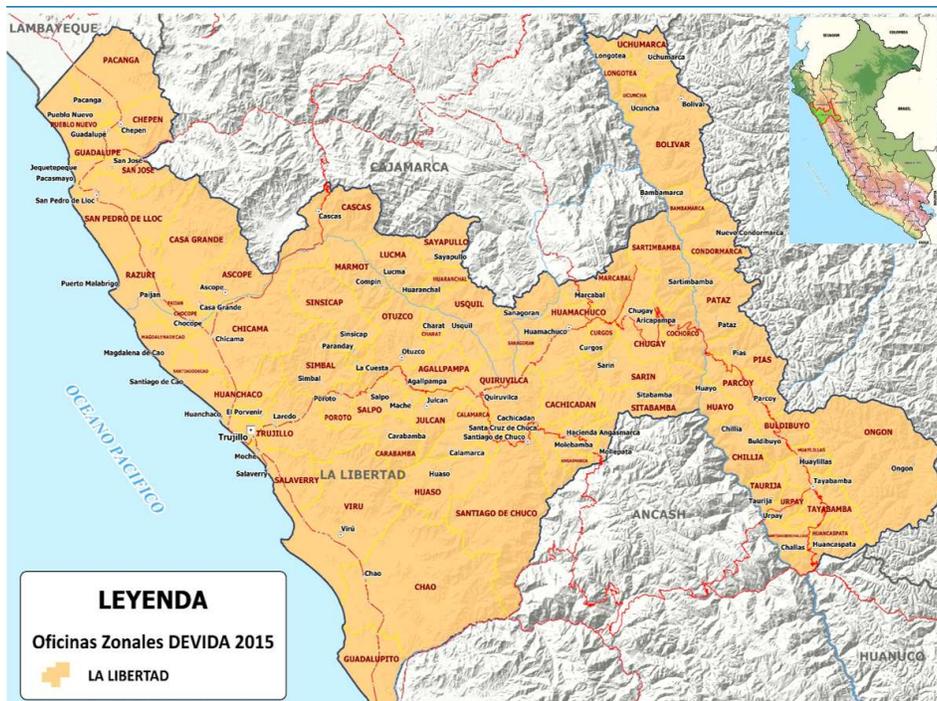
I.1. GENERALIDADES

Los trabajos topográficos a los que se refiere el presente informe, se han realizado para la elaboración del “CONTRATACION DEL SERVICIO PARA LA ELABORACION DEL EXPEDIENTE TECNICO A DETALLE PARA LA CONSTRUCCION DEL MURO DE GAVIONES Y DEFENSA RIBEREÑA EN EL DISTRITO DE BULDIBUYO TUNEL 18 – PATAZ - REGION LA LIBERTAD”.

I.2. UBICACIÓN DE LA ZONA DE TRABAJO

La zona materia del presente estudio se ubica:

REGIÓN	LA LIBERTAD
PROVINCIA	PATAZ
DISTRITO	BULDIBUYO
SECTOR	BULDIBUYO TUNEL 18



ACCESIBILIDAD

Para acceder al área donde se ubica el estudio se tiene que seguir la siguiente ruta:

Lima – Sihuas, mediante una vía asfaltada; Sihuas – Buldibuyo, mediante carretera afirmada.

También se puede acceder desde Lima – Trujillo - Pataz - Buldibuyo

En el siguiente cuadro se indica las distancias promedio desde la ciudad de Lima:

RUTA	TIPO DE VÍA	DISTANCIA (KM)	TIEMPO DE VIAJE (HORAS)
LIMA – SANTA - CHIMBOTE	TERRESTRE ASFALTADA	431	6
SANTA - SIHUAS	TERRESTRE: ASFALTADA	204	5
SIHUAS - BULDIBUYO	TERRESTRE: AFIRMADO	192	5
TOTAL, DESDE LIMA		827	16 HORAS



I.3. OBJETIVOS

El objetivo del presente estudio es realizar el Levantamiento Topográfico y Georreferenciación para “LA ELABORACION DEL EXPEDIENTE TECNICO A DETALLE PARA LA CONSTRUCCION DEL MURO DE GAVIONES Y DEFENSA RIBEREÑA EN EL DISTRITO DE BULDIBUYO TUNEL 18 – PATAZ - REGION LA LIBERTAD”.

I.4. METODOLOGIA DE TRABAJO

I.4.1. POSICIONAMIENTO GEODESICO

El trabajo de posicionamiento geodésico contemplado en este proyecto, es proporcionar la ubicación georreferenciada del muro de gaviones y sus componentes. Para tal fin, se ha utilizado el posicionamiento geodésico de 2 puntos de control, (A-1 y A-2) estos puntos han servido de base para el control horizontal y vertical del levantamiento topográfico del área donde se va a desarrollar el estudio.

Las coordenadas UTM datum WGS 84 de los puntos A-1 y A-2 se tomaron los datos con un GPS Navegador Garmin, dicha información se detalla en el cuadro siguiente:

Cuadro N°1: Puntos de Control Geodésico

PUNTO	ESTE (M)	NORTE (M)	COTA (MSNM)
A-1	235671.00	9100777.00	3219.00
A-2	235663.63	9100816.98	3211.98



Imagen N°1: Ubicación de los Puntos de Control Geodésico

I.4.1.1. Metodología de trabajo

En este ítem se describe la metodología usada para la georeferenciación de cada uno de los puntos de control topográfico, ubicado en lugares estratégicos de las áreas a levantar con el fin de obtener una buena precisión y control de calidad de los resultados.

El primer trabajo consistió en determinar en campo los puntos de control A-1 y A-2 para ello se empleó un GPS GARMIN Serie GPSMAP 62.

I.4.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

I.4.2.1. Breve Descripción del trabajo realizado

El trabajo consistió en el levantamiento topográfico del área de influencia del proyecto a realizarse, se levantó las ambas márgenes del río Buldibuyo.

El trabajo de campo siguió una programación previamente elaborada y estuvo compuesto por 01 brigada de topografía.

La forma de tomar los datos de campo, distribución y densidad de puntos planimétricos y de relleno se han adecuado a la forma del relieve terrestre, así como, el procesamiento de la información topográfica, especialmente para la generación de las curvas de nivel, el cual requiere de varios pasos previos, siendo el más importante el establecimiento de los puntos a colocarse en las zonas de cambio pronunciado de pendientes, bordes de taludes, accesos, rieles, etc., a fin de condicionar la formación de la red de triángulos que genera el software para la interpolación de las curvas de nivel y que éstas sean realmente una representación del área levantada.

I.4.2.2. Metodología de trabajo de los levantamientos topográficos

Teniendo en cuenta el requerimiento de los resultados del levantamiento topográfico, se planificó ejecutar el trabajo con una brigada, destinada para tal fin.

Por la forma del área a levantar se ha utilizado el método de la poligonal abierta.

I.4.2.2.1. Estacionamiento del equipo

Una vez determinado los puntos base **A-1** y **A-2**, se procedió a estacionar el equipo, haciendo coincidir la plomada del mismo en el punto A-1.

Desde el punto A-1 se tomó vista atrás hacia el punto A-2 con la finalidad de obtener la dirección o Azimut y verificar las coordenadas correspondientes A-2.

Desde la estación A-1 se procedió a colocar puntos auxiliares en otro punto estratégico del terreno dándose así inicio del levantamiento topográfico, radiándose todos los puntos de importancia para dar la forma al relieve terrestre de la zona de trabajo, registrándolos en la memoria del equipo y en una libreta de campo.

Para el presente trabajo se han utilizado 02 Puntos geodésicos Mostrados en el cuadro N°1

I.4.2.2.2. Monumentación y señalización de los puntos

Con la finalidad de dejar puntos georeferenciados en el área de trabajo. En este estudio se ha procedido a construir dos hitos de concreto con el empleo de tubería de Ø 6" color naranja en cuyo centro se colocado un clavo de acero que viene a ser el punto exacto de georeferenciación, posteriormente se ha procedido a pintar dicho dado de color rojo.

A continuación, se muestra los valores de las coordenadas UTM WGS- 84 para cada uno de los BMs. dejados en el presente trabajo:

RELACION DE PUNTOS GEOREFERENCIADOS WGS84



I.5. TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos de campo han comprendido lo siguiente:

I.5.1. RECONOCIMIENTO DEL TERRENO

Primero se realizó el reconocimiento de terreno con el fin de tomar conocimiento de la ubicación y extensión del área a intervenir con el levantamiento topográfico en concordancia con el croquis alcanzado en los términos de referencia.

I.5.2. CONTROL HORIZONTAL Y VERTICAL

Para controlar la topografía de este proyecto se determinaron en campo los puntos A-1 y A-2 y se monumento.

I.5.3. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL ÁREA EN ESTUDIO

La totalidad del levantamiento topográfico se realizó con Estación Total Leyca modelo TS-06 plus al 1", empleando una sola brigada compuesta por un topógrafo, 01 libretista y 02 porta-prismas alcanzándose a registrar un total de 627 puntos. Los mismos que se adjuntan como base de datos.

I.5.4. LEVANTAMIENTO DE ESTRUCTURAS CON WINCHA Y NIVEL TOPOGRÁFICO.

Con la finalidad de obtener datos adicionales de las estructuras existentes dentro del área de trabajo, tales como rieles, muro de concreto, etc. se ha procedido a tomar medidas usando para ello winchas de 5m.;

I.6. TRABAJOS DE GABINETE

Secuencia de procesamiento de trabajos de gabinete:

I.6.1. PROCESAMIENTO DE INFORMACION DE CAMPO

I.6.1.1. Recepción de datos de campo tomados por la estación total.

Los datos registrados en la memoria de la estación total fueron procesados en una hoja de cálculo Excel.

Estos datos obtenidos se exportan al programa Civil 3D en donde se termina de procesar la información hasta obtener las curvas de nivel correspondiente y ser plasmadas en los planos respectivos.

Las curvas de nivel se han dibujado con una equidistancia de 1.00 m.

I.6.1.2. Dibujo de las secciones transversales de desmontera y áreas adyacentes

Para cumplir con el requerimiento de dibujar las secciones, se ha procedido luego de obtener los planos en planta en CIVIL 3D, a trazar las secciones transversales ubicadas estratégicamente, de manera que se pueda apreciar mejor las características del terreno en estudio.

Las secciones transversales se han dibujado cada 5.00 m.

I.7. RECURSOS

I.7.1. RECURSOS HUMANOS

En campo:

01 Ingeniero - Consultor

01 Topógrafo

02 Porta prismas.

En gabinete:

01 Ingeniero proyectista - Consultor

01 Cadistas.

I.7.2. EQUIPO Y SOFTWARE UTILIZADO

I.7.2.1. Equipo topográfico y geodésico

01 GPS geodésico marca Garmin Serie GPSMAP 62

01 Estación total marca Leyca, modelo TS 06- FLEXLINE 1”

01 Trípode Leyca

03 Primas con sus respectivos bastones.

01 Mini prisma

03 Radios de comunicación

01 Wincha de 5 m

01 Wincha de 50 m

I.7.2.2. Equipo y materiales de oficina

- 02 Computadora Compatible Core I7
- 01 Impresora Epson
- 01 Plotter HP Designjet 110
- 02 Cámaras fotográficas.

I.7.2.3 Equipo de transporte

- 01 Camioneta pickup 4 x4

I.7.2.4 Equipo de Protección personal

- Cascos protectores
- Barbiquejos
- Lentes de seguridad.
- Bloqueador solar.
- Chalecos con cintas reflectivas.
- Zapatos de seguridad
- Guantes de cuero

II.- ANEXOS

- II.1.- Panel Fotográfico.
- II.2.- Base de datos

II.- ANEXOS

II.1.- PANEL FOTOGRAFICO



Foto N°1 Punto Geodésico N°1



Foto N°2 Punto Geodésico N°2



Foto N°3 Levantamiento Topográfico del rio Buldibuyo



Foto N°4 Levantamiento Topográfico del Muro



Foto N°5 Se observa el muro a rehabilitar



Foto N°6 Se observa el equipo topográfico empleado

II.2.- DATOS DE PUNTOS

PTO	ESTE	NORTE	COTA	DESC
1	235671.00	9100777.00	3219.02	A1
2	235663.63	9100816.98	3212.00	R
4	235626.90	9100826.42	3203.95	R
5	235627.52	9100829.52	3212.43	R
6	235628.34	9100825.64	3203.73	R
7	235628.35	9100825.64	3203.73	R
8	235629.78	9100828.69	3212.39	R
9	235630.62	9100824.48	3203.20	R
10	235632.06	9100827.66	3212.25	R
11	235632.03	9100827.68	3212.25	R
12	235632.97	9100823.19	3203.20	R
13	235634.23	9100826.52	3212.14	R
14	235635.31	9100821.72	3202.98	R
15	235635.24	9100821.72	3202.99	R
16	235636.93	9100824.95	3212.04	R
17	235637.57	9100820.53	3202.99	R
18	235639.18	9100823.44	3211.74	R
19	235640.64	9100819.28	3202.93	R
20	235641.53	9100822.52	3211.79	R
21	235644.14	9100821.46	3211.94	R
22	235643.46	9100817.77	3203.23	R
23	235646.38	9100816.01	3203.15	R
24	235646.93	9100819.84	3211.99	R
25	235648.27	9100814.09	3204.08	R
26	235649.80	9100818.38	3211.18	R
27	235651.28	9100820.56	3211.87	R
28	235646.90	9100813.27	3201.55	R
29	235653.80	9100819.70	3211.89	R
30	235653.89	9100819.31	3210.89	R
31	235647.32	9100812.68	3201.39	R
32	235653.49	9100817.89	3209.89	R
33	235651.65	9100817.97	3209.73	R
34	235648.02	9100811.72	3201.65	R
35	235653.61	9100816.55	3209.16	R
36	235649.59	9100815.47	3207.91	R
37	235649.59	9100815.51	3207.92	R
38	235648.13	9100811.80	3201.61	R
39	235648.63	9100811.78	3201.88	R
40	235651.77	9100814.13	3207.94	R
41	235653.77	9100815.97	3208.83	R
42	235650.56	9100808.63	3201.04	R

43	235653.76	9100815.98	3208.83	R
44	235652.77	9100813.05	3206.98	R
45	235652.73	9100813.07	3206.96	R
46	235654.74	9100807.72	3200.82	R
47	235654.83	9100807.73	3200.91	R
48	235652.78	9100813.05	3206.97	R
49	235656.86	9100806.55	3200.88	R
50	235656.90	9100806.53	3200.88	R
51	235653.66	9100811.35	3206.28	R
52	235659.91	9100805.61	3200.56	R
53	235655.98	9100811.31	3207.66	R
54	235657.41	9100810.91	3207.51	R
55	235662.28	9100805.66	3201.03	R
56	235663.14	9100804.80	3201.67	R
57	235657.62	9100814.00	3209.07	R
58	235657.61	9100814.02	3209.08	R
59	235665.50	9100804.38	3202.32	R
60	235658.47	9100816.31	3210.48	R
61	235666.10	9100805.29	3202.94	R
62	235655.50	9100817.45	3210.54	R
63	235655.17	9100819.62	3211.95	R
64	235667.64	9100804.97	3203.26	R
65	235657.66	9100818.61	3211.98	R
66	235670.71	9100804.34	3203.21	R
67	235660.22	9100817.59	3211.92	R
68	235670.88	9100803.40	3202.56	R
69	235660.56	9100816.26	3210.58	R
70	235660.01	9100814.65	3209.96	R
71	235659.62	9100812.73	3209.95	R
72	235673.98	9100801.68	3201.91	R
73	235660.10	9100810.43	3210.12	R
74	235662.88	9100809.92	3210.73	R
75	235662.88	9100809.89	3210.74	R
76	235679.82	9100800.38	3201.38	R
77	235662.13	9100812.35	3210.07	R
78	235662.77	9100815.34	3210.77	R
79	235663.12	9100815.85	3211.97	R
80	235667.80	9100813.25	3211.98	R
81	235667.70	9100812.85	3210.70	R
82	235668.65	9100810.50	3210.94	R
83	235667.81	9100808.94	3211.76	R
84	235668.56	9100812.81	3211.99	R
85	235668.24	9100812.42	3211.07	R
86	235673.06	9100810.01	3211.94	R
87	235672.94	9100807.93	3212.30	R

88	235675.68	9100806.54	3212.49	R
89	235676.16	9100809.41	3211.99	R
90	235678.38	9100808.03	3211.97	R
91	235679.05	9100805.67	3212.42	R
92	235683.04	9100804.53	3212.35	R
93	235625.85	9100796.40	3214.92	R
94	235686.65	9100803.29	3212.12	R
95	235632.71	9100794.57	3215.30	R
96	235689.44	9100802.60	3212.10	R
97	235634.30	9100793.41	3215.46	R
98	235693.23	9100801.84	3211.99	R
99	235695.75	9100801.69	3211.72	R
100	235637.37	9100793.01	3215.65	R
101	235697.85	9100802.30	3211.62	R
102	235699.84	9100802.92	3211.68	R
103	235641.04	9100792.19	3215.92	R
104	235701.43	9100803.40	3211.79	R
105	235701.43	9100803.40	3211.79	R
106	235701.59	9100803.40	3210.89	R
107	235644.69	9100791.63	3216.23	R
108	235702.23	9100803.40	3210.93	R
109	235649.90	9100789.43	3216.65	R
110	235700.90	9100807.55	3211.46	R
111	235703.68	9100808.71	3211.42	R
112	235703.40	9100810.54	3211.84	R
113	235702.57	9100813.21	3211.60	R
114	235655.65	9100785.29	3217.23	R
115	235657.97	9100782.98	3217.51	R
116	235705.81	9100809.35	3211.72	R
117	235706.23	9100812.02	3211.97	R
118	235705.58	9100814.07	3211.64	R
119	235658.64	9100781.12	3217.67	R
120	235659.85	9100780.16	3217.80	R
121	235706.24	9100808.72	3211.64	R
122	235711.24	9100810.13	3211.80	R
123	235662.42	9100778.65	3218.05	R
124	235711.24	9100811.05	3211.38	R
125	235665.58	9100778.22	3218.46	R
126	235714.91	9100812.99	3210.92	R
127	235683.60	9100763.24	3219.69	R
128	235683.66	9100763.30	3219.69	R
129	235717.45	9100814.24	3211.06	R
130	235721.13	9100816.01	3210.98	R
131	235720.79	9100816.64	3210.97	R
132	235681.24	9100765.37	3219.65	R

133	235720.68	9100816.86	3210.32	R
134	235676.96	9100769.25	3219.34	R
135	235720.34	9100817.65	3210.59	R
136	235674.21	9100771.62	3219.10	R
137	235674.22	9100771.59	3219.11	R
138	235720.28	9100818.23	3211.81	R
139	235680.14	9100759.38	3219.77	R
140	235721.33	9100815.85	3210.10	R
141	235678.10	9100762.07	3219.54	R
142	235727.20	9100817.48	3209.53	R
143	235676.23	9100764.22	3219.19	R
144	235727.81	9100817.08	3207.64	R
145	235673.50	9100766.79	3219.05	R
146	235728.30	9100816.65	3207.63	R
147	235670.73	9100768.72	3218.82	R
148	235728.35	9100816.65	3206.88	R
149	235728.86	9100816.19	3206.76	R
150	235666.80	9100771.23	3218.65	R
151	235664.05	9100772.88	3218.51	R
152	235660.91	9100774.65	3218.07	R
153	235658.33	9100776.28	3218.03	R
154	235655.18	9100778.97	3217.33	R
155	235651.19	9100781.84	3216.74	R
156	235647.60	9100783.98	3216.23	R
157	235728.86	9100816.14	3206.75	R
158	235731.57	9100817.26	3206.76	R
159	235731.65	9100817.37	3205.81	R
160	235732.43	9100817.31	3205.87	R
161	235732.61	9100817.18	3204.87	R
162	235732.97	9100816.74	3204.87	R
163	235733.13	9100816.56	3203.86	R
164	235734.37	9100814.42	3203.33	R
165	235735.96	9100811.77	3203.47	R
166	235732.99	9100810.99	3203.74	R
167	235731.45	9100813.54	3203.43	R
168	235730.64	9100815.19	3203.70	R
169	235727.05	9100814.09	3203.90	R
170	235727.45	9100811.96	3203.56	R
171	235728.13	9100809.61	3203.72	R
172	235724.55	9100808.66	3203.84	R
173	235723.52	9100810.83	3203.54	R
174	235722.63	9100812.32	3203.91	R
175	235722.62	9100812.32	3203.92	R
176	235720.51	9100809.58	3203.44	R
177	235720.30	9100807.08	3203.45	R

178	235716.99	9100806.45	3203.91	R
179	235738.07	9100812.37	3203.31	R
180	235738.07	9100812.36	3203.31	R
181	235738.88	9100811.65	3200.76	R
182	235735.28	9100810.33	3200.13	R
183	235731.00	9100808.91	3199.63	R
184	235726.94	9100807.59	3199.34	R
185	235723.37	9100806.44	3198.84	R
186	235720.55	9100805.53	3198.72	R
187	235721.68	9100803.03	3198.51	R
188	235725.41	9100800.29	3198.68	R
189	235628.49	9100823.69	3203.60	R
190	235628.25	9100821.96	3203.68	R
191	235727.41	9100797.47	3197.40	R
192	235630.99	9100820.29	3203.51	R
193	235632.40	9100822.02	3202.95	R
194	235727.34	9100797.68	3197.38	R
195	235635.56	9100819.86	3202.94	R
196	235635.64	9100819.95	3202.94	R
197	235634.65	9100818.03	3202.89	R
199	235639.14	9100813.93	3202.67	R
200	235640.27	9100815.63	3202.37	R
201	235721.88	9100795.78	3195.37	R
202	235642.75	9100813.57	3201.96	R
203	235641.52	9100811.57	3202.32	R
204	235644.98	9100808.21	3201.66	R
205	235646.42	9100810.37	3201.29	R
206	235646.40	9100810.35	3201.30	R
207	235647.55	9100806.11	3201.11	R
208	235648.84	9100808.25	3201.17	R
209	235648.82	9100808.28	3201.16	R
210	235650.09	9100804.82	3200.70	R
211	235651.31	9100805.96	3200.09	R
212	235651.80	9100803.22	3201.27	R
213	235650.22	9100801.00	3203.28	R
214	235623.71	9100837.00	3212.07	R
215	235629.26	9100834.46	3212.03	R
216	235637.39	9100830.75	3212.10	R
217	235645.38	9100826.95	3212.06	R
218	235653.18	9100823.32	3212.04	R
219	235653.18	9100823.31	3212.04	R
220	235660.32	9100820.04	3211.95	R
221	235660.42	9100819.99	3211.95	R
222	235666.26	9100817.45	3212.01	R
223	235668.57	9100816.56	3212.02	R

224	235620.30	9100793.39	3214.47	R
225	235677.97	9100814.64	3212.00	R
226	235620.71	9100793.53	3214.49	R
227	235625.81	9100792.65	3214.87	R
228	235626.08	9100793.08	3214.90	R
229	235634.34	9100791.37	3215.50	R
230	235641.16	9100789.17	3215.97	R
231	235647.25	9100786.71	3216.44	R
232	235652.53	9100783.47	3217.04	R
233	235652.51	9100783.48	3217.03	R
234	235656.92	9100780.05	3217.61	R
235	235656.93	9100780.05	3217.62	R
236	235662.50	9100776.52	3218.24	R
237	235666.69	9100774.29	3218.64	R
238	235670.38	9100771.46	3218.88	R
239	235673.95	9100768.64	3219.14	R
240	235678.30	9100765.06	3219.51	R
241	235681.64	9100761.30	3219.80	R
243	235682.09	9100813.98	3211.95	R
244	235686.89	9100812.91	3211.87	R
245	235689.93	9100811.03	3211.81	R
246	235690.87	9100812.43	3211.79	R
247	235691.35	9100810.26	3211.79	R
248	235692.96	9100809.65	3211.79	R
249	235693.48	9100812.13	3211.70	R
250	235695.88	9100811.79	3211.70	R
251	235694.94	9100809.18	3211.64	R
252	235697.04	9100808.74	3211.76	R
253	235698.79	9100808.44	3211.76	R
254	235696.73	9100811.67	3211.70	R
255	235698.49	9100811.54	3211.68	R
256	235701.06	9100812.00	3211.65	R
257	235701.71	9100808.91	3211.78	R
258	235701.71	9100808.91	3211.78	R
259	235702.94	9100812.45	3211.67	R
260	235705.36	9100813.11	3211.68	R
261	235705.70	9100810.08	3211.82	R
262	235708.18	9100810.80	3211.85	R
263	235710.13	9100811.35	3211.82	R
264	235709.68	9100814.56	3211.76	R
265	235713.67	9100816.31	3211.77	R
266	235718.94	9100818.79	3211.80	R
267	235718.61	9100821.00	3211.44	R
268	235713.43	9100817.87	3211.98	R
269	235709.17	9100815.94	3211.86	R

270	235703.40	9100814.05	3211.79	R
271	235698.79	9100813.94	3211.58	R
272	235695.60	9100814.11	3211.78	R
273	235691.95	9100814.78	3211.89	R
274	235691.97	9100814.79	3211.88	R
275	235687.79	9100815.69	3211.91	R
276	235681.62	9100816.82	3211.53	R
277	235677.02	9100817.72	3211.95	R
278	235667.31	9100819.36	3211.95	R
279	235661.68	9100820.86	3211.89	R
280	235655.91	9100823.16	3211.98	R
281	235648.59	9100826.42	3212.09	R
282	235641.71	9100830.11	3212.13	R
283	235634.44	9100833.66	3212.08	R
284	235629.33	9100836.42	3212.14	R
285	235621.93	9100840.21	3212.46	R
286	235621.91	9100840.23	3212.46	R
287	235663.63	9100816.98	3211.98	R
288	235671.00	9100777.00	3219.02	R
289	235645.46	9100808.70	3201.90	R
290	235646.93	9100803.74	3200.58	R
291	235647.55	9100801.26	3201.80	R
292	235647.55	9100801.26	3201.80	R
295	235649.89	9100796.24	3206.90	R
296	235651.58	9100794.87	3206.95	R
297	235648.14	9100797.34	3206.98	R
298	235648.18	9100797.96	3205.43	R
299	235647.36	9100799.49	3204.45	R
300	235647.07	9100801.20	3203.64	R
301	235645.95	9100803.74	3202.65	R
302	235646.48	9100804.14	3200.63	R
303	235647.10	9100796.57	3207.65	R
304	235648.53	9100795.83	3207.56	R
305	235649.93	9100794.98	3207.57	R
306	235651.11	9100794.17	3207.55	R
307	235653.97	9100791.85	3207.46	R
308	235655.99	9100790.39	3207.49	R
309	235659.70	9100788.64	3207.34	R
310	235650.30	9100793.60	3210.93	R
311	235653.18	9100790.89	3211.02	R
312	235649.99	9100794.57	3211.11	R
313	235647.40	9100795.46	3211.09	R
314	235644.78	9100796.18	3211.07	R
315	235642.83	9100796.13	3211.19	R
316	235639.74	9100796.81	3210.99	R

317	235637.92	9100800.48	3207.82	R
319	235635.34	9100795.71	3212.15	R
320	235641.14	9100794.02	3212.93	R
321	235645.20	9100793.96	3212.84	R
322	235649.49	9100792.31	3212.81	R
323	235649.16	9100790.48	3214.60	R
324	235647.12	9100791.13	3214.64	R
325	235642.15	9100793.05	3213.91	R
327	235635.26	9100784.57	3217.27	R
328	235637.00	9100786.56	3215.30	R
329	235645.11	9100783.52	3216.49	R
330	235647.94	9100782.83	3216.95	R
331	235650.00	9100781.79	3217.50	R
332	235650.00	9100781.79	3217.50	R
333	235650.54	9100781.12	3220.01	R
334	235653.80	9100778.81	3220.28	R
335	235653.23	9100778.92	3221.63	R
336	235653.92	9100779.24	3216.94	R
337	235658.01	9100775.48	3217.62	R
338	235657.26	9100776.20	3222.12	R
339	235662.53	9100773.42	3217.52	R
340	235662.55	9100772.34	3220.33	R
341	235670.58	9100768.61	3220.20	R
342	235668.53	9100769.84	3219.94	R
343	235666.34	9100771.05	3219.71	R
344	235626.12	9100785.46	3218.02	R
345	235626.02	9100786.34	3216.63	R
346	235655.75	9100787.09	3213.84	R
347	235657.38	9100789.46	3208.65	R
348	235664.33	9100786.42	3208.58	R
349	235669.35	9100782.24	3211.85	R
350	235669.04	9100779.51	3215.29	R
351	235659.93	9100781.57	3214.62	R
352	235645.46	9100808.70	3201.89	R
353	235663.63	9100816.98	3212.00	R
354	235623.42	9100825.44	3204.56	R
355	235689.98	9100790.17	3196.66	R
356	235673.35	9100792.30	3198.55	R
357	235674.78	9100796.89	3198.39	R
358	235673.89	9100794.05	3198.19	R
359	235670.40	9100795.34	3198.38	R
360	235669.22	9100793.60	3198.92	R
361	235666.77	9100797.07	3198.80	R
362	235663.93	9100797.12	3199.45	R
363	235664.11	9100798.93	3199.09	R

364	235665.93	9100801.62	3199.76	R
365	235662.65	9100802.32	3199.60	R
366	235660.35	9100799.03	3200.07	R
367	235663.21	9100804.82	3201.22	R
368	235660.27	9100800.97	3199.73	R
369	235657.28	9100803.04	3199.59	R
370	235658.21	9100804.91	3200.15	R
371	235656.27	9100801.82	3200.57	R
372	235655.45	9100807.39	3200.73	R
373	235653.90	9100803.55	3200.25	R
374	235654.36	9100805.08	3199.97	R
375	235651.61	9100805.58	3200.08	R
376	235652.35	9100808.06	3200.53	R
377	235649.93	9100804.87	3200.61	R
378	235649.84	9100805.46	3200.22	R
379	235650.65	9100806.54	3199.95	R
380	235647.13	9100810.48	3201.33	R
381	235644.17	9100807.44	3201.86	R
382	235641.43	9100808.20	3202.56	R
383	235641.46	9100807.81	3204.02	R
384	235645.22	9100812.58	3201.36	R
385	235646.17	9100813.40	3201.45	R
386	235642.54	9100809.89	3202.09	R
387	235643.47	9100811.83	3201.62	R
388	235643.83	9100815.03	3202.11	R
389	235641.63	9100814.02	3202.01	R
390	235642.76	9100814.98	3201.79	R
391	235640.84	9100813.13	3202.73	R
392	235642.81	9100817.38	3203.23	R
393	235638.79	9100811.24	3202.53	R
394	235641.05	9100816.65	3202.39	R
395	235638.54	9100810.66	3203.57	R
396	235640.15	9100815.72	3202.35	R
397	235636.62	9100813.80	3202.80	R
398	235638.30	9100817.18	3202.35	R
399	235635.35	9100812.34	3204.03	R
400	235639.54	9100819.20	3202.99	R
401	235632.34	9100814.27	3205.02	R
402	235636.60	9100820.82	3202.95	R
403	235633.57	9100816.76	3203.80	R
404	235635.46	9100820.00	3202.94	R
405	235634.67	9100818.29	3203.01	R
406	235635.54	9100820.01	3202.94	R
407	235636.13	9100821.24	3202.99	R
408	235632.37	9100820.75	3203.10	R

409	235630.91	9100818.68	3203.59	R
410	235633.38	9100822.85	3203.19	R
411	235629.71	9100816.75	3204.48	R
412	235632.47	9100822.07	3203.01	R
413	235627.22	9100818.86	3204.45	R
414	235630.21	9100824.57	3203.28	R
415	235628.46	9100821.24	3203.84	R
416	235629.30	9100823.56	3203.44	R
417	235628.63	9100822.38	3203.81	R
418	235625.61	9100823.83	3203.99	R
419	235626.06	9100825.16	3203.85	R
420	235626.14	9100826.44	3203.94	R
421	235624.24	9100821.04	3204.81	R
422	235622.26	9100827.36	3204.26	R
423	235620.09	9100823.46	3204.92	R
424	235621.54	9100825.77	3204.62	R
425	235622.25	9100827.36	3204.26	R
426	235623.42	9100825.44	3204.54	R
427	235645.45	9100808.71	3201.90	R
428	235644.30	9100807.34	3201.87	R
429	235644.05	9100806.81	3203.12	R
430	235612.76	9100830.99	3205.76	R
431	235611.99	9100829.76	3205.70	R
432	235629.68	9100815.97	3204.52	R
433	235610.76	9100827.28	3205.33	R
434	235610.36	9100826.86	3205.35	R
435	235610.26	9100826.67	3205.37	R
436	235631.51	9100813.37	3205.44	R
437	235613.26	9100824.31	3205.15	R
438	235628.23	9100813.98	3205.92	R
439	235615.93	9100821.43	3204.83	R
440	235627.19	9100811.73	3206.28	R
441	235627.59	9100811.80	3206.27	R
442	235619.24	9100820.57	3204.83	R
443	235629.77	9100810.68	3206.61	R
444	235624.06	9100822.42	3204.13	R
445	235624.06	9100822.42	3204.13	R
446	235633.24	9100808.59	3207.30	R
447	235620.61	9100825.00	3204.77	R
448	235626.71	9100810.78	3206.53	R
449	235620.37	9100826.41	3204.53	R
450	235616.72	9100827.41	3204.79	R
451	235616.03	9100826.33	3204.79	R
452	235624.43	9100810.99	3206.93	R
453	235623.52	9100820.60	3204.99	R

454	235625.10	9100814.32	3205.88	R
455	235621.69	9100820.68	3204.93	R
456	235624.36	9100816.79	3205.33	R
457	235625.04	9100818.80	3204.80	R
458	235620.23	9100820.44	3205.51	R
459	235626.94	9100819.73	3204.39	R
460	235622.65	9100817.47	3205.45	R
461	235618.63	9100819.94	3206.02	R
462	235620.74	9100814.45	3206.24	R
463	235615.85	9100821.05	3206.55	R
464	235615.84	9100821.05	3206.55	R
465	235619.69	9100811.12	3206.95	R
466	235613.90	9100822.54	3206.76	R
467	235617.17	9100811.05	3207.21	R
468	235612.91	9100823.75	3206.70	R
469	235618.06	9100813.54	3206.92	R
470	235610.92	9100825.51	3207.24	R
471	235619.37	9100817.24	3206.29	R
472	235608.98	9100826.43	3207.48	R
473	235615.58	9100809.78	3208.17	R
474	235606.16	9100823.74	3208.02	R
475	235608.68	9100822.82	3207.68	R
476	235611.34	9100817.28	3207.27	R
477	235611.34	9100817.28	3207.27	R
478	235610.52	9100820.84	3207.57	R
479	235614.68	9100818.16	3206.69	R
480	235616.49	9100818.88	3206.62	R
481	235607.55	9100817.22	3207.80	R
482	235605.49	9100814.58	3209.38	R
483	235606.00	9100812.91	3209.93	R
484	235608.17	9100811.07	3209.46	R
485	235618.33	9100819.05	3206.87	R
486	235610.58	9100809.15	3209.63	R
487	235616.40	9100819.83	3206.60	R
488	235614.36	9100807.46	3209.47	R
489	235615.85	9100807.22	3209.67	R
490	235607.62	9100817.22	3207.79	R
491	235622.84	9100806.53	3209.65	R
492	235602.63	9100814.53	3210.06	R
493	235629.23	9100805.85	3209.59	R
494	235599.68	9100810.85	3210.83	R
495	235596.58	9100808.81	3211.79	R
496	235598.15	9100805.64	3213.07	R
497	235600.72	9100803.75	3213.10	R
498	235603.78	9100801.54	3213.07	R

499	235610.01	9100800.39	3212.49	R
500	235612.76	9100799.84	3212.64	R
501	235625.30	9100827.18	3203.92	R
502	235636.11	9100821.38	3202.97	R
503	235689.98	9100790.17	3196.64	R
504	235645.49	9100808.69	3201.90	R
505	235682.60	9100799.60	3201.19	R
506	235685.06	9100799.00	3200.75	R
507	235685.23	9100797.90	3200.69	R
508	235683.65	9100798.25	3200.94	R
509	235670.46	9100798.55	3199.01	R
510	235685.03	9100796.19	3199.58	R
511	235671.30	9100799.12	3199.45	R
512	235686.63	9100796.29	3199.31	R
513	235672.55	9100796.67	3198.53	R
514	235687.05	9100797.25	3200.46	R
515	235673.05	9100798.16	3198.99	R
516	235686.78	9100799.16	3200.78	R
517	235673.79	9100799.28	3200.53	R
518	235688.72	9100798.76	3200.81	R
519	235676.13	9100798.13	3199.96	R
520	235688.49	9100796.93	3200.12	R
521	235688.78	9100795.67	3198.98	R
522	235675.96	9100796.96	3198.22	R
523	235688.86	9100794.84	3198.50	R
524	235678.40	9100796.63	3197.75	R
525	235690.80	9100794.62	3198.30	R
526	235690.72	9100796.38	3199.94	R
527	235691.22	9100797.90	3200.46	R
528	235690.05	9100793.61	3194.91	R
529	235691.40	9100793.23	3194.75	R
530	235692.47	9100792.72	3194.95	R
531	235698.90	9100793.64	3194.62	R
532	235694.40	9100793.05	3194.74	R
533	235699.62	9100792.77	3194.49	R
534	235699.86	9100794.26	3195.22	R
535	235692.10	9100794.31	3196.73	R
536	235693.27	9100794.28	3196.77	R
537	235690.59	9100794.64	3196.95	R
538	235687.96	9100795.43	3197.20	R
539	235688.59	9100794.25	3195.22	R
540	235686.95	9100794.76	3195.45	R
541	235684.04	9100795.18	3195.60	R
542	235674.65	9100796.99	3197.00	R
543	235674.65	9100796.99	3197.00	R

544	235677.84	9100796.71	3196.47	R
545	235681.74	9100795.95	3195.72	R
546	235684.01	9100795.27	3195.66	R
547	235684.63	9100788.71	3195.81	R
548	235678.05	9100788.95	3198.55	R
549	235687.38	9100788.25	3195.70	R
550	235688.29	9100788.10	3195.70	R
551	235688.73	9100787.26	3196.89	R
552	235691.97	9100785.49	3198.04	R
553	235692.39	9100787.85	3195.60	R
554	235692.79	9100791.49	3196.23	R
555	235694.50	9100796.75	3200.09	R
556	235692.94	9100792.80	3196.25	R
557	235694.03	9100795.50	3199.22	R
558	235695.72	9100793.16	3196.23	R
559	235693.75	9100793.86	3198.16	R
560	235695.59	9100791.38	3195.98	R
561	235695.85	9100789.92	3196.08	R
562	235691.47	9100793.72	3197.74	R
563	235695.42	9100787.47	3195.78	R
564	235693.72	9100786.14	3197.95	R
565	235696.43	9100786.25	3196.36	R
566	235698.96	9100785.85	3195.01	R
567	235689.58	9100794.76	3198.38	R
568	235698.09	9100790.71	3195.94	R
569	235693.77	9100788.40	3196.24	R
570	235703.44	9100796.42	3199.52	R
571	235705.45	9100796.03	3199.35	R
572	235708.00	9100795.88	3199.25	R
573	235710.69	9100796.15	3199.22	R
574	235713.31	9100796.70	3199.26	R
575	235716.95	9100797.41	3199.14	R
576	235720.00	9100798.09	3199.02	R
577	235720.72	9100799.71	3198.47	R
578	235720.20	9100802.09	3198.50	R
579	235717.94	9100801.26	3198.42	R
580	235718.51	9100799.26	3198.56	R
581	235715.87	9100798.91	3198.42	R
582	235715.33	9100800.81	3198.32	R
583	235712.88	9100800.25	3198.35	R
584	235713.44	9100798.19	3198.46	R
585	235710.60	9100797.72	3198.47	R
586	235710.03	9100799.38	3198.42	R
587	235706.11	9100787.00	3192.30	R
588	235707.38	9100786.55	3195.77	R

589	235721.94	9100786.91	3191.32	R
590	235725.27	9100786.74	3194.59	R
591	235714.72	9100786.79	3191.69	R
592	235735.81	9100796.93	3194.43	R
595	235699.30	9100794.37	3194.02	R
599	235688.22	9100787.32	3198.79	R
600	235686.70	9100786.51	3200.59	R
601	235682.77	9100783.14	3205.55	R
602	235684.10	9100786.21	3202.10	R
603	235678.72	9100798.77	3200.74	R
604	235677.08	9100798.94	3200.67	R
605	235680.36	9100798.59	3200.80	R
606	235678.99	9100790.51	3197.18	R
607	235717.65	9100795.27	3195.80	R
608	235713.53	9100794.21	3196.25	R
609	235708.52	9100793.62	3196.63	R
610	235704.84	9100793.67	3196.10	R
611	235705.35	9100789.62	3192.45	R
612	235705.10	9100791.53	3193.85	R
613	235713.22	9100790.91	3192.95	R
614	235701.82	9100790.16	3194.75	R
615	235702.67	9100793.23	3194.95	R
616	235702.49	9100786.27	3194.85	R
617	235705.23	9100792.69	3194.12	R
618	235708.19	9100791.70	3193.95	R
619	235708.93	9100790.08	3192.15	R
620	235710.10	9100787.56	3193.78	R
621	235722.11	9100792.90	3191.65	R
622	235718.15	9100792.08	3192.05	R
623	235652.02	9100798.10	3204.79	R
624	235654.14	9100799.96	3202.68	R
625	235651.12	9100799.55	3204.04	R
626	235622.80	9100832.22	3212.51	R
627	235617.97	9100836.12	3212.65	R

Anexo A.2 Estudio Geotécnico



Rev.	Descripción	Fecha	Elab.	Rev.	Apr.
A	Emitido para revisión	25/08/2019	HSB	KSB	
CONTRATACION DEL SERVICIO PARA LA ELABORACION DEL EXPEDIENTE TECNICO A DETALLE PARA LA CONSTRUCCION DEL MURO DE GAVIONES Y DEFENSA RIBEREÑA EN EL DISTRITO DE BULDIBUYO TUNEL 18 - PATAZ - REGION LA LIBERTAD					
MINERA CARAVELI - UM LA PACCHA					
		Título: ESTUDIO GEOTÉCNICO			
		Documento N°: CONSY2019-EG			Revisión A

	Código: CONSY2018- EBI-2.3 EG Fecha: 10/02/2018 Revisión: A	
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

CONTENIDO	PÁG.
1 ASPECTOS GENERALES	4
1.1. NORMATIVIDAD.....	4
1.2. OBJETIVOS.....	4
1.3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.....	4
1.4. ACTIVIDADES	5
2 GEOLOGIA Y SISMICIDAD EN EL AREA DE ESTUDIO ..;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
2.1 GENERALIDADES	;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.2 GEOLOGIA.....	;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.2.1 GEOLOGIA REGIONAL	;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.2.2 GEOLOGIA LOCAL.....	;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.3 SISMICIDAD	8
2.3.1 PARAMETROS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE	9
3 INVESTIGACIONES GEOTECNICAS EFECTUADAS.....	11
3.1 GENERALIDADES	11
3.2 MAPEO GEOLOGICO GEOTECNICO	;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3.3 EXCAVACION DE CALICATAS.....	11
3.4 ENSAYOS DE CAMPO.....	;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3.4.1 ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO INSITU	;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3.5 ENSAYOS DE LABORATORIO	13
3.5.1 GENERALIDADES.....	13
3.5.2 ENSAYO ESTÁNDAR MUESTREO DE SUELOS	13
3.5.3 ENSAYOS ESPECIALES.....	14
4 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES	15
4.1 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS.....	15
4.2 ESTIMACIÓN DEL COEFICIENTE SÍSMICO	15
4.3 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD ESTÁTICO.....	17
4.4 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD PSEUDO – ESTÁTICO	17
4.5 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DE LOS MATERIALES.....	17
4.6 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD	19
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	21

	Código: CONSY2018- EBI-2.6 EG Fecha: 09/02/2018 Revisión: A	
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS

TABLA N° 3-1 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL DEPÓSITO DE DESMONTE.....	12
TABLA N° 3-3 RESUMEN DE ENSAYOS DE LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS).....	13
TABLA N° 3-4 RESUMEN DE ENSAYOS DE PROCTOR ESTÁNDAR.....	14
TABLA N° 3-5 RESUMEN DE ENSAYO DE CORTE DIRECTO.....	14
TABLA N° 3-6 RESUMEN DE ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA.....	15
TABLA N° 4-1 VALORES DE ACELERACIÓN MÁXIMA ESPERADA (PGA) EN LA ZONA DE ESTUDIO.....	16
TABLA N° 4-2 PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE LOS MATERIALES.....	18
TABLA N° 4-3 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES.....	20

IMAGEN

IMAGEN N°3 COLUMNA ESTRATIGRÁFICA REGIONAL.....	7
IMAGEN N°5 ZONIFICACIÓN SÍSMICA DEL PERÚ.....	10
IMAGEN N°6 UBICACIÓN DEL DEPÓSITO DE DESMONTE.....	12
IMAGEN N°7 UBICACIÓN DE SECCIONES.....	19

ANEXOS

ANEXO A	RESULTADO DE LABORATORIO
ANEXO B	PANEL FOTOGRAFICO
ANEXO C	RESULTADO DE ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES

	Código: CONSY2018- EBI-2.6 EG Fecha: 09/02/2018 Revisión: A	
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

ESTUDIO GEOTÉCNICO

1 ASPECTOS GENERALES

1.1. NORMATIVIDA

El presente estudio está en concordancia con la Norma E-050 de Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones y siguiendo los procedimientos recomendados por el American Society for Testing and Materials (ASTM) para la ejecución de calicatas y ensayos de Laboratorio.

1.2. OBJETIVOS

Los objetivos del presente estudio son los siguientes:

- Evaluar las condiciones geotécnicas de la zona en estudio, con la finalidad de obtener los parámetros geotécnicos necesarios para el desarrollo de la ingeniería.
- Evaluar la estabilidad de taludes en condiciones estáticas y pseudo estática del muro de contención. Se estimaran los mínimos factores de seguridad contra el deslizamiento global utilizando métodos de equilibrio límite mediante el software slide.

1.3. CARACTERISTICAS CLIMATICAS

El clima del área de estudio ha sido identificado dentro de la jerarquía muy húmeda - frío, lluvioso en épocas de invierno.

✓ Temperatura

El área de estudio presenta durante los meses entre Enero y Diciembre temperaturas que fluctúan entre los 4° y 15° C. presentándose cálido durante el día y frío durante la noche.

✓ Humedad Relativa

La Humedad Relativa promedio anual varía entre 73% y 90% aproximadamente. Los meses de menor humedad son julio, agosto y setiembre, incrementándose en el resto del año.

✓ Pluviometría

El área de estudio presenta un régimen pluviométrico variable durante todo el año, las precipitaciones mínimas se presentan entre los meses de mayo a setiembre y

	Código: CONSY2018- EBI-2.6 EG Fecha: 09/02/2018 Revisión: A	
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

en forma esporádica y las máximas precipitaciones entre los meses de diciembre a marzo.

1.4. ACTIVIDADES

Los trabajos realizados en campo han sido los necesarios para alcanzar los objetivos propuestos para este estudio, esta actividad consistió en tomar muestras de campo para determinar las propiedades físicas del suelo para la cimentación del muro de contención y se integran dentro de las siguientes actividades:

Recopilación de estudios y análisis de Información existente.

Reconocimiento Geológico – Geomorfológico.

Toma de muestra de material de desmonte mina para el relleno estructural.

Procesamiento de datos.

Elaboración del informe.

2 GEOLOGIA Y SISMICIDAD EN EL AREA DE ESTUDIO

2.1 GENERALIDADES

En el presente capítulo se presenta las características geológicas predominantes en el área de estudio que corresponde al proyecto ELABORACION DEL EXPEDIENTE TECNICO A DETALLE PARA LA CONSTRUCCION DEL MURO DE GAVIONES Y DEFENSA RIBEREÑA EN EL DISTRITO DE BULDIBUYO TUNEL 18 – PATAZ - REGION LA LIBERTAD. La importancia del tema geológico radica principalmente en su influencia sobre las condiciones de seguridad y riesgo físico de las futuras obras, debido a que el conocimiento de la geología local permite identificar la naturaleza de las formaciones, su resistencia a las acciones erosivas, sensibilidad sísmica y pronosticar sus incidencias en las etapas de construcción y operación.

2.2 GEOLOGIA

2.2.1 GEOLOGIA REGIONAL

En la zona de estudio aflora ampliamente El batolito de Pataz el que es caracterizado históricamente por la presencia de depósitos vetiformes mesotermiales de oro, también denominados Oro Orogenico. Ha sido explotado desde la época incaica y durante los últimos 100 años. Más de 16 minas subterráneas distribuidas entre Pataz, Parcoy y Buldibuyo, han producido 6 millones

		Código: CONSY2018- EBI-2.6 EG Fecha: 09/02/2018 Revisión: A	
-----------------------------------------------------------------------------------	--	----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

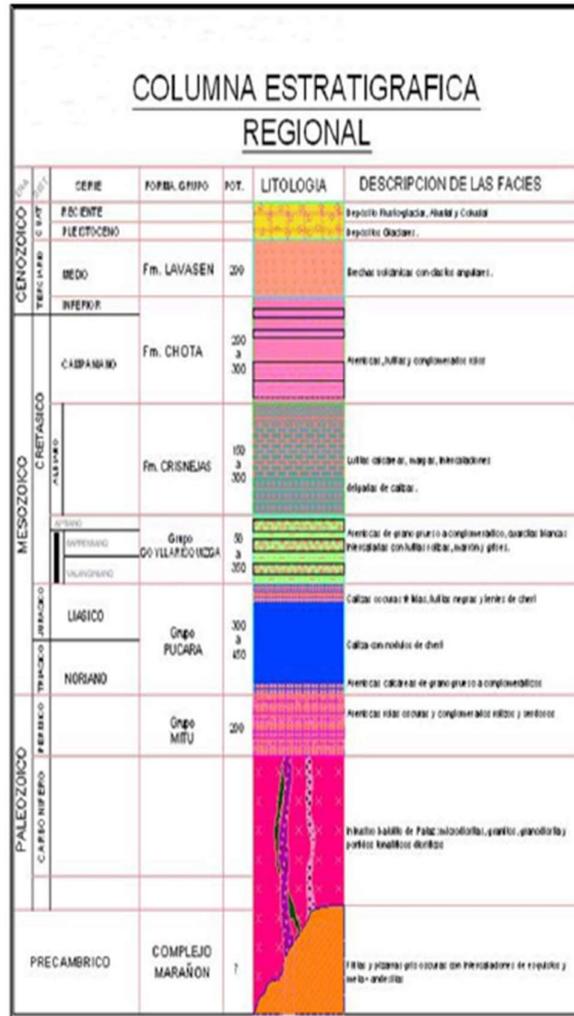
de onzas de oro y se estima que sus reservas ascienden a 40 millones considerando la totalidad del cinturón (Haeberlin Y., 2002). El batolito de Pataz es un cuerpo intrusivo, que se encuentra emplazado en un fallamiento regional con tendencia direccional NNO-SSE paralelo a lo largo del valle del Marañón, presentándose como corredor o vía estructural de mineralización, que cubre dimensiones de 160 km. de largo y ancho variable de 1 - 3 km., emplazado en los flancos orientales de la cordillera oriental, dicho fallamiento regional habría controlado posteriormente la formación de los sistemas de vetas. (Schreiber et al., 1989, Haeberlin et al., 2002, citado en Haeberlin Y., 2002). El prospecto Los Hornos & El Cura, se encuentra inmerso dentro del metalotecto aurífero de Pataz Parcoy - Buldibuyo, en su extremo Sur. Dataciones de $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ en biotitas de rocas monzogranitos y granodioritas del batolito de Pataz, determinaron edades de 329.2 ± 1.4 y 328.1 ± 1.2 Ma. Respectivamente (Haeberlin, 2002), edades que pertenecen al Missisipiense del Carbonífero.



Código: CONSY2018-
EBI-2.6 EG
Fecha: 09/02/2018
Revisión: A



Imagen N°3 Columna Estratigráfica Regional



Fuente: Carta Geológica INGENMET

	Código: CONSY2018- EBI-2.6 EG Fecha: 09/02/2018 Revisión: A	
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

2.2.2 GEOLOGIA LOCAL

2.2.2.1 Geomorfología

El desarrollo geomorfológico se encuentra estrechamente relacionado con la unidad morfo estructural de la cordillera nor-oriental, cuyos rasgos geomorfológicos son el resultado de una larga evolución; determinada por factores tectónicos y posteriores procesos erosivos y deposicionales, los mismos que han modelado el actual relieve; el cual es muy accidentado con pendientes del terreno de 45° a 75° lo que hacen más vulnerables a deslizamientos en épocas de invierno por la inestabilidad y débil consistencia de la litología existente en la zona de estudio.

2.2.2.2 Estratigrafía

La secuencia estratigráfica de la más antigua a la más reciente, está conformada por una secuencia de rocas metamórficas pertenecientes al complejo del Marañón (precámbrico) las que constan de filitas y pizarras, moderadamente resistentes, alcanzan potencias considerables y tienen amplia distribución en la zona de estudio, continuando la secuencia se aprecian niveles de areniscas pertenecientes al grupo Mitu (paleozoico inferior); estas dos secuencias se encuentran cortados por los intrusivos del batolito de Pataz, principalmente la secuencia metamórfica del complejo del Marañón.

2.2.2.3 Geodinámica Externa

En la zona de estudio se ha observado un tipo de geodinámica externa, el mismo que está relacionado a los pequeños deslizamientos de material en los alrededores y en las laderas de los cerros y flujos de escombros a través de quebradas; ambos fenómenos son producto de la acción erosiva ocasionado por las precipitaciones pluviales los que incrementan el caudal del río Buldibuyo en las épocas de invierno.

2.3 SISMICIDAD

Se define como "Sismicidad" a la actividad sísmica en un área particular durante un período de tiempo, o como la cantidad de energía liberada en forma de ondas sísmicas. La representación de la sismicidad deberá tener en cuenta no solo los eventos registrados sino también su dimensión, frecuencia, distribución espacial, su modo de ocurrencia y las características del terreno donde se producen o se propagan.

El territorio peruano está situado sobre el Cinturón de Fuego Circumpacífico, que es donde ocurre más del 80% de los sismos que afectan al planeta. Casi todos los movimientos sísmicos en nuestro país están relacionados a la subducción de la

	Código: CONSY2018- EBI-2.6 EG Fecha: 09/02/2018 Revisión: A	
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

placa Oceánica de Nazca, que se introduce bajo la placa Continental Sudamericana, a razón de 9cm/año.

La mayor parte de la actividad tectónica en el mundo se concentra a lo largo de los bordes de las placas, liberando el borde continental del Perú el 14% de la energía sísmica del planeta.

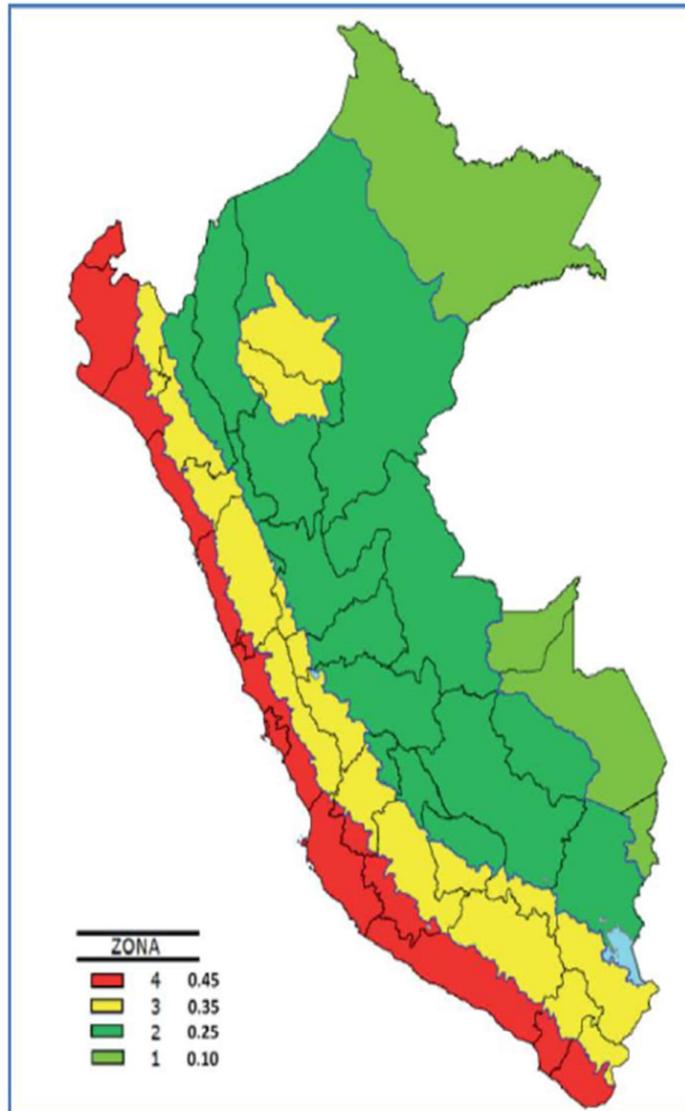
De acuerdo al Mapa de Zonificación Sísmica para el territorio Peruano la Norma E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones 2014, el área de estudio se encuentra en la zona de sismicidad II.

2.3.1 PARAMETROS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE

Desde el punto de vista sísmico, el territorio Peruano, pertenece al Círculo Circumpacífico, que comprende las zonas de mayor actividad sísmica en el mundo y por lo tanto se encuentra sometido con frecuencia a movimientos telúricos, pero dentro del territorio nacional, existen varias zonas que se diferencian por su mayor o menor frecuencia de estos movimientos, así tenemos que las Normas Sismo – Resistentes del Reglamento Nacional de Construcciones, divide al País en cuatro zonas. (Ver imagen N°5).

		Código: CONSY2018- EBI-2.6 EG Fecha: 09/02/2018 Revisión: A	
-----------------------------------------------------------------------------------	--	----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Imagen N°5 Zonificación Sísmica del Perú



		Código: CONSY2018- EBI-2.6 EG Fecha: 09/02/2018 Revisión: A	
-----------------------------------------------------------------------------------	--	----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Los Parámetros de Diseño Sismo Resistente son:

De acuerdo al reglamento nacional de construcciones y a la Norma Técnica de Edificaciones E-030 Diseño Sismo Resistente, se deberá tomar los siguientes valores:

(a) Factor de Zona (Z2)..... Z = 0,25

3 INVESTIGACIONES GEOTECNICAS EFECTUADAS

3.1 GENERALIDADES

La investigación geotécnica desarrollada para el presente servicio, tuvo como objetivo efectuar una adecuada evaluación técnica de campo, mediante mapeo geológico, geotécnico y ejecución de calicatas; para determinar los tipos de materiales identificados en el área de influencia.

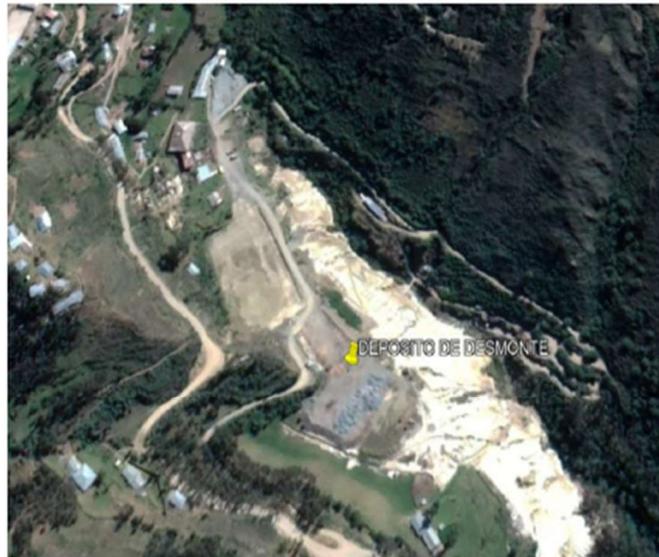
A continuación se detallan los trabajos de investigación geotécnica desarrollados, para la presente investigación:

3.2 EXCAVACION DE CALICATAS

El programa de investigación de campo se ha considerado la toma de muestra del depósito de desmonte existente en la mina Paccha, lo cual se va emplear como un relleno estructural para el proyecto. Asimismo, se tomaron muestras disturbadas representativas, las cuales fueron identificadas y almacenadas en bolsas plásticas para su envío al laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería - UNI. En el Cuadro 3.1. Se presenta la ubicación del depósito de desmonte mina. Los ensayos de laboratorio se muestra en el Anexo A y su ubicación en planta se aprecia en la imagen N°6

	Código: CONSY2018- EBI-2.6 EG Fecha: 09/02/2018 Revisión: A	
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Imagen N°6 Ubicación del Depósito de Desmote



Fuente: CONSYMIN INGENIEROS SAC

Tabla N° 3-1
Ubicación y Descripción del Depósito de Desmote

Ubicación	Suelo (m)	Roca (m)	Coordenadas		
			Norte	Este	Cota
M-1	Depósito de Material Estéril de la Mina	NE	9,101,421.00	234,071.0	3,400

Fuente: CONSYMIN INGENIEROS SAC.

En el Anexo B: Panel Fotográfico.

	Código: CONSY2018-EBI-2.6 EG Fecha: 09/02/2018 Revisión: A	
-----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

3.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

3.3.1 GENERALIDADES

Durante los trabajos de investigación geológica geotécnica, se llevaron a cabo una serie de ensayos de laboratorio estándares y especiales. Para la presente investigación geotécnica CONSYMIN INGENIEROS SAC ha ejecutado el muestro representativo de los materiales a utilizar para el estudio

Para el muestreo y ensayos de mecánica de suelos, CONSYMIN INGENIEROS SAC ha ejecutado los siguientes ensayos de laboratorio en suelo: Ensayos de suelos estándares (análisis granulométrico por tamizado, límite de Atterberg y contenido de humedad), ensayos de próctor estándar, ensayos de corte directo en suelo y ensayos de gravedad específica

Las muestras han sido procesadas en los laboratorios de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) ubicado en la ciudad de Lima.

3.3.2 ENSAYO ESTÁNDAR MUESTREO DE SUELOS

De las muestras seleccionadas obtenidas en la investigación de campo se llevaron a cabo ensayos estándar de laboratorio, con fines de identificación y clasificación según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Las propiedades índices de los suelos ensayados en términos de granulometría, límites de consistencia y contenido de humedad, siguen los procedimientos descritos en la norma ASTM-D422-63, ASTM-D4318-98 y ASTM-D2216-98; respectivamente.

Las propiedades índices de los suelos ensayados en términos de granulometría, límites de consistencia y contenido de humedad se resumen en la Tabla N° 3-3. Además, en el **Anexo A** se muestran los certificados de los ensayos estándar.

Tabla N° 3-3
Resumen de ensayos de la Clasificación de Suelos (SUCS)

Calicata	Estrato	Clasif. SUCS	Ubicación	Granulometría %				Límites Atterberg		Cont. Humed. (w%)
				Over	Gravas	Arenas	Finos	LL	IP	
C-1	E-1	GW	Depósito Desmonte	0.00	67.1	28.0	4.8	NP	NP	4.30

Donde:

SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

NP: No Presenta.

NE: No Encontrado.

LL: Límite Líquido.

IP: Índice de Plasticidad.

Estudio Geotécnico

	Código: CONSY2018-EBI-2.6 EG Fecha: 09/02/2018 Revisión: A	
-----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

3.3.3 ENSAYOS ESPECIALES

3.3.3.1 Ensayo Proctor Estándar

La variación de la densidad seca con respecto al contenido de humedad, fue determinada para los materiales de desmonte, siguiendo los lineamientos descritos en la norma ASTM D-698 (Proctor Standard). Los resultados de los ensayos se presentan en la Tabla N° 3-4 y los certificados de los ensayos de proctor estándar se aprecian en el **Anexo A**

Tabla N° 3-4
Resumen de Ensayos de Proctor Estándar

Calicata	Muestra	Prof. (m)	SUCS	MDS (gr/cm ³)	OCH (%)
C-1	Depósito de desmonte Mina	0.00 – 0.00	GW	2.33	4.3

Donde:

SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

MDS: Máxima Densidad Seca

OCH: Optimo Contenido de Humedad

3.3.3.2 Ensayo de Corte Directo

Con el objetivo de determinar las propiedades mecánicas de resistencia de los suelos evaluados, se realizaron pruebas de corte directo siguiendo los procedimientos descritos en la norma ASTM D-3080. Los resultados de estos ensayos se presentan en la Tabla N° 3-5 y los certificados de ensayos se encuentran en el **Anexo A**.

Tabla N° 3-5
Resumen de Ensayo de Corte Directo

Nombre Calicata	Muestra	SUCS	Parámetros Resistencia	
			Cohesión Kg/cm ²	Fricción (°)
C-1	Depósito de desmonte Mina	GW	0.00	35.4

	Código: CONSY2018-EBI-2.6 EG Fecha: 09/02/2018 Revisión: A	
-----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

3.3.3.3 Ensayos de Gravedad Específica

Con el objetivo de determinar el peso específico o gravedad específica del material se realizó los procedimientos según las normas ASTM C127 y ASTM D854. Los resultados de estos ensayos se presentan en la Tabla N° 3-5 y los certificados de ensayos se encuentran en el **Anexo A**.

Tabla N° 3-6
Resumen de Ensayo de Gravedad Específica

Calicata	Muestra	Prof. (m)	Gravedad Específica Kg/cm ³
C-1	Depósito de desmonte Mina	00.00	2.725

(*) Ensayos Ejecutados por OSMA y adoptados para fines de caracterización.

4 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES

4.1 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

Para el análisis de la estabilidad física del muro de contención, se han considerado las secciones críticas y representativas de los taludes en sus condiciones actuales, las cuales fueron evaluadas bajo condiciones estáticas, y pseudo-estáticas y considerando superficies de falla tipo circular. Todos los cálculos de estabilidad se realizaron con el software SLIDE versión 6.017 (Rocscience, 2012) considerando la teoría de equilibrio límite y el método de análisis de Spencer, el cual satisface el equilibrio tanto de fuerzas como de momentos que actúan en las dovelas a lo largo de la sección de análisis, a fin de determinar el mínimo factor de seguridad contra el deslizamiento del talud. Para evaluar el esfuerzo resistente desarrollado a lo largo de las superficies de falla, se consideró el criterio de falla de Mohr – Coulomb para los materiales.

4.2 ESTIMACIÓN DEL COEFICIENTE SÍSMICO

Los valores de la aceleración máxima se obtuvieron de la Norma Técnica E030 Diseño Sismoresistente.

En la **Tabla N° 4-1** se presenta el valor de la aceleración máxima esperada en el área del estudio.

		Código: CONSY2018- EBI-2.6 EG Fecha: 09/02/2018 Revisión: A	
-----------------------------------------------------------------------------------	--	----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Tabla N° 4-1
Valores de Aceleración Máxima Esperada (PGA) en la Zona de Estudio

PARÁMETRO	PGA
Aceleración máxima (g)	0.25

Fuente: CONSYMIN INGENIEROS

La evaluación de la estabilidad de taludes en condiciones pseudo - estáticas considera un coeficiente sísmico horizontal, cuyo valor es típicamente asumido como al menos 1/2 del valor de la máxima aceleración horizontal del terreno (PGA), de acuerdo a lo establecido en las normas peruanas, publicaciones internacionales y lo considerado en las prácticas típicas de la industria.

Debido a lo anterior se recomienda utilizar un coeficiente sísmico de $k_h=0.125$ en el análisis de estabilidad pseudo – estático de taludes que se desarrollara en el *Capítulo 4.4*.

	Código: CONSY2018- EBI-2.6 EG Fecha: 09/02/2018 Revisión: A	
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

4.3 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD ESTÁTICO

El análisis de estabilidad estático considera como fuerzas desestabilizadoras, actuantes a lo largo de las secciones de análisis, a las producidas debido al peso propio del material que conformará el cuerpo de las componentes y las cargas estáticas actuantes sobre el talud del mismo. Se ha considerado un mínimo factor de seguridad aceptable de 1.5.

4.4 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD PSEUDO – ESTÁTICO

El análisis de estabilidad pseudo - estático considera que la acción sísmica sobre la estructura puede ser representada por una fuerza sísmica horizontal constante aplicada sobre el centro de gravedad de cada dovela (carga monotónica). La fuerza sísmica horizontal está en función de la aceleración máxima horizontal producida por un sismo y la masa sobre la potencial superficie de suelo deslizante.

Para la evaluación de la estabilidad en condiciones pseudo - estáticas, ante la posibilidad de un evento sísmico, se ha considerado un coeficiente sísmico de 0.125, correspondiente al valor de la aceleración para eventos de 500 años de periodo de retorno, que corresponde a una exposición sísmica de 50 años con una probabilidad de excedencia de 10 %. Se ha considerado un mínimo factor de seguridad aceptable de 1.0.

4.5 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DE LOS MATERIALES

En esta sección se justifica la obtención de los parámetros de resistencia al corte de los materiales, tales como: peso específico, ángulo de fricción y la cohesión, que serán empleados en el análisis de estabilidad de las secciones consideradas.

Se considera que las propiedades geotécnicas de los materiales que conforman el cuerpo y la cimentación de los taludes son homogéneas e isotrópicas, y que la rotura del talud se produciría como resultado de fallas simultáneas y progresivas a lo largo de la superficie de deslizamiento.

Para la estimación de las propiedades de resistencia de los materiales, se ha tenido en consideración los resultados de los ensayos de laboratorio de la UNI. En los siguientes ítems se presenta la justificación de los parámetros asumidos para el análisis de estabilidad física de taludes.

	Código: CONSY2018-EBI-2.6 EG Fecha: 09/02/2018 Revisión: A	
-----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

- **Estrato 1 : Material de Desmonte Mina (Ant-dme)**

Estos materiales fueron identificados a través de muestras tomadas del depósito de desmonte. Los parámetros de resistencia han sido asumidos a partir de los ensayos de granulometría y corte directo. Para los análisis se ha utilizado una cohesión de 0.00 kPa y un ángulo de fricción de 35.4°, así como un peso específico de 27.5 kN/m³

- **Estrato 2**

Estos Estaría constituido rocas metamórficas del complejo de marañón la que consta de pizarras y lutitas, los fragmentos corresponden a diferentes litologías. Para los análisis se ha utilizado una cohesión de 23 kPa y un ángulo de fricción de 30°, así como un peso específico de 20 kN/m³

- **Estrato 3**

Estaría constituido por rocas de elevada compacidad, conformado por macizos rocosos que podrían corresponder a basaltos y gabros de acuerdo a la ubicación litoestratigráfica en la que se ubica el proyecto. Para los análisis se ha utilizado una cohesión de 100 kPa y un ángulo de fricción de 60°, así como un peso específico de 23 kN/m³

En la Tabla N°4-2 se presentan las propiedades de los parámetros de resistencia de los materiales considerados para realizar el análisis de estabilidad.

Tabla N° 4-2
Parámetros de Resistencia de los Materiales

Suelo o Material	Leyenda	Peso Unitario	Cohesión	Fricción
		(KN/m ³)	(KPa)	(Grados)
Desmonte		27.25	0	35.4
Pizarra - Luffa**		20	23	30
Basamento Rocoso – Basalto**		23	100	60
Muro Terramesh		18	20	38
Muro de contencion		24	23	35

Fuente: CONSYMIN INGENIEROS

	Código: CONSY2018- EBI-2.6 EG Fecha: 09/02/2018 Revisión: A	
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Nota:

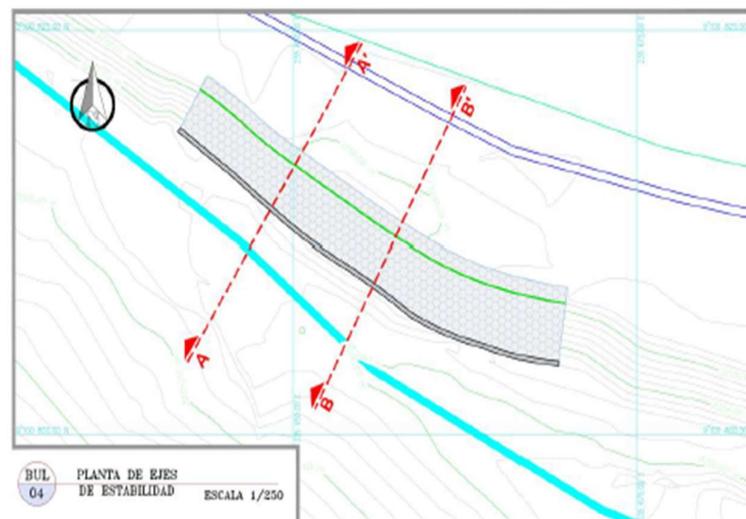
**Los parámetros de resistencia son inferidos

En el **Anexo C: Análisis de Estabilidad de Taludes**, en las figuras de salidas graficas del programa Slide, se presentan las tablas con los parámetros de resistencia al corte del botadero, de acuerdo al criterio de rotura de Mohr-Coulomb.

4.6 SECCIONES PARA EL ANALISIS DE ESTABILIDAD

Las secciones A-A y B-B, en su análisis estáticos y Pseudo estático, se detalla a continuación. El plano BUL-04 Planta y Secciones de Estabilidad.

Imagen N°7 Ubicación de Secciones



4.7 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

Se han analizado las secciones más críticas y representativas de los taludes que conforman cada una de las plataformas de perforación, de acuerdo a la evaluación topográfica, correspondientes al lugar más desfavorable, ya sea donde la altura sea mayor o donde haya pendiente más pronunciada.

	Código: CONSY2018-EBI-2.6 EG Fecha: 09/02/2018 Revisión: A	
-----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Las salidas gráficas del análisis de estabilidad de taludes por equilibrio límite, para los taludes analizados, se presentan en el **Anexo C: Análisis de Estabilidad de Taludes**, en donde los resultados del análisis se presentan en términos de superficie potenciales de falla. La superficie crítica de deslizamiento es aquella que proporciona el menor factor de seguridad.

En los planos se presenta la ubicación en planta de las secciones de análisis de estabilidad analizadas. En la **Tabla N° 4-3** se presentan los resultados obtenidos del análisis de estabilidad de taludes de la sección representativa del botadero de desmante.

Tabla N° 4-3
Resultados del Análisis de Estabilidad de Taludes

SECCION ANALIZAR	CONDICIÓN DE ANALISIS	FACTOR DE SEGURIDAD	FACTOR DE SEGURIDAD MÍNIMO	NIVEL O GRADO DE ESTABILIDAD
SECCION A-A	Estático	1.821	1.5	Estable
	Pseudoestático a=0.125g	1.503	1	Estable
SECCIÓN B-B	Estático	1.520	1.5	Estable
	Pseudoestático a=0.125g	1.280	1	Estable

Fuente: CONSYMIN INGENIEROS

De acuerdo a los resultados presentados en la **Tabla N° 4-3**, todos los taludes analizados son estables, tanto para condiciones estáticas como para condiciones pseudo - estáticas, pues los factores de seguridad son mayores que los mínimos permisibles.

	Código: CONSY2018- EBI-2.6 EG Fecha: 09/02/2018 Revisión: A	
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El presente estudio técnico tiene por objeto realizar el estudio de estabilidad física del muro de contención, el mismo que se ha efectuado mediante exploración de campo, trabajos de gabinete y ensayos de laboratorio y los parámetros de resistencia y deformación de los materiales que conforman el cuerpo y la cimentación de las componentes mencionadas, estos parámetros son necesarios para realizar el cálculo del factor de seguridad de los taludes.
- Se consideran que las propiedades geotécnicas de los materiales que conforman el perfil de los taludes son homogéneas e isotrópicas, y que la ruptura del talud se produciría como resultado de fallas simultáneas y progresivas a lo largo de la superficie de deslizamiento.
- Para el análisis de estabilidad física de los taludes en condiciones pseudo - estáticas se considera un valor del coeficiente sísmico de 0.125g, de acuerdo al Estudio de Peligro Sísmico de la zona del proyecto.
- De acuerdo a los resultados de los análisis de estabilidad por el método de equilibrio límite, los taludes son estables en condiciones estáticas y pseudo - estáticas, en ambos casos los factores de seguridad son mayores que los mínimos permisibles.
- Los resultados obtenidos en el presente estudio, así como las conclusiones y recomendaciones establecidas, sólo son válidos para el área investigada y no garantiza su aplicación a otros proyectos que lo tomen como referencia.

		Código: CONSY2018- EBI-2.6 EG Fecha: 09/02/2018 Revisión: A	
-----------------------------------------------------------------------------------	--	----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

ANEXOS

		Código: CONSY2018- EBI-2.6 EG Fecha: 09/02/2018 Revisión: A	
-----------------------------------------------------------------------------------	--	----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

ANEXO A

RESULTADO DE LABORATORIO

		Código: CONSY2018-EEI-2.6 EG Fecha: 09/02/2018 Revisión: A	
-----------------------------------------------------------------------------------	--	------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA **Nº 007857**

Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME Nº S19 - 693-1-1

SOLICITANTE : CONSYMIN INGENIEROS SAC
 PROYECTO : DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN - DEFENSA RIBEREÑA BULDIBUYO
 UBICACIÓN : BULDIBUYO - PATAZ - LA LIBERTAD
 FECHA : 19 DE AGOSTO 2019

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Cartera : Botadero de Desmorle - Mina Pachia

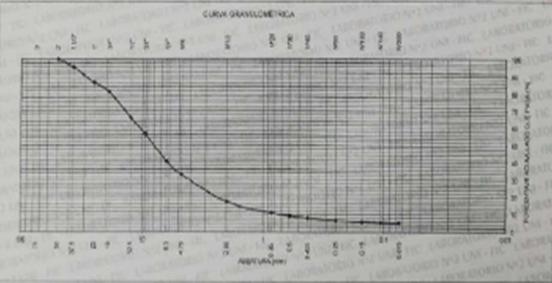
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - REFERENCIA ASTM D6913 / D6913M
 Procedimiento interno AT-PR 4

Tamiz	Abertura (mm)	%		Pasa
		Parcial Retenido	Retenido	
5"	125.000	-	-	-
2"	50.000	-	-	100.0
1 1/2"	37.500	4.4	4.4	95.6
1"	25.000	9.4	13.8	86.2
3/4"	19.000	5.1	18.9	81.1
1/2"	12.500	15.3	34.2	65.8
3/8"	9.500	9.4	43.6	56.4
1/4"	6.300	15.9	59.5	40.5
Nº4	4.750	7.6	67.1	32.9
Nº10	2.000	15.7	82.9	17.1
Nº20	0.850	8.4	91.6	8.4
Nº30	0.600	1.6	93.9	6.1
Nº40	0.425	1.2	92.1	7.9
Nº60	0.250	1.4	93.5	6.5
Nº100	0.150	0.6	94.4	5.6
Nº140	0.106	0.4	94.8	5.2
Nº200	0.075	0.5	95.2	4.8
FINDO			4.8	

% Criba	67.1
% Arena	28.0
% Finos	4.8

LÍMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318	
Procedimiento interno AT-PR 5	
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Índice Plástico	NP

Clasificación SUCS ASTM D2487 : GW



Nota:
 Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra proporcionada para el ensayo.
 Los datos del presente proyecto procedencia e identificación fueron informados por el cliente.

Elaboración: Ing. R. Quispe S.
 Aprobación: Ing. D. Bezares R. / Ing. R. P.



Ing. Bezares R.
RESPONSABLE TÉCNICO



JEFE
LABORATORIO
MECÁNICA DE SUELOS



Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS
Jefa del Laboratorio Nº2-Mecánica de Suelos
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Carretera de Ingeniería Civil Acreditada por
 Engineering Technology Accreditation Commission

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4019
 e-mail: lms_fc@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe

	Código: CONSY2018-EBI-2.6 EG Fecha: 09/02/2018 Revisión: A	
-----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA N° 007781
Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S19 - 693-1-1

SOLICITANTE : CONSYMIN INGENIEROS SAC
 PROYECTO : DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN - DEFENSA RIBEREÑA BULDIBUYO
 UBICACION : BULDIBUYO - PATAZ - LA LIBERTAD
 FECHA : 13 DE AGOSTO 2018

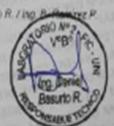
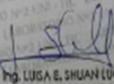
ENSAYO DE CORTE DIRECTO - ASTM D3080
 Procedimiento Interno AT-PR-9

Estado : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
 Contorno : Botadero de Desmonte - Mina Paocha

Especimen N°	I	II	III
Diametro del anillo (cm)	6.36	6.36	6.36
Altura Inicial de la muestra (cm)	2.41	2.41	2.41
Densidad húmeda inicial (g/cm ³)	1.733	1.733	1.733
Densidad seca inicial (g/cm ³)	1.607	1.607	1.607
Cont. de humedad inicial (%)	2.1	2.1	2.1
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte (cm)			
	2.28	2.31	2.28
Altura final de la muestra (cm)			
	2.30	2.27	2.24
Densidad húmeda final (g/cm ³)	2.083	2.099	2.115
Densidad seca final (g/cm ³)	1.770	1.800	1.824
Cont. de humedad final (%)	17.2	16.6	15.9
Esfuerzo normal (kg/cm ²)			
	0.5	1.0	1.5
Esfuerzo de corte máximo (kg/cm ²)			
	0.359	0.719	1.070
Angulo de fricción interna :	35.4 °		
Cohesión (kg/cm ²) :	0.00		

Nota:
 Los especímenes se remoldearon con la densidad del ensayo Proctor Modificado (75%).
 Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra que fueron proporcionadas por el cliente.
 Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron indicados por el cliente.

Ejecución : Téc. R. Quispe S.
 Aprobación : Ing. D. Basurto R. / Ing. D. Basurto P.

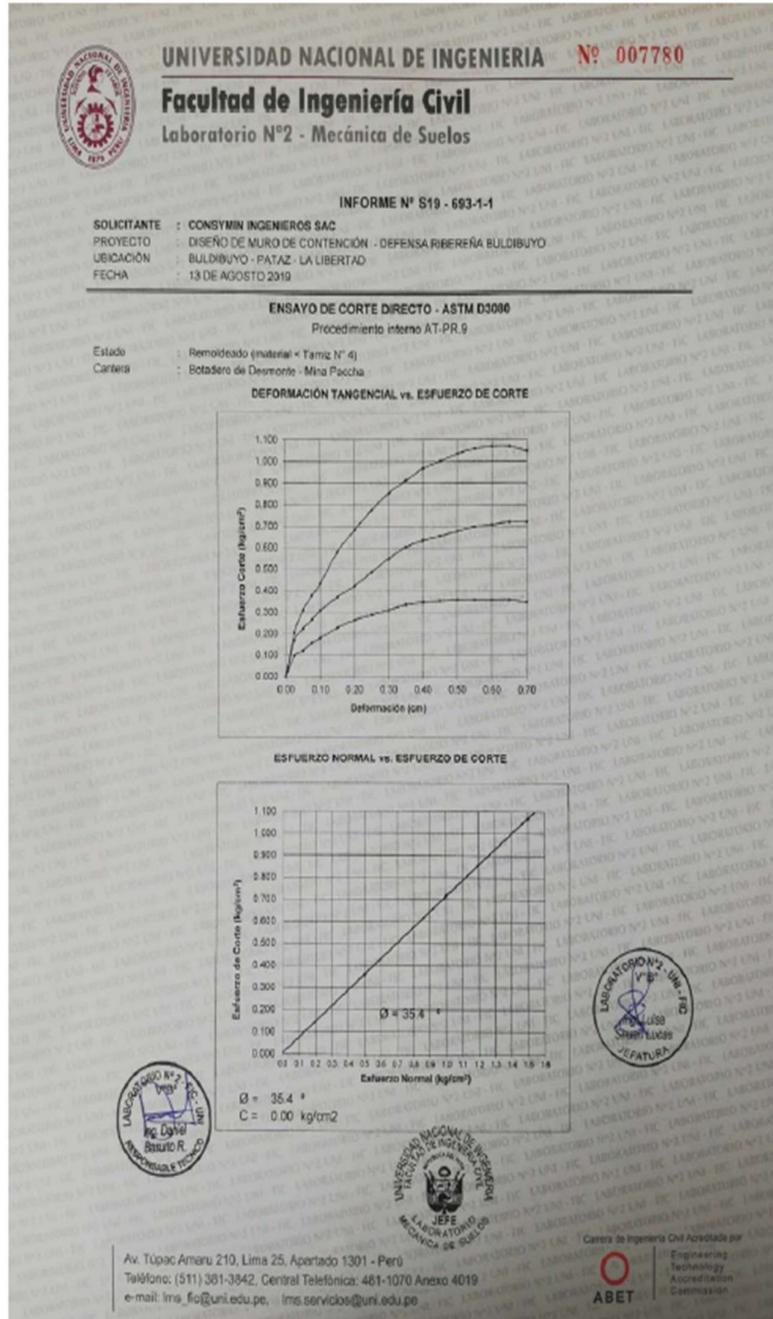



Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS
 Jefa (a) Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos
 Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842, Central: Telefónica: 481-1070 Anexo 4019
 e-mail: irns_fca@uni.edu.pe, irns_servicios@uni.edu.pe

Carerra de Ingeniería Civil Acreditada por
 Engineering Technology Accreditation Commission

		Código: CONSY2018-EBI-2.6 EG Fecha: 09/02/2018 Revisión: A	
-----------------------------------------------------------------------------------	--	------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------



	Código: CONSY2018-EBI-2.6 EG Fecha: 09/02/2018 Revisión: A	
-----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA **Nº 007779**
Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S19 - 693-1-2

SOLICITANTE : CONSYMIN INGENIEROS SAC
PROYECTO : DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN - DEFENSA RIBEREÑA BULDIBUYO
UBICACION : BULDIBUYO - PATAZ - LA LIBERTAD
FECHA : 13 DE AGOSTO 2019

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Cantera : Botadero de Ceomorro - Mina Paccha

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA GLOBAL - REFERENCIA ASTM D854
Procedimiento Interno AT-PR.3

A. GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS ASTM D854
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS : 2.760

B. GRAVEDAD ESPECÍFICA APARENTE ASTM C127
GRAVEDAD ESPECÍFICA APARENTE : 2.709

C. GRAVEDAD ESPECÍFICA GLOBAL DE SÓLIDOS ASTM D854
GRAVEDAD ESPECÍFICA GLOBAL DE SÓLIDOS : 2.725

Nota:
La Gravedad Específica del material referido en el ítem N°4 se realizó de acuerdo a la norma ASTM C127.
La Gravedad Específica del material pasado al tamiz N°4 se realizó de acuerdo a la norma ASTM D854.
Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente.
Los datos del solicitante, proyecto, procedimiento o identificación fueron indicados por el cliente.

Elaboración : Tico R. Quiroz B.
Aprobación : Ing. D. Basulto R. / Ing. B. Martínez P.

  
Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS
Jefa (a) Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

		Código: CONSY2018-EBI-2.6 EG Fecha: 09/02/2018 Revisión: A	
-----------------------------------------------------------------------------------	--	------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA **Nº 007778**

Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S19 - 693-1-3

SOLICITANTE : CONSYMIN INGENIEROS SAC
 PROYECTO : DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN - DEFENSA RIBEREÑA BULDIBUYO
 UBICACIÓN : BULDIBUYO - PATAZ - LA LIBERTAD
 FECHA : 13 DE AGOSTO 2019

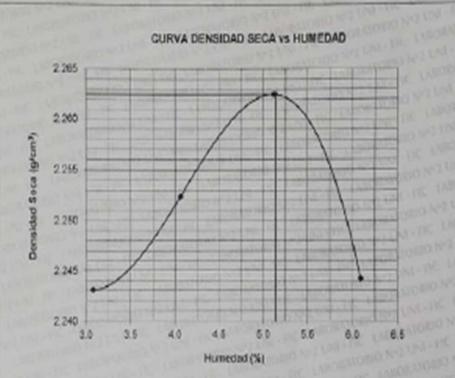
REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Cantera : Botadero de Desmonte - Mina Pachia

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO - REFERENCIA ASTM D1557
 Procedimiento Interno AT-PR 6

I. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA COMPACTACIÓN DE LA FRACCIÓN FINA < 3/4"

METODO DE ENSAYO : C
 Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 2.263
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 5.14



CURVA DENSIDAD SECA vs HUMEDAD

II. RESULTADOS CORREGIDOS POR FRACCIÓN GRUESA > 3/4" - ASTM D4718

Fración gruesa > 3/4" (%) : 18.9
 Peso específico fracción gruesa > 3/4" (g/cm³) : 2.68

Resultados corregidos por fracción gruesa para el material total

Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 2.331
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 4.30

Note: Muestra enviada e identificada por el Soluzante

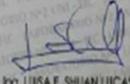
Elaboración: Ing. D. Rosendo R. / Ing. B. Ramirez P.
 Revisión: Ing. D. Rosendo R. / Ing. B. Ramirez P.



LABORATORIO N°2
ING. D. ROSENDO R.
ING. B. RAMIREZ P.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO N°2
JEFE LABORATORIO
MECANICA DE SUELOS



Msc. Ing. LUISA E. SHILIAN LUCAS
Jefa (a) Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4019
 e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms_servicios@uni.edu.pe

Camara de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering Technology Accreditation Commission

		Código: CONSY2018- EBI-2.6 EG Fecha: 09/02/2018 Revisión: A	
-----------------------------------------------------------------------------------	--	----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

ANEXO B

PANEL FOTOGRAFICO

	Código: CONSY2018- EBI-2.6 EG Fecha: 09/02/2018 Revisión: A	
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------



Foto N°1 Desmante de Mina para el relleno estructural



Foto N°2 Toma de muestra de la cantera

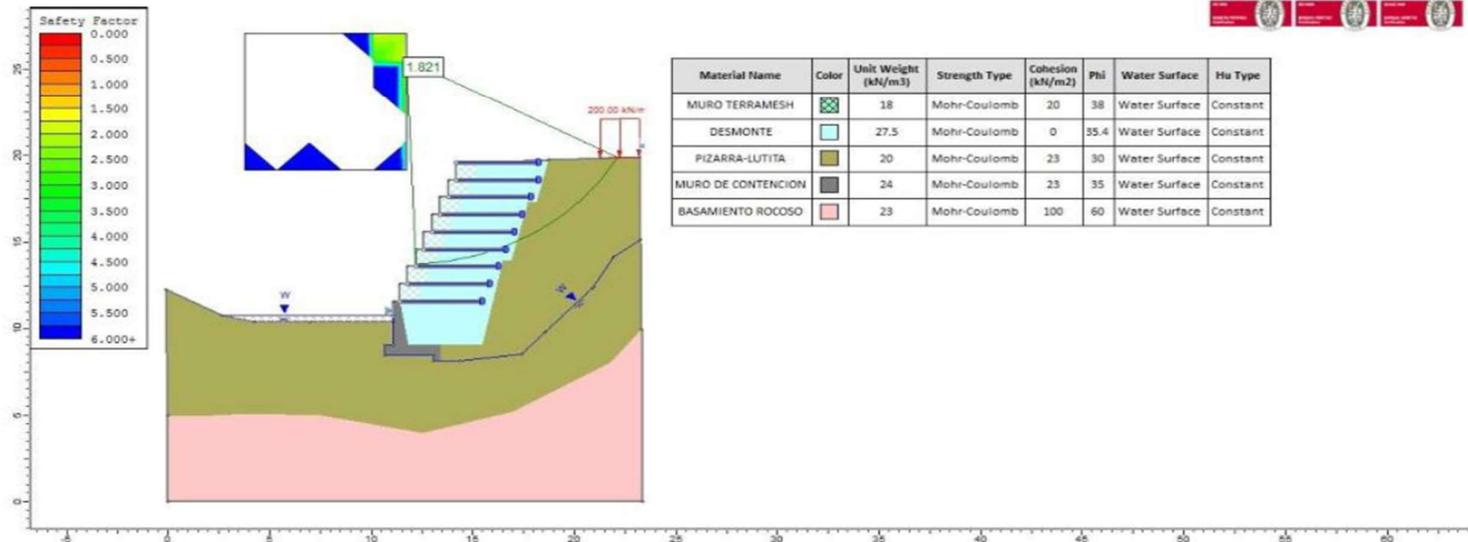
		Código: CONSY2018- EBI-2.6 EG Fecha: 09/02/2018 Revisión: A	
-----------------------------------------------------------------------------------	--	----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

ANEXO C

RESULTADO DE ANALISIS DE ESTABILIDAD



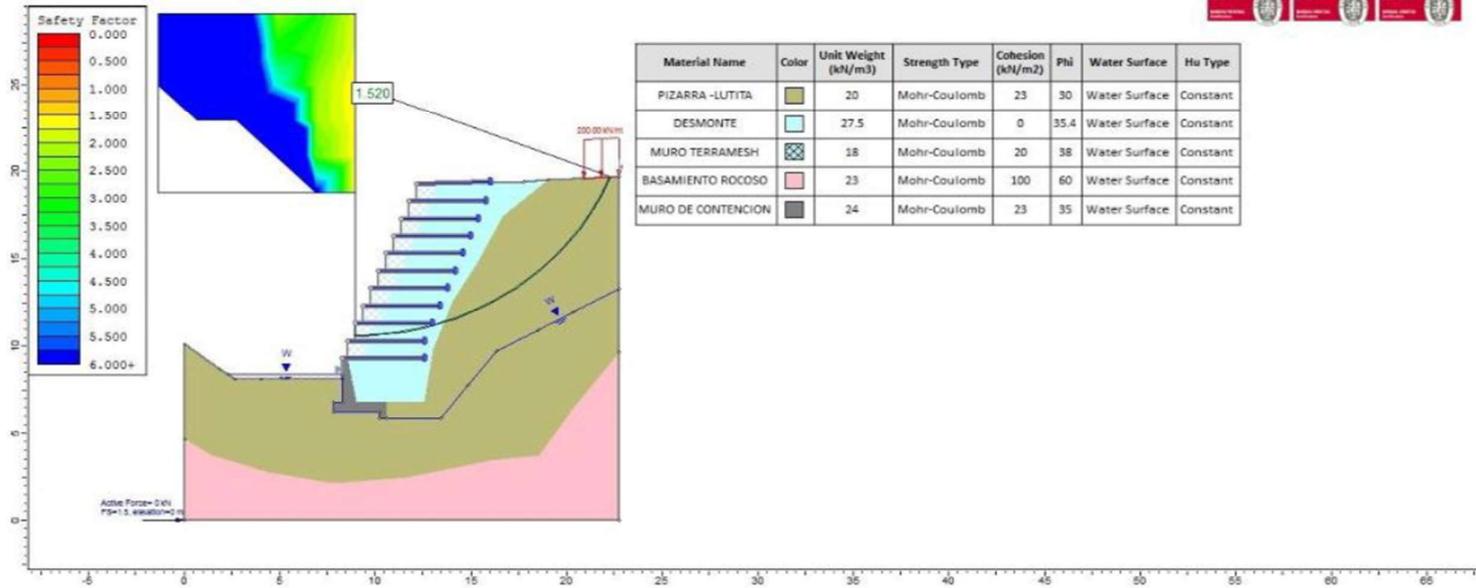
Código: CONSY2018-
EBI-2.3 EG
Fecha: 10/02/2018
Revisión: A



SECCION A - A' DE ESTABILIDAD FISICA: ESTATICO



Código: CONSY2018-
EBI-2.6 EG
Fecha: 09/02/2018
Revisión: A

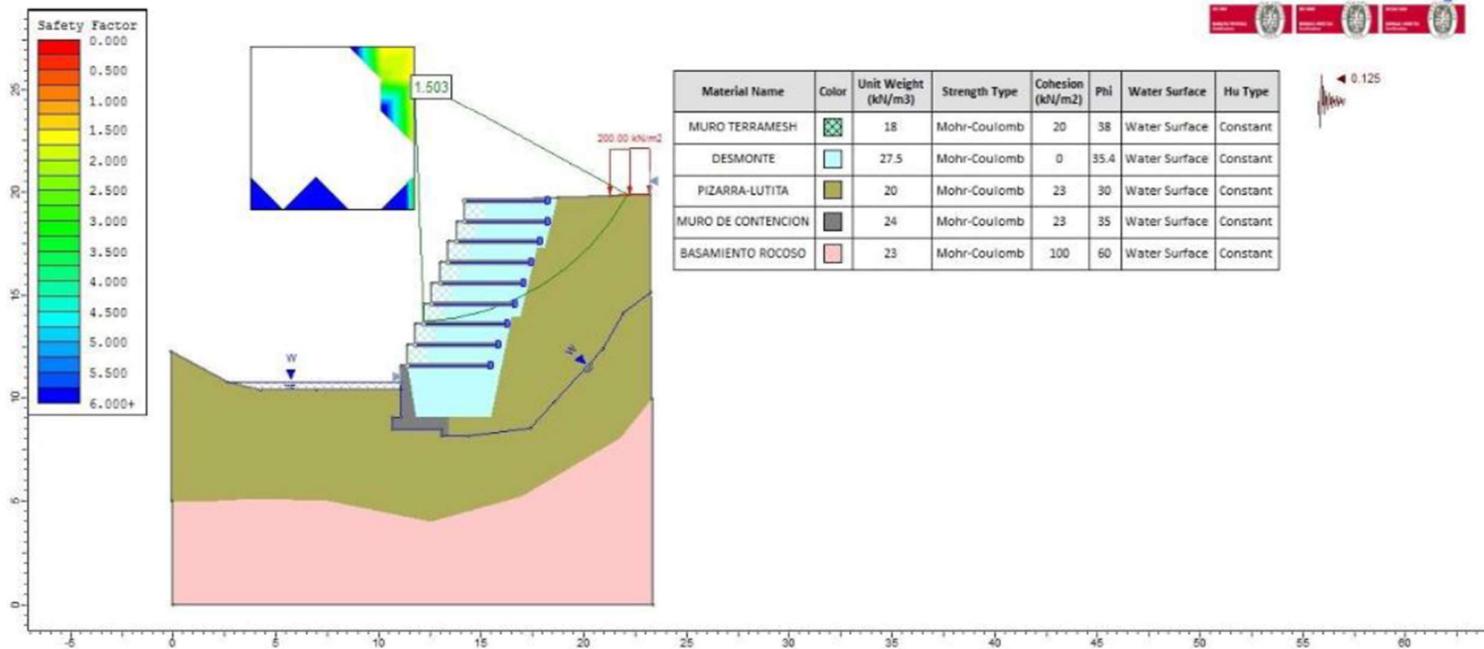


SECCION B -B' DE ESTABILIDAD FISICA: ESTATICO

Est



Código: CONSY2018-
EBI-2.6 EG
Fecha: 09/02/2018
Revisión: A

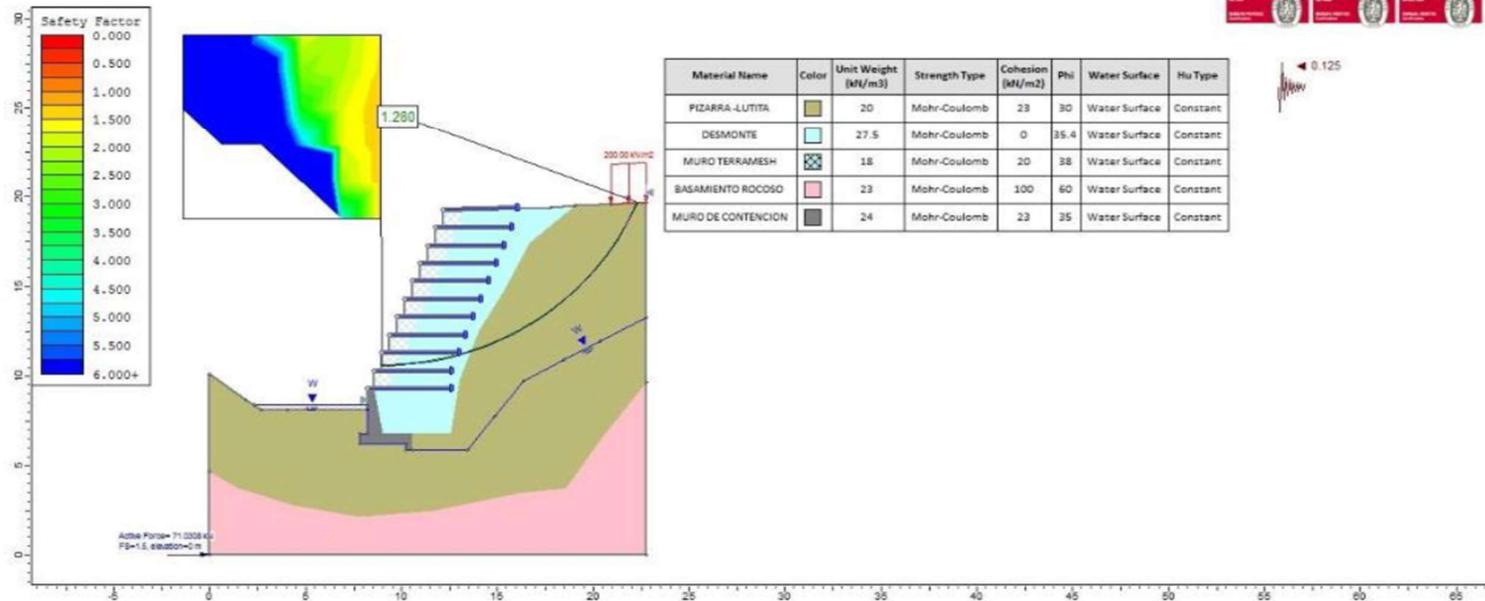


Est

SECCION A - A' DE ESTABILIDAD FISICA: PSEUDOESTATICO



Código: CONSY2018-
EBI-2.6 EG
Fecha: 09/02/2018
Revisión: A



SECCION B -B' DE ESTABILIDAD FISICA: PSEUDOESTATICO

Estudio Geotécnico

Anexo A.3 Estudio Hidrológico



Rev.	Descripción	Fecha	Elab.	Rev.	Apr.
A	Emitido para revisión	25/08/2019	GOE	KSB	
CONTRATACION DEL SERVICIO PARA LA ELABORACION DEL EXPEDIENTE TECNICO A DETALLE PARA LA CONSTRUCCION DEL MURO DE GAVIONES Y DEFENSA RIBEREÑA EN EL DISTRITO DE BULDIBUYO TUNEL 18 – PATAZ - REGION LA LIBERTAD					
MINERA CARAVELI - UM LA PACCHA					
		Título: ESTUDIO HIDROLOGICO			
		Documento N°: CONSY2019-EH			Revisión A

Análisis Hidrológico

1 Introducción

La ocurrencia periódica de precipitaciones extraordinarias ya sea por presencia de Fenómenos El Niño o de otras perturbaciones climáticas, hacen que en la microcuenca Buldibuyo se presenten en los cauces avenidas extremas que podrían originar desbordes e inundaciones en las zonas urbanas y agrícolas y como consecuencia de ello desastres socio económicos y ambientales.

Por ser fenómenos recurrentes requiere de medidas regulares, por lo que se hace necesario contar con un Plan de Defensas Ribereñas elaborado en base a una evaluación hidrológica de máximas avenidas para diferentes periodos de retorno.

1.1 Objetivo

Determinar el caudal máximo instantáneo, para el diseño de defensas ribereñas en el río Buldibuyo.

1.2 Objetivos específicos

- Análisis de las precipitaciones máximas en 24 horas.
- Análisis de las máximas avenidas.
- Determinación del caudal de diseño.

1.3 Información básica

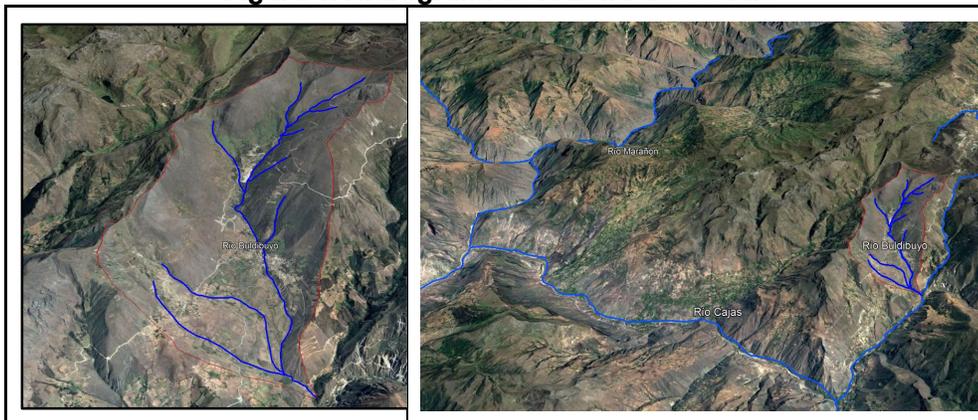
La información básica que se ha utilizado para la elaboración del análisis hidrológico es la siguiente:

- Información cartográfica de las cartas 17-h y 17-1 a una escala de 1:100 000.
- Imágenes satelitales del Google Earth de diciembre del 2016.
- Precipitaciones máximas en 24 horas suministrada por SENAMHI.

2 Sistema Hidrográfico

Regionalmente la zona de estudio se enmarca en la cuenca Alto Marañón, el cual descarga sus aguas a la cuenca del Atlántico. La zona de estudio se enmarca en el río Buldibuyo, confluye con la quebrada Huiro Huiro, el cual mantiene el nombre del río Buldibuyo; aguas más abajo confluye con el río Cajas, el cual es afluente del río Marañón, en la siguiente figura se muestra la delimitación de la microcuenca Buldibuyo y la confluencia con los ríos a donde descargan.

Figura 1. Hidrografía de la zona de estudio



Del análisis realizado, la microcuenca de estudio abarca un área de 18.7 km² y un perímetro de 20.4 km. El cauce principal tiene un recorrido de 8.24 km. La cota más alta es 4289 msnm y la cota más baja donde se produce la descarga de agua es 2753 msnm.

3 Hidrología estadística

3.1 Red de estaciones de la precipitación máxima en 24 horas

Dentro de la zona de estudio, se encuentran estaciones pluviométricas, de las cuales se consideró la estación Huamachuco por ser una estación donde se encuentra en funcionamiento, esta cercana a la zona de estudio, tiene características semejantes a la zona de estudio y registra información de más de 10 años; para la evaluación se consideró el periodo 1983 – 2010.

Del análisis del periodo 1983 – 2010, se considera aquellos años que representan más del 50% de la información anual; es decir, que por lo menos deberá contener 7 datos del año y los que sean menores se descartaran. Asimismo, se considera el año hidrológico, que comienza del mes de setiembre hasta agosto.

Del análisis se descarta el año 1990-1991, 1991-1992 y 2009-2010, por tener información menor al 50%; además, los registros que consideren el valor 0, se considerarán el valor 0.1 para el análisis matemático porque no admite valores de cero.

Por otro lado, se completan los datos faltantes con los máximos valores para los meses donde hay lluvia, en los meses donde hay deficiencia de lluvia, se completarán con los valores mínimos de la serie analizada, en la siguiente tabla se muestra los valores para el análisis.

Tabla 1. Precipitación máxima en 24 horas de la estación Huamachuco

Año	Meses												Máximo
	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	
1964-1965	7.1	26.7	20	18.8	42.9	14.2	26.7	16.9	10	0.1	11	11.7	42.9
1965-1966	11.2	12	11.4	23.8	22	21	21.6	11.4	25.2	3.5	0.1	0.1	25.2
1966-1967	0.3	20.8	14	7.6	24.5	28.5	20.5	13	10	4	17.6	7	28.5
1967-1968	2.5	15	19	22	14.9	35	40	18.1	15.5	6	4.5	13.6	40
1968-1969	11	24.2	22.2	33.5	27.5	26.2	15.2	25.9	1.9	18	5	3	33.5

Año	Meses												Máxim o
	Septiembr e	Octubr e	Noviembr e	Diciembr e	Ener o	Febrer o	Marz o	Abri l	May o	Juni o	Juli o	Agost o	
1969-1970	6	22.8	49.3	18	21	11	18.7	14	11.7	9	9.2	4	49.3
1970-1971	15.5	30.2	15	11.3	13	27	25	18	14.2	11.5	23	7	30.2
1971-1972	5.5	19.5	27.1	19.5	15	36	28.5	28.8	6.5	6	1	7.5	36
1972-1973	7.1	8.2	18.3	8	27.3	17.6	27.4	23.2	14.3	9.1	7.3	5.6	27.4
1973-1974	14.4	16.6	20.5	13.1	15.5	28	48	20	4.2	15	1	12.2	48
1974-1975	28	19.6	15	19	27.7	27.7	39.5	28.5	21	7	3.6	19.5	39.5
1975-1976	15.9	19	23	8.2	14	25.2	25.3	21.5	8.8	3.5	0.1	8	25.3
1976-1977	3	27	18	20	40	35.2	29	25.5	5	3.5	7.1	5	40
1977-1978	11	15	30	13.8	15.5	21.5	15.5	16.5	18.3	2	8.3	0.5	30
1978-1979	11.5	13.3	9.6	21.3	25.3	29.1	29.6	39.9	10.9	0.1	4.8	8.5	39.9
1979-1980	11.4	11	14	21	10.6	46	21.3	15.6	5.5	3.5	0.1	3.8	46
1980-1981	2.1	29.2	26.6	37.5	15.5	23.7	13	41.4	28.6	0.01	0.1	0.1	41.4
1981-1982	24	30.8	17.6	21.6	27.6	30.7	20.6	41.4	14	9.2	3.6	3.4	41.4
1982-1983	11	49.1	19.5	28	24.4	13	38.2	31.1	11.7	14.4	11	14.5	49.1
1983-1984	7.5	17.5	5.4	20.6	16.1	35.2	29.4	21.1	25.7	13.3	4.5	5.8	35.2
1984-1985	9.8	32.9	36.5	19.5	5.1	15.7	21.8	30.6	21.2	18.5	2.3	2.4	36.5
1985-1986	21.5	20	12.6	18.8	23.3	52.2	48	41.4	28.6	0.1	7.2	12.4	52.2
1986-1987	17.5	10.6	15.9	27	35.2	28.7	29.7	34.3	6.5	10	5.3	5.5	35.2
1987-1988	9.6	12.1	35.7	37.5	21.5	15.4	18.2	24.2	17.2	7.1	8.3	1.8	37.5
1988-1989	10.6	17.1	15.1	22.8	19.3	23.8	36.2	25.2	20	6.7	0.1	3.1	36.2
1989-1990	20.1	18.2	35.8	37.5	33.5	24.6	4.4	16.2	7.5	14	1.2	0.1	37.5
1990-1991													
1991-1992													
1992-1993	23.8	21.5	8.3	25.4	21	21.5	26.3	22.5	11.3	0.1	8.9	1.2	26.3
1993-1994	20.8	18.1	30.5	22.5	15.5	52.2	25.5	30	7.5	2.7	2.5	12	52.2
1994-1995	7.5	21.3	32.6	27.1	15	37.6	13.7	39.2	11.9	7.9	2.5	0.9	39.2
1995-1996	3.3	24.1	26.6	18.1	11.1	34.7	20.7	14.3	6.2	2.8	1.4	4.9	34.7
1996-1997	9.8	24.3	14.4	20.2	24.7	23.8	30.8	9.3	16.3	6.1	0.1	12.8	30.8
1997-1998	26	35.1	23.1	33.5	25.4	35.7	29.1	21.1	9.1	6.4	0.8	3.9	35.7
1998-1999	5.9	19	24.6	8.9	28.2	49.4	24.2	10.8	12.9	17.3	1.1	3.9	49.4
1999-2000	19.3	10.9	34.1	22.4	30.5	32.1	23	12.1	22.1	12.4	2.1	8.4	34.1
2000-2001	9.6	16.6	14.6	19.5	22.3	19.3	29.6	5.7	11.1	2.5	3.7	0.6	29.6
2001-2002	5.5	31.9	20.8	34	20.6	16.9	27	20.9	13.2	5.7	7.7	0.1	34
2002-2003	11.4	22.7	25.7	31.2	16.4	18	24	21.2	4.9	5.9	2.6	7.2	31.2
2003-2004	14.2	18.6	24.8	19.2	13.6	14.4	12.1	15.2	8.3	1.3	10.9	10.4	24.8
2004-2005	12.4	21	43.3	13.2	23.3	34.8	43.1	28.2	7.8	5.7	0.1	13	43.3
2005-2006	10.4	27.1	6.2	28.2	51.1	17.5	31.4	22.1	19.1	17.5	7.5	28	51.1
2006-2007	12.8	21.4	17.8	14.7	24.5	23.2	25.2	22.9	20.7	0.1	6.7	3.4	25.2

Año	Meses												Máximo
	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	
2007-2008	8.6	38.9	18	23.1	25.6	22.7	16	28	27.4	16.9	6.2	5.2	38.9
2008-2009	26.4	19.8	17	17.7	29.9	52.2	31.5	30	28.6	8.1	10.6	10.2	52.2
2009-2010													
Máximo	28	49.1	49.3	37.5	51.1	52.2	48	41.4	28.6	18.5	23	28	52.2
Mínimo	0.3	8.2	5.4	7.6	5.1	11	4.4	5.7	1.9	0.01	0.01	0.01	24.8

Fuente: SENAMHI.

Los valores resaltados de amarillo son rellenados en base a los máximos en la época de avenida y mínimos en base a la temporada de estiaje.

3.2 Determinación del periodo de retorno

El periodo de retorno es un evento dado, es el número de años dentro del cual se espera que el evento sea igualado o excedido solo una vez.

Sea “p” la probabilidad de un evento extremo: $p = P(X >= x_T)$, esta probabilidad está relacionada con el periodo de retorno en la forma $p = 1/T$. Por lo tanto, la probabilidad de no ocurrencia de un evento extremo, para un año, será:

$$P(X < x_T) = 1 - p = 1 - 1/T$$

Para años, vida útil del proyecto, la probabilidad de no ocurrencia de la lluvia es:

$$P(X < x_T) = \left(1 - \frac{1}{T}\right)^N$$

La vida útil del proyecto es de: $N=20$ años. La probabilidad de no ocurrencia de la lluvia para $N=20$ es de $P(X <= x_T) = 90\%$, sustituyendo la ecuación el resultado es un tiempo de retorno de 190 años, por lo que se asume un valor más conservador de un tiempo de retorno de 200 años.

3.3 Análisis de frecuencia

El análisis de frecuencias tiene la finalidad de estimar precipitaciones, intensidades o caudales máximos, según sea el caso, para diferentes periodos de retorno, mediante la aplicación de modelos probabilísticos, los cuales pueden ser discretos o continuos.

En las estaciones convencionales los datos de precipitación y caudales son obtenidos en horas de observación fijas y por ende no siempre se permitirán conocer las cantidades máximas verdaderas durante el periodo deseado. Es por aquello, que se utilizó un factor de corrección que permite transformar la precipitación máxima diarias en precipitación máxima en 24 horas, según la Organización Mundial de Meteorología el factor es 1.13.

En la estadística existen diversas funciones de probabilidad teóricas, recomendándose utilizar las siguientes funciones (MTC, 2008):

3.3.1 Distribución Normal

Se dice que una variable x se distribuye de forma Normal si su logaritmo natural se distribuye normalmente.

Esta distribución es muy usada para el cálculo de valores extremos por ejemplo caudales máximos, caudales mínimos, precipitaciones máximas y precipitaciones mínimas.

Tiene la ventaja que X es mayor que 0 y que la transformación Log tiende a reducir la asimetría positiva ya que al sacar logaritmos se reducen en mayor proporción los datos mayores que los menores.

Su limitación se da solamente para dos parámetros, y requiere que los logaritmos de las variables estén centrados en la media. La función densidad de probabilidad es:

$$f(x) = \frac{1}{x * \sqrt{2 * \pi * \sigma_y}} * e^{-\frac{1}{2} * \left[\frac{\ln x - \mu_y}{\sigma_y}\right]^2}; 0 < x < \alpha$$

Dónde:

$f(x)$ = Función de densidad de la variable $\ln x$

x = Variable independiente

μ_y = Parámetro de escala, igual a la media aritmética de $\ln x$

σ_y = Parámetro de forma, igual a la desviación estándar de $\ln x$

3.3.2 Distribución Log Pearson tipo III

La distribución Pearson III, o distribución Gama describe la probabilidad de ocurrencia de un acontecimiento dado en un proceso de Poisson. Cuando la población de acontecimientos es muy positivamente sesgada, los datos por lo general son transformados a Logaritmo y la distribución se llamó Distribución Log Pearson tipo III. La ecuación para la función de densidad de la probabilidad es:

$$f(x) = \frac{(\ln x - x_0)^{\gamma-1} * e^{-\frac{\ln x - x_0}{\beta}}}{x * \beta^\gamma * \Gamma(\gamma)}; x_0 \leq x < \alpha; -\alpha < x_0 < \alpha; 0 < \beta < \alpha; 0 < \gamma < \alpha$$

Dónde:

x_0 = Parámetro de posición

β = Parámetro de escala (+)

γ = Parámetro de forma (+)

$\Gamma(\gamma)$ = Función gamma completa, definida como:

$$\int_0^\alpha x^{\gamma-1} * e^{-x} dx \text{ que converge si } \gamma > 0$$

3.3.3 Distribución Gumbel

Una familia importante de distribuciones usadas en el análisis de frecuencia hidrológico es la distribución general de valores extremos, la cual ha sido

ampliamente utilizada para representar el comportamiento de crecientes y sequías (máximos y mínimos). La función densidad de probabilidad es:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} * e^{-\frac{x-\mu}{\alpha}} - e^{-\frac{x-\mu}{\alpha}}; -\alpha < x < \alpha$$

Dónde:

α = Parámetro de concentración

μ = Parámetro de localización

3.3.4 Distribución Log Gumbel

Esta función también es conocida como la distribución de Fréchet, llamada así por Maurice Fréchet, quien escribió un artículo relacionado en el año 1927. La función log-Gumbel se aplica a los fenómenos extremos, tales como máximos anuales de un día de lluvias y las descargas de los ríos. Se obtiene de reemplazar la variable x por $\ln x$, así se obtiene la función acumulada de la distribución log Gumbel (HidroEsta, 2001). La ecuación para la función de densidad de la probabilidad es:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} * e^{-\frac{\ln x - \mu}{\alpha}} - e^{-\frac{\ln x - \mu}{\alpha}}; -\alpha < \ln x < \alpha$$

Dónde:

$0 < \alpha < \infty$ = Parámetro de escala

$-\alpha < \mu < \infty$ = Parámetro de posición

Para el análisis de las distribuciones nos apoyaremos del software HidroEsta, en él, se realizaron el análisis de las frecuencias del cual se concluye que la distribución Log Pearson tipo III no se ajusta a la curva de probabilidad teórica, por lo que se descarta del análisis esta distribución, las demás distribuciones se ajustan a la curva de probabilidad teórica.

Ver anexos: 01. Distribuciones probabilísticas.

3.4 Pruebas de bondad de ajuste

Una curva de frecuencia desarrollada a través de una muestra de datos, se supone que es la mejor estimación de la curva de frecuencias de la población. La aplicación de los test de bondad de ajuste a determinadas distribuciones, puede ayudar a seleccionar aquella que mejor represente la distribución de frecuencia de la población.

Existen diferentes pruebas de bondad de ajuste del cual se utilizará la prueba Kolmogorov - Smirnov. Este método se utiliza cuando no se verifican parámetros de una distribución previa y se trabaja con una distribución acumulada. De acuerdo a los resultados del análisis de Kolmogorov Smirnov y revisando los

gráficos de análisis de tendencias, se ha seleccionado la Distribución de Valores Gumbel.

Ver anexos: Anexo 02. Distribuciones de Probabilidades y Bondad de Ajuste.

Para estimar los valores de precipitaciones máximas instantáneas, la precipitación máxima diaria fue ajustada de acuerdo con la recomendación de la Organización Meteorológica Mundial (WMO, 1986), la cual establece que al multiplicar la precipitación máxima diaria registrada en un intervalo observacional fijo e individual por 1.13 se obtienen valores que se aproximan a aquellos obtenidos a los máximos instantáneos diarios, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2. Precipitaciones máximas instantáneas para diferentes periodos de retorno

T (años)	KT	P (mm)	P (mm) corregida 1.13
2	-0.1446	36.4	41.1
5	0.9541	45.4	51.3
10	1.6815	51.3	58.0
20	2.3793	57.0	64.4
25	2.6007	58.8	66.5
50	3.2825	64.4	72.7
100	3.9593	69.9	79.0
200	4.6337	75.4	85.2
500	5.5234	82.7	93.4

Fuente: Elaboración propia.

3.5 Intensidad de la lluvia

Existen varios modelos para estimar la intensidad a partir de la precipitación máxima en 24 horas. Según D.F Campos A, 1978 la duración de las lluvias se disgrega en base a los siguientes coeficientes:

Tabla 3. Coeficientes para las relaciones a la lluvia de duración 24 horas

Duraciones, en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0.30	0.39	0.46	0.52	0.57	0.61	0.68	0.80	0.91	1.00

Fuente: D.F Campos A, 1978.

Para la estación Huamachuco, las alturas de lluvia máxima para diferentes periodos de retorno, se muestran a continuación:

Tabla 4. Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración							
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	200 años	500 años
24 hr	X24	41.1000	51.3000	58.0000	66.5000	72.7000	79.0000	85.2000	93.4000
18 hr	X18 = 91%	37.4010	46.6830	52.7800	53.2000	66.1570	71.8900	77.5320	84.9940
12 hr	X12 = 80%	32.8800	41.0400	46.4000	53.2000	58.1600	63.2000	68.1600	74.7200
8 hr	X8 = 68%	27.9480	34.8840	39.4400	45.2200	49.4360	53.7200	57.9360	63.5120
6 hr	X6 = 61%	25.0710	31.2930	35.3800	40.5650	44.3470	48.1900	51.9720	56.9740
5 hr	X5 = 57%	23.4270	29.2410	33.0600	37.9050	41.4390	45.0300	48.5640	53.2380
4 hr	X4 = 52%	21.3720	26.6760	30.1600	34.5800	37.8040	41.0800	44.3040	48.5680

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración							
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	200 años	500 años
3 hr	X3 = 46%	18.906 0	23.5980	26.6800	30.5900	33.4420	36.3400	39.1920	42.9640
2 hr	X2 = 39%	16.029 0	20.0070	22.6200	25.9350	28.3530	30.8100	33.2280	36.4260
1 hr	X1 = 30%	12.330 0	15.3900	17.4000	19.9500	21.8100	23.7000	25.5600	28.0200

Fuente: Elaboración propia.

Las intensidades máximas calculadas para estas alturas de lluvias máximas y diferentes duraciones de lluvia, se muestran en la siguiente Tabla:

Tabla 5. Intensidades máximas (mm/h) para diferentes duraciones y tiempos de retorno

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno							
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	200 años	500 años
24 hr	1440	1.7125	2.1375	2.4167	2.7708	3.0292	3.2917	3.5500	3.8917
18 hr	1080	2.0778	2.5935	2.9322	2.9556	3.6754	3.9939	4.3073	4.7219
12 hr	720	2.7400	3.4200	3.8667	4.4333	4.8467	5.2667	5.6800	6.2267
8 hr	480	3.4935	4.3605	4.9300	5.6525	6.1795	6.7150	7.2420	7.9390
6 hr	360	4.1785	5.2155	5.8967	6.7608	7.3912	8.0317	8.6620	9.4957
5 hr	300	4.6854	5.8482	6.6120	7.5810	8.2878	9.0060	9.7128	10.6476
4 hr	240	5.3430	6.6690	7.5400	8.6450	9.4510	10.2700	11.0760	12.1420
3 hr	180	6.3020	7.8660	8.8933	10.1967	11.1473	12.1133	13.0640	14.3213
2 hr	120	8.0145	10.0035	11.3100	12.9675	14.1765	15.4050	16.6140	18.2130
1 hr	60	12.3300	15.3900	17.4000	19.9500	21.8100	23.7000	25.5600	28.0200

Fuente: Elaboración propia.

Las curvas de intensidad – duración – frecuencia, se han calculado indirectamente, mediante la siguiente expresión:

$$I_{max} = \frac{K * T^a}{D^b}$$

Donde:

I = Intensidad máxima (mm/h)

K, a, b = Factores característicos de la zona de estudio

T = Tiempo de retorno en años

D = Duración de precipitación, equivalente al Tiempo de Concentración (minutos)

Para estimar el cálculo de los factores característicos de la zona de estudio, se ha utilizado la regresión potencial para diferentes periodos de retorno, obteniendo:

K = 153.2450

a = 0.145247

b = 0.61885

Con lo cual, la ecuación de intensidad máxima, se expresa de la siguiente forma:

$$I_{max} = \frac{153.2450 * T^{0.145247}}{D^{0.61885}}$$

Donde las intensidades – Duración – Periodo de retorno, se muestra en la siguiente Tabla:

Tabla 6. Intensidades – Duración – Periodo de retorno

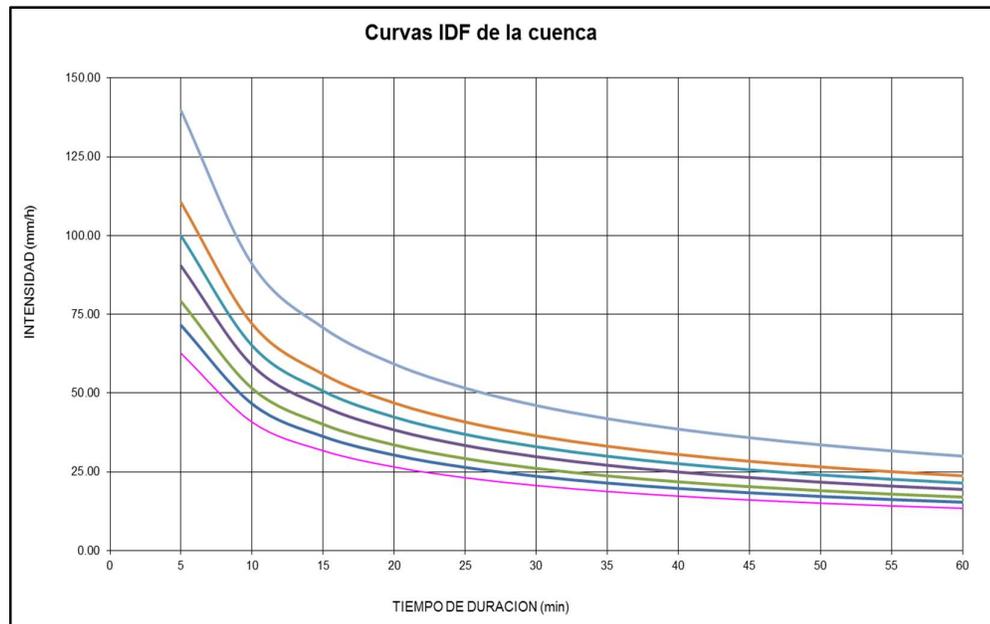
Frecuencia	Tabla de intensidades - Tiempo de duración											
	Duración en minutos											
años	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	62.60	40.76	31.72	26.54	23.12	20.65	18.77	17.29	16.07	15.06	14.19	13.45

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia	Duración en minutos											
años	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
5	71.51	46.57	36.23	30.32	26.41	23.59	21.45	19.75	18.36	17.20	16.21	15.36
10	79.08	51.50	40.07	33.53	29.21	26.09	23.72	21.84	20.30	19.02	17.93	16.99
25	90.34	58.83	45.77	38.31	33.37	29.81	27.09	24.95	23.19	21.73	20.48	19.41
50	99.91	65.06	50.62	42.37	36.90	32.96	29.96	27.59	25.65	24.03	22.65	21.47
100	110.49	71.95	55.98	46.85	40.81	36.46	33.14	30.51	28.37	26.58	25.05	23.74
500	139.59	90.90	70.73	59.19	51.56	46.06	41.87	38.55	35.84	33.57	31.65	29.99

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura se muestra la relación intensidades – Duración – Periodo de retorno para la zona de estudio.

Figura 2. Curvas de intensidades – Duración – Periodo de retorno



3.6 Hietograma de diseño

Los métodos hidrológicos más modernos, los cuales utilizan el análisis de flujo no permanente, requieren no solo del valor de lluvia o intensidad de diseño, sino una distribución temporal (tormenta), es decir el método estudia la distribución en el tiempo, de tormentas observadas.

Una de las maneras de obtenerlo es a partir de las curvas IDF, dentro de ellas el Método del Bloque Alterno.

El método del bloque alterno es una forma simple para desarrollar un hietograma de diseño utilizando una curva de intensidad - duración - frecuencia. El hietograma de diseño producido por este método especifica la profundidad de precipitación en n intervalos de tiempos sucesivos de duración Δt , sobre una duración total $T_d = n \cdot \Delta t$.

Después de seleccionar el periodo de retorno de diseño, la intensidad es leída en una curva IDF para cada una de las duraciones Δt , $2\Delta t$, $3\Delta t$, $4\Delta t$... y la profundidad de precipitación correspondiente se encuentra al multiplicar la intensidad y la duración. Tomando diferencias entre valores sucesivos de profundidad de precipitación, se encuentra la cantidad de precipitación que debe añadirse por cada unidad adicional de tiempo t . Estos incrementos o bloques se reordenan en una secuencia temporal de modo que la intensidad máxima ocurra en el centro de la duración requerida y que los demás bloques queden en orden descendente alternativamente hacia la derecha y hacia la izquierda del bloque central para formar el hietograma de diseño.

Ver Anexos: 03. Hietogramas a partir de curvas IDF.

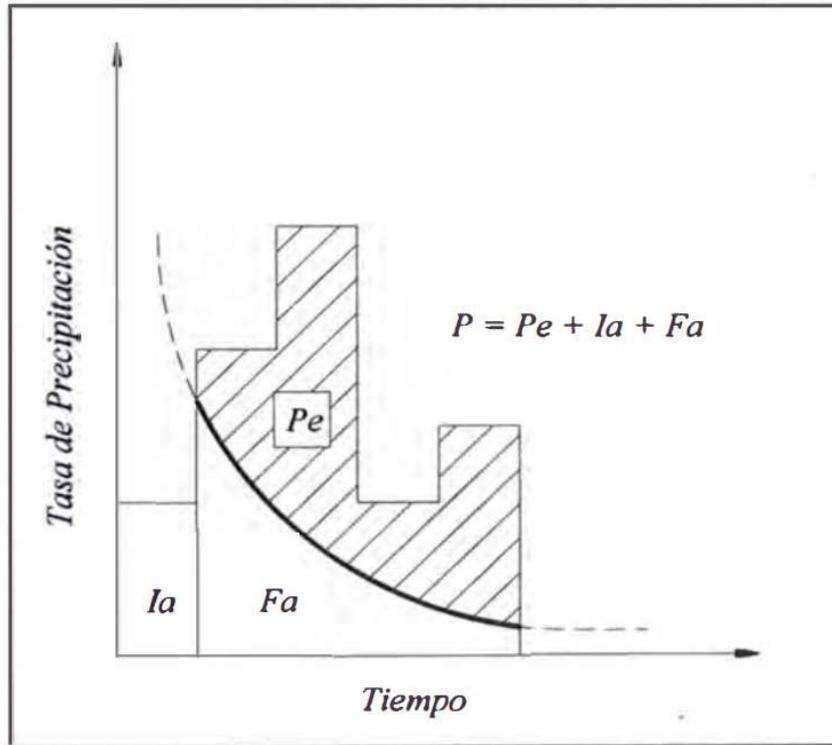
3.7 Precipitación Total y Efectiva

El exceso de precipitación o precipitación efectiva (P_e), es la precipitación que no se retiene en la superficie terrestre y tampoco se infiltra en el suelo. Después de fluir la lluvia a través de la superficie de la cuenca, el exceso de precipitación se convierte en escorrentía directa a la salida de la cuenca.

3.7.1 Método SCS para abstracciones

El Soil Conservation Service (1972) desarrollo un método para calcular las abstracciones de la precipitación de una tormenta. Para la tormenta como un todo, la profundidad de exceso de precipitación o escorrentía directa (P_e) es siempre menor o igual a la profundidad de precipitación (P); de manera similar, después de que la escorrentía se inicia, la profundidad adicional del agua retenida en la cuenca (F_a) es menor o igual a alguna retención potencial máxima (S). Existe una cierta cantidad de precipitación (I_a) denominado abstracciones iniciales, para la cual no ocurrirá escorrentía, luego la escorrentía potencial es $P-I_a$.

Figura 3. Variables en el método de abstracciones de precipitación del SCS



Fuente: Hidrología Aplicada, Ven Te Chow, 1994.

La hipótesis del método del SCS consiste en que las relaciones de las dos cantidades reales y las dos cantidades potenciales son iguales, es decir:

$$\frac{Fa}{S} = \frac{Pe}{P - Ia}$$

Del principio de continuidad:

$$P = Pe + Ia + Fa$$

Combinando las ecuaciones anteriores y resolviendo para Pe se encuentra:

$$Pe = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S}$$

De los resultados obtenidos para cuencas experimentales pequeñas se tiene la siguiente relación empírica.

$$Ia = 0.2 * S$$

Entonces:

$$Pe = \frac{(P - 0.2 * S)^2}{P + 0.8 * S}$$

Para limitar la variabilidad del parámetro S entre 0 y 100, se desarrolló el concepto del Número de Curva NC, parámetro adimensional que se obtiene al realizar el cambio de variable

$$NC = \frac{25400}{S + 254}$$

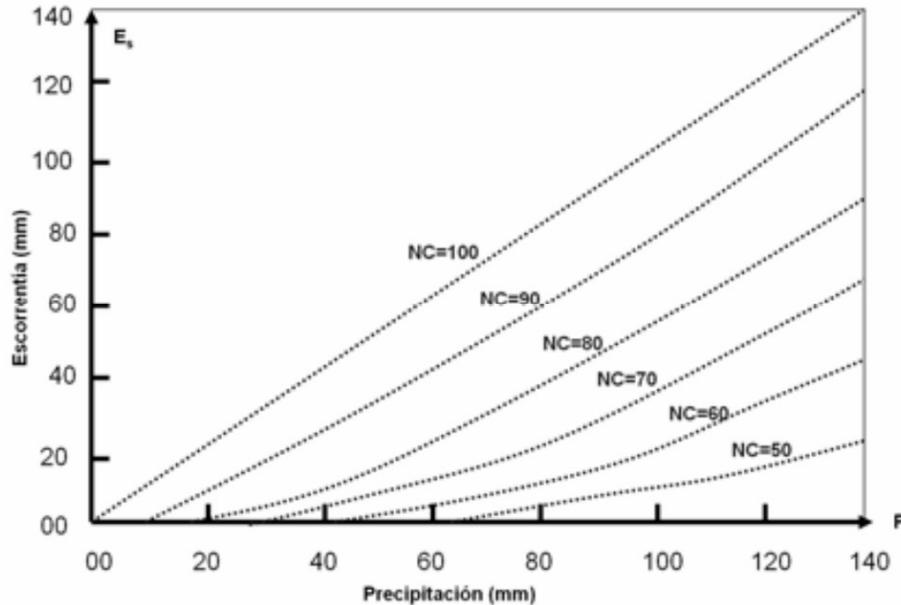
$$S(mm) = 254 * \left(\frac{100}{NC} - 1\right)$$

$$la(mm) = \frac{5080}{NC} - 50.8$$

Para la zona de estudio la abstracción inicial es 13.5 mm.

De este modo, los números de curva quedan representados por el siguiente nomograma.

Figura 4. Representación gráfica de los Números de Curva



Los números de curva NC alcanzan valores comprendidos entre 0 y 100. A mayor número se obtiene un umbral de escorrentía menor, lo que se traduce en un menor escurrimiento. Para NC = 100 correspondería a una cuenca completamente impermeable en la que toda la precipitación sobre la misma se transforma en escorrentía.

Los números de curva han sido tabulados por el SCS con base en el tipo de suelo y el uso de la tierra, tal como se muestra en la siguiente Tabla. Se definen cuatro grupos de suelos:

- Grupo A: Arena profunda, suelos profundos depositados por el viento, limos agregados.
- Grupo B: Suelos poco profundos depositados por el viento, margas arenosa.
- Grupo C: Margas arcillosas, margas arenosas poco profundas, suelos con bajo contenido orgánico y suelos con alto contenido de arcilla.
- Grupo D: Suelos que se expanden significativamente cuando se mojan, arcillas altamente plásticas y ciertos suelos salinos.

Tabla 7. Números de curva de escorrentía para usos selectos de tierra agrícola, (condiciones antecedente de humedad II, la= 0.2S)

Descripción de cobertura	Condición Hidrológica	Tipo de superficie			
		A	B	C	D
Pastizales, áreas de pastoreo	Pobre	68	79	86	89
	Media	49	69	79	84
	Buena	39	61	74	80
Praderas, protegidas de pastoreo	-	30	58	71	78
Áreas de arbustos con mezcla de pastos, pero siendo predominantes los arbustos	Pobre	48	67	77	83
	Media	35	56	70	77
	Buena	30	48	65	73
Bosque con mezcla de pastizales	Pobre	57	73	82	86
	Media	43	65	76	82
	Buena	32	58	72	79
Bosques	Pobre	45	66	77	83
	Media	36	60	73	79
	Buena	30	55	70	77

Fuente: United States Department of Agriculture, National Engineering Handbook, 2010.

Para la zona de estudio, el tipo de superficie es la clase C, de condición hidrológica media para pastizales, área de pastoreo, el cual considera un número de curva 79.

4 Análisis de caudales extremos o de diseño

4.1 Método racional

Es uno de los más utilizados para la estimación del caudal máximo asociado a determinada lluvia de diseño, tiene la ventaja de no requerir de datos hidrométricos para la determinación de caudales máximos, el método puede ser aplicado para pequeñas cuencas.

La expresión que permite determinar el caudal instantáneo máximo de diseño para un período de retorno de “T” años es:

$$Q = \frac{C * I * Ap}{3.6}$$

Dónde:

Q= Caudal instantáneo máximo de diseño de periodo de retorno “T” (m³/s).

C= Coeficiente de escorrentía directa asociada al periodo de retorno y suelo de la zona, expresado en porcentaje.

I = Intensidad media de lluvia asociada al periodo de retorno (T) y a una duración igual al tiempo de concentración de la zona pluvial (mm/h).

Ap= Área aportante (km²).

4.1.1 Área de drenaje

La extensión del área aportante de los componentes y la microcuenca de estudio es 18.7 km².

4.1.2 Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía se considera como el porcentaje de agua que escurre en una lluvia determinada. Los valores típicos del coeficiente de escorrentía para una amplia variedad de condiciones son dados de libros de referencia. En la siguiente tabla se presenta los coeficientes de escorrentía, para utilizarlo en el Método Racional.

Tabla 8. Coeficientes de escorrentía (C)

Características de la superficie	2	5	10	25	50	100	200	500
Plano, 0%-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.43	0.53
Promedio, 2%-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.52	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.56	0.60

Fuente: Ingeniería Hidrológica – Leonardo S. Nanía – Manuel Gómez Valentín.

De los parámetros que intervienen en esta fórmula, sobre el que se tiene que incidir es sobre el factor C, el cual se determina en base al tiempo de retorno propuesto referidos a áreas no desarrolladas como pastizales para pendientes superiores a 7%.

4.1.3 Tiempo de concentración

Definido como el tiempo necesario para que una gota de lluvia caída se movilice desde el punto más alejado de la cuenca hasta su lugar de salida; se estima un tiempo de concentración de 1.59 horas para la zona de estudio, en la siguiente tabla se muestra el detalle del cálculo del tiempo de concentración.

Tabla 9. Tiempo de concentración

Nombre	Área (Km ²)	Longitud del cauce (m)	Cota (msnm)		Desnivel (m)	Pendiente (m/m)	Tiempo de concentración (horas)			
			Máxima	Mínima			Kirpich	Temes	Bransb y Williams	Promedio
Microcuenca Buldibuyo	18.7	8240	4289	2753	1536	0.1864	0.64	2.05	2.09	1.59

Fuente: Elaboración propia.

4.1.4 Intensidad de la lluvia

Este valor se determina a partir de la intensidad – duración – periodo de retorno, entrando con una duración igual al tiempo de concentración y un periodo de retorno.

Para la determinación de la Intensidad se ha utilizado la fórmula, determinada en el capítulo de la intensidad de la lluvia, en el cual se requiere determinar la duración que es tomada del tiempo de concentración en que demora en desplazarse el agua del punto más lejano hacia la descarga final, para el diseño se ha adoptado diferentes tiempos de retorno, obteniendo resultados de la intensidad máximas, para diferentes periodos de retorno. En la siguiente tabla se muestra las intensidades determinadas para diferentes periodos de retorno.

Tabla 10. Determinación de las intensidades máximas para diferentes periodos de retorno

Cuenca	Tiempo de Concentración Tc		Intensidad mm/hora				
	horas	minutos	Tiempo de duración				
			25	50	100	200	500
Buldibuyo	1.59	95.60	14.55	16.09	17.79	19.68	22.48

Fuente: Elaboración propia.

4.1.5 Caudal máximo instantáneo

El cálculo del caudal máximo según la fórmula racional se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 11. Determinación del caudal máximo instantáneo

Cuenca	Tiempo de Concentración Tc		Intensidad mm/hora					Caudal Máximo (m ³ /s)				
	horas	minutos	Tiempo de duración					Tiempo de duración				
			25	50	100	200	500	25	50	100	200	500
Buldibuyo	1.59	95.60	14.55	16.09	17.79	19.68	22.48	34.8	41.0	49.0	57.2	70.1

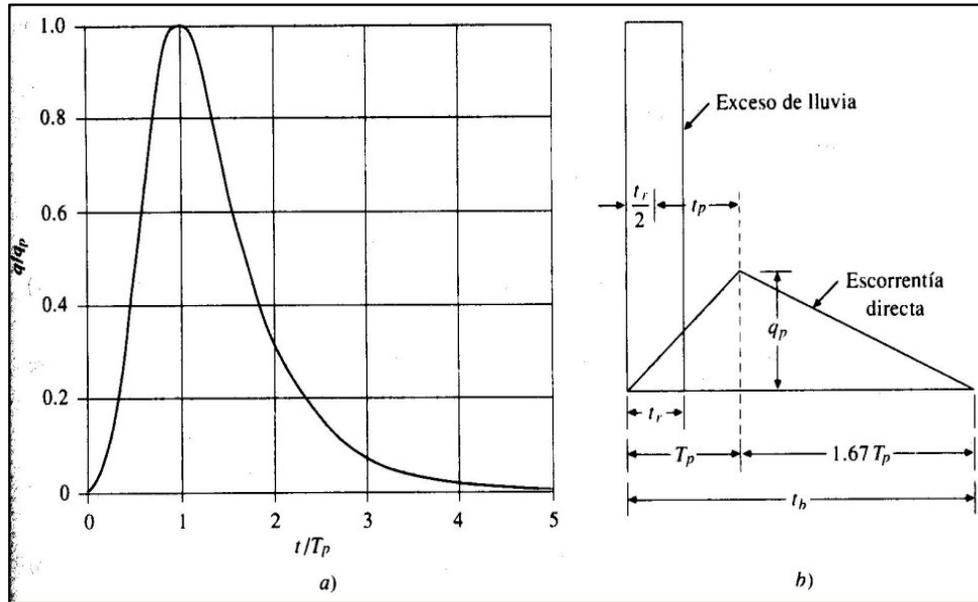
Fuente: Elaboración propia.

4.2 Método del Hidrograma Unitario Sintético SCS

El método es utilizado para la estimación de la lluvia en exceso ocasionada por una tormenta, y es la consolidación de diversos procedimientos, se aplica principalmente en los estudios de máximas avenidas en cuencas sin aforos.

Básicamente el método consiste en estimar un hidrograma triangular unitario sintético a partir de las características físicas de la cuenca y un perfil de precipitación efectiva, las cuales convolucionan para producir un hidrograma compuesto de la avenida, en la siguiente Figura se muestra la geometría del hidrograma.

Figura 5. a) Hidrograma adimensional del SCS; b) Hidrograma unitario triangular (SCS 1972)



Para el análisis el Tiempo de concentración es 1.59 horas, tiempo de retardo es 0.96 horas, la duración en exceso es 2.52 horas, el tiempo pico es 2.22 horas y el tiempo base es 5.92 horas.

4.2.1 Sistema de modelamiento hidrológico HEC-HMS

El Sistema de Modelamiento Hidrológico es una aplicación desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica (HEC - Hydrologic Engineering Centre) del cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos.

Con el modelo HEC-HMS, se puede simular la respuesta que tendrá la cuenca de un río en su escurrimiento superficial, como producto de la precipitación, mediante la representación de la cuenca como un sistema interconectado de componentes hidrológicos e hidráulicos.

Para utilizar este programa se debe disponer de la siguiente información:

Características de la precipitación, la intensidad se obtiene de las curvas IDF. Es importante señalar que las precipitaciones parciales deben introducirse en intervalos fijos.

Características de la cuenca (área, forma, longitud del cauce principal, etc.). Cuando se usa el HEC-HMS se debe juntar los elementos que componen el sistema.

Los datos que se requieren para la cuenca, además del área (en km^2) son tres:

- Función de infiltración y los parámetros correspondientes.
- Función del hidrograma unitario y los parámetros correspondientes.
- Función de recesión de las avenidas y los parámetros y variables correspondientes.

Para la determinación de los caudales máximos para diferentes periodos de retorno, se realizó el modelamiento con el HEC-HMS. Los resultados del

modelamiento para una duración de lluvia de 95 minutos de intervalo de 5 minutos y para diferentes tiempos de retorno, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 12. Resultados del modelamiento para diferentes periodos de retorno

Cuenca	Precipitación Máxima en 24 horas (mm)					Caudal Máximo (m ³ /s)				
	Tiempo de retorno					Tiempo de retorno				
	25	50	100	200	500	25	50	100	200	500
Buldibuyo	66.50	72.70	79.00	85.20	93.40	7.2	10.3	12.7	15.2	22.5

Fuente: Elaboración propia.

Ver Anexos: 04. Resultados HEC-HMS y la corrida del modelo denominado MODELO V2.

4.3 Método Envolvente de Creager

La estimación de las descargas máximas para diferentes períodos de retorno, se ha realizado utilizando el procedimiento regional apoyado en las Curvas Envolventes de Creager, la fórmula empleada es la siguiente:

$$Q_{\text{máx}} = (C1 + C2) * \log(T) * A^{m * A^{-n}}$$

Dónde:

A: Área de la cuenca aportante (km²).

T: Periodo de retorno en años.

C1, C2, m y n son coeficientes que dependen de la zona de estudio.

Para nuestro medio, el Estudio de Evaluación del Potencial Hidroeléctrico Nacional, presenta en su volumen 2, la zonificación del territorio como se observa en la siguiente tabla:

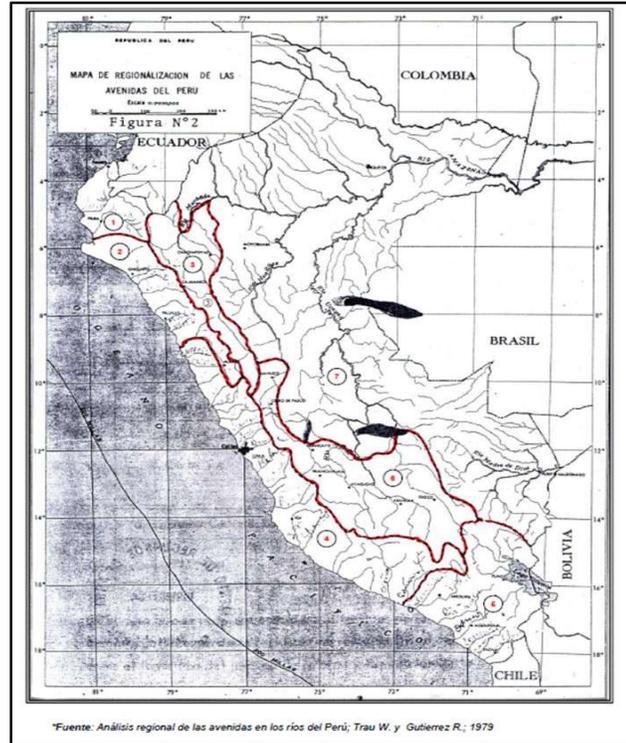


Figura 6. Mapa de regionalización de avenidas del Perú

Para cada una de las zonas identificadas, se establece el conjunto de coeficientes, los cuales se indican en la siguiente tabla.

Tabla 13. Coeficientes del método Creager

Región	C1	C2	m	n
1	1.01	4.37	1.02	0.04
2	0.10	1.28	1.02	0.04
3	0.27	1.48	1.02	0.04
4	0.09	0.36	1.24	0.04
5	0.11	0.26	1.24	0.04
6	0.18	0.31	1.24	0.04
7	0.22	0.37	1.24	0.04

Fuente: Estudio de Evaluación del Potencial Hidroeléctrico Nacional.

En el presente estudio se puede observar que la zona considerada se encuentra en la región 3, en el cual se obtiene los siguientes resultados mostrados en la siguiente Tabla.

Tabla 14. Caudales máximos instantáneos

Cuenca	Caudal Máximo (m ³ /s)				
	Tiempo de duración				
	25	50	100	200	500
Buldibuyo	34.9	42.4	49.9	57.4	67.3

Fuente: Elaboración propia.

4.3.1 Resumen de resultados

Los resultados obtenidos de los valores de caudal máximo del área de drenaje del depósito de desmonte Huinchulla, para periodos de 100, 200 y 500 años, se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 15. Resumen de resultados

Método de estimación	Máx. (T=100)	Máx. (T=200)	Máx. (T=500)
Formula racional	49.0	57.2	70.1
H.U. Triangular SCS	12.7	15.2	22.5
Creager	49.9	57.4	67.3

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar el método racional se encuentra semejante al método Creager y el método SCS, está muy bajo respecto a las otras metodologías, para el diseño de las defensas ribereñas se considera el método racional por ser semejante a otra metodología y es el peor escenario; además, hay que tener en cuenta que los cambios climáticos que están sucediendo en nuestro país, cada vez son más extremos por lo que se tiene que ser muy conservador a la hora de realizar las estimaciones de las máximas avenidas.

Asimismo se ha determinado el rendimiento promedio del área de drenaje y dicho rendimiento se ha estimado correspondiente al área de estudio, para así tener una estimación del caudal máximo para un periodo de retorno de 200 años, el resultado obtenido se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 16. Rendimiento de la microcuenca

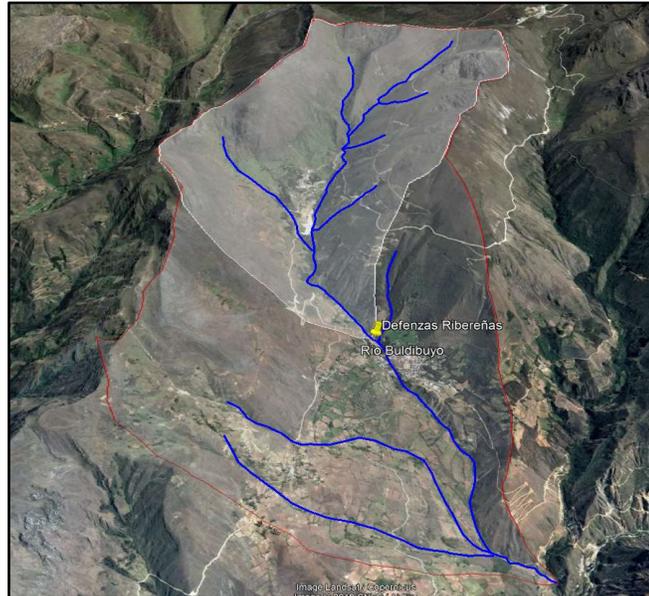
Zona de estudio	Área (km ²)	Q. máx. (T=200 años)	Caudal específico (m ³ /s/km ²)
Microcuenca Buldibuyo	18.7	57.2	3.06

Fuente: Elaboración propia.

Entonces el caudal máximo por rendimiento promedio de la microcuenca es 3.06 m³/s/km².

La zona donde se propone construir las defensas ribereñas, el cual tiene un área de drenaje de 10.4 km², en la siguiente figura se muestra el área de drenaje.

Figura 7. Área de drenaje de las defensas ribereñas



En base al rendimiento de microcuenca, se estima un caudal de diseño de 31.84 m³/s, el cual es el dato de entrada para el diseño de las estructuras propuestas.

5 Conclusiones

- La precipitación máxima en 24 horas para la zona de estudio, para un periodo de retorno de 25, 50, 100, 200 y 500 años es de 66.5 mm, 72.7 mm, 79.0 mm, 85.2 mm y 93.4 mm respectivamente.
- Se determinó las curvas intensidad – duración - frecuencia, con el cual se determinó el diseño de tormentas para diferentes periodos de retorno, el cual es información de entrada para el desarrollo del modelamiento en el HEC-HMS.
- Para el diseño de la tormenta se determinó un tiempo de retorno de 200 años.
- En el análisis de las máximas avenidas se ha utilizado tres metodologías el método racional, método del Hidrograma Unitario Sintético SCS, y el método Envolvente de Creager estimando un caudal máximo de 57.2 m³/s, 15.2 m³/s y 57.4 m³/s respectivamente para un tiempo de retorno de 200 años.
- De las metodologías propuestas se ha tomado como metodología final al método racional por ser la condición más extrema, del cual, se determinó el rendimiento específico de la cuenca, determinando 3.06 m³/s/km².
- El caudal de diseño se estimó en base a la proyección de las defensas ribereñas, donde su área de drenaje es de 10.4 km² y su caudal de diseño es de 31.84 m³/s para un tiempo de retorno de 200 años.

6 Recomendaciones

Se recomienda instalar una estación meteorológica e hidrométrica con el objetivo de recabar información histórica y así para poder tener una mejor estimación de los resultados obtenidos.

7 Bibliografía

- Aparicio Mijares, F. J. (1992). Fundamentos de hidrología de superficie. México: Editorial Limusa S.A. de C. V. Grupo Noriega Editores.
- Aranda, D. F. (1998). Procesos del Ciclo Hidrológico. San Luis Potosí, S.L.P., México: Editorial Universitaria Potosina.
- Bell, F. (1969). Generalized Rainfall - Duration - Frequency Relationships. Journal of Hydraulic Division of ASCE, 311 - 327.
- Chow et al., V. T. (1988). Applied Hydrology. New York: McGraw-Hill Inc.
- Guttman et al. (1993). Regional precipitation quantile values for the continental US computed from L-moments. Journal of Climate 6, 2326–2340.
- Martínez et al. (1996). Hidrología Forestal: El Ciclo Hidrológico. Valladolid: Secretariado de Publicaciones.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. Lima - Perú: Laboratorio DEE.
- Mintegui Aguirre et al. (1993). La restauración Hidrológica-Forestal en las cuencas hidrográficas de la vertiente mediterránea. Andalucía - Granada.
- Monsalve, S. G. (1999). Hidrología en la ingeniería. México.
- Ruiz, J. D. (2001). Hidrología; Evolución y visión sistemática, la morfología de cuencas con aplicación. Barinas, Venezuela: Ediciones de la Universidad Nacional Experimental de los llanos Ezequiel Zamora.
- Tukey, J. (1977). Exploratory Data Analysis. Massachusetts - E.E.U.U.: Addison-Wesley.
- Villón Béjar, M. (2012). Hidroesta 2 - Cálculos Hidrológicos. Costa Rica: Centro de Desarrollo de Material Bibliográfico.
- WMO. (1986). Manual for estimation of probable maximum precipitation. Operational hydrology, Report.1, WMO-No.332, 269.

Anexo A.4 Plano de Proyecto

REHABILITACION DEL MURO GAVION " BULDIBUYO TUNEL 18" PATAZ – LIBERTAD



BUL 01 PLANO DE LOCALIZACION



BUL 01 MAPA REGIONAL – UBICACION

INDICE DE PLANOS		
N°	CODIGO	DESCRIPCION
1	BUL - 01	ÍNDICE Y UBICACIÓN DEL PROYECTO
2	BUL - 02	TOPOGRAFÍA GENERAL DEL PROYECTO
3	BUL - 03	PLANTA DE EJES Y SECCIONES TRANSVERSALES SIN PROYECTO
4	BUL - 04	PLANTA DE EJES Y SECCIONES TRANSVERSALES PARA EL ANALISIS DE ESTABILIDAD FISICA
5	BUL - 05	PLANTA GENERAL DEL PROYECTO
6	BUL - 06	PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL DEL MURO TERRAMESH
7	BUL - 07	PUNTOS DE CONTROL DEL MURO TERRAMESH
8	BUL - 08	SECCIONES TRANSVERSALES DE CORTE Y RELLENO
9	BUL - 09	DETALLE ESTRUCTURAL DEL MURO DE CONTENCIÓN
10	BUL - 10	SECCIONES TRANSVERSALES DE MURO DE CONTENCIÓN
11	BUL - 11	DETALLE TIPICO DEL MURO DE TERRAMESH
12	BUL - 12	SECCIONES TRANSVERSALES DEL MURO TERRAMESH

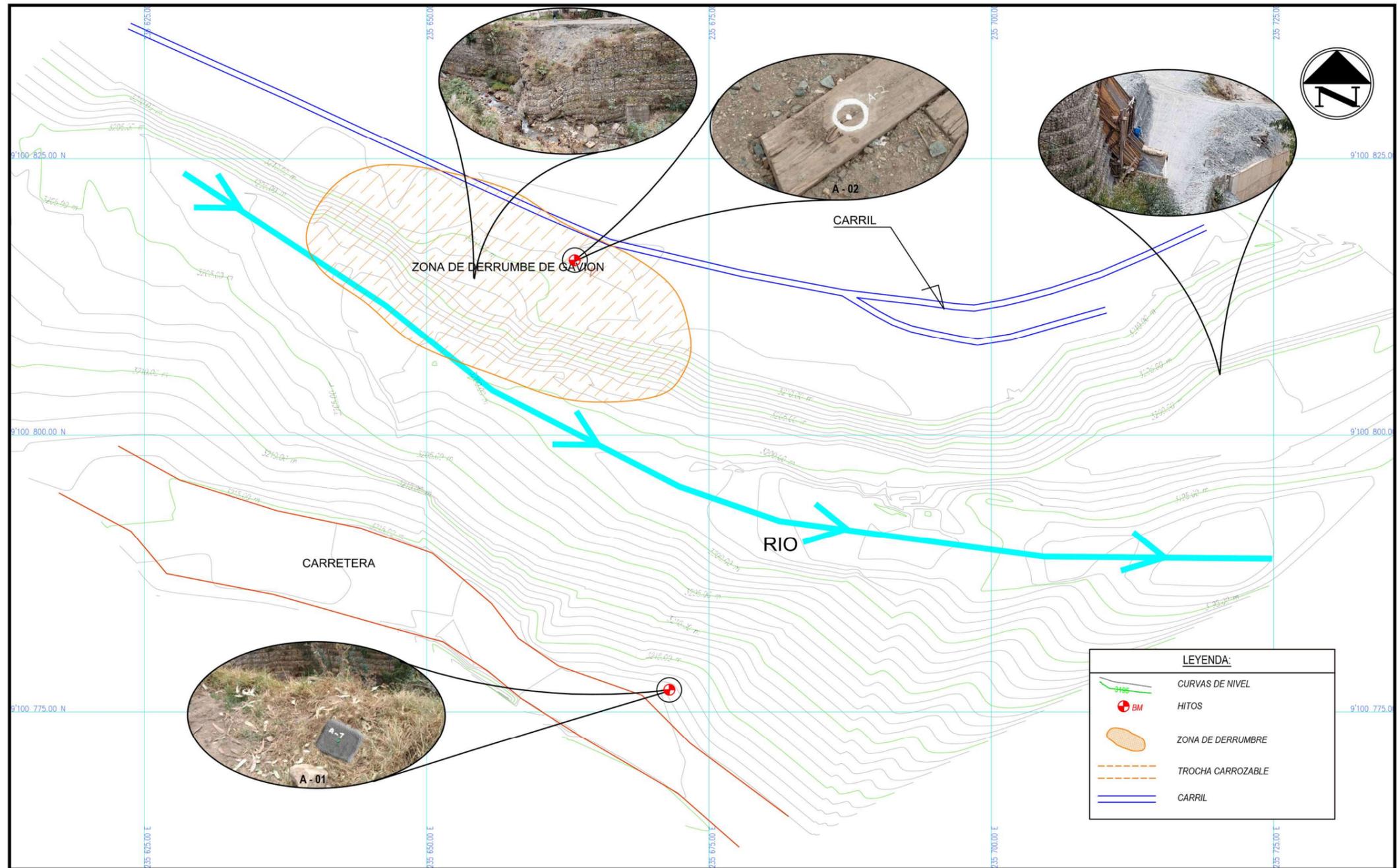


BUL 01 MAPA DISTRITAL – UBICACION

LOCALIZACION	
DEPARTAMENTO :	LA LIBERTAD
PROVINCIA :	PATAZ
DISTRITO :	BULDIBUYO

COORDENADA DE UBICACION			
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
A - 01	9 100 816.98	235 663.63	3 211.98

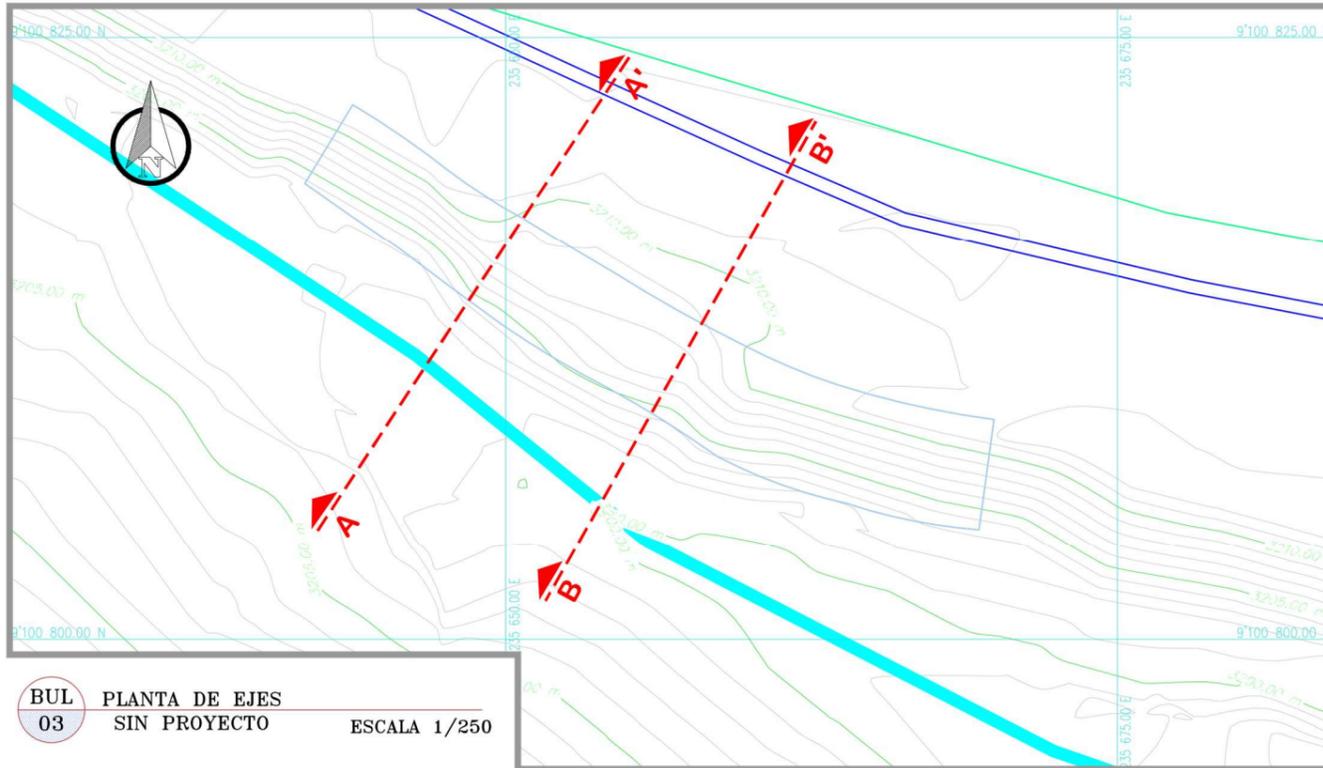
ING. HIVER R. SANCHEZ B. CIP 112621	PROYECTO: REHABILITACION DEL MURO GAVION " BULDIBUYO - TUNEL 18" PATAZ - LIBERTAD	
APROBADO POR CLIENTE:	PLANO: INDICE Y UBICACION DEL PROYECTO	
DISENO: ING. H.S.B. / DAD: ING. J.C.M.	CODIGO: BUL - 01	REV. No: 1
ESCALA: INDICADAS		ELABORADO POR: ALTA INGENIERIA PARA EL CREDITO DEL MEDIO AMBIENTE



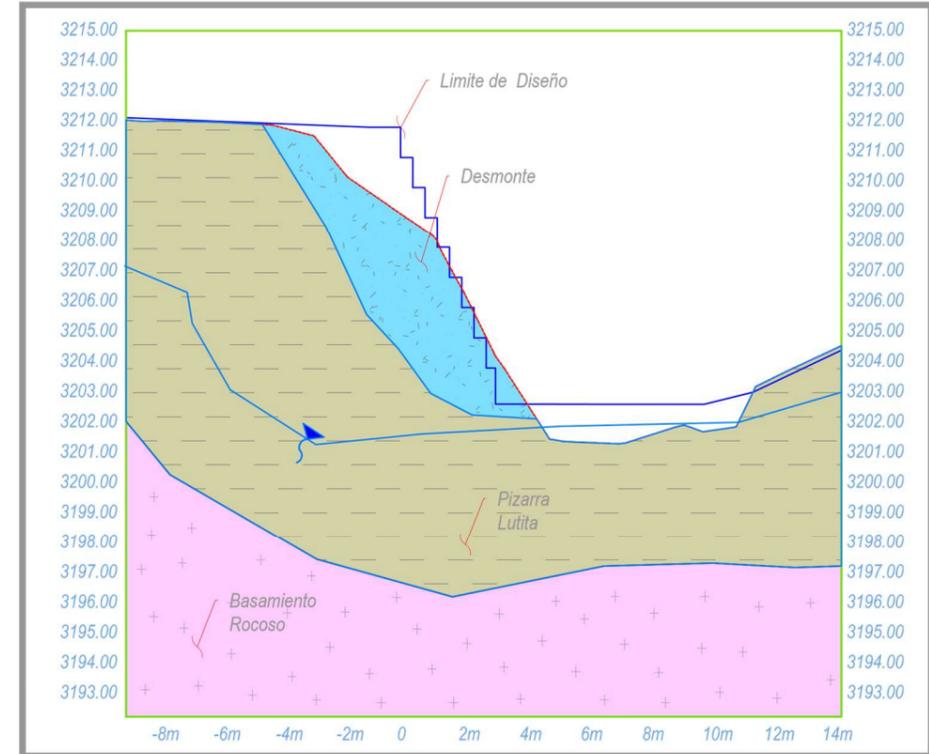
BUL 02 TOPOGRAFIA GENERAL
Las coordenadas Geograficas en UTM WGS 84
Escala: 1/250

PUNTOS GEODESICOS DE REFERENCIA			
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
A - 01	9 100 777.00	235 671.00	3 219.00
A - 02	9 100 816.98	235 663.63	3 211.98

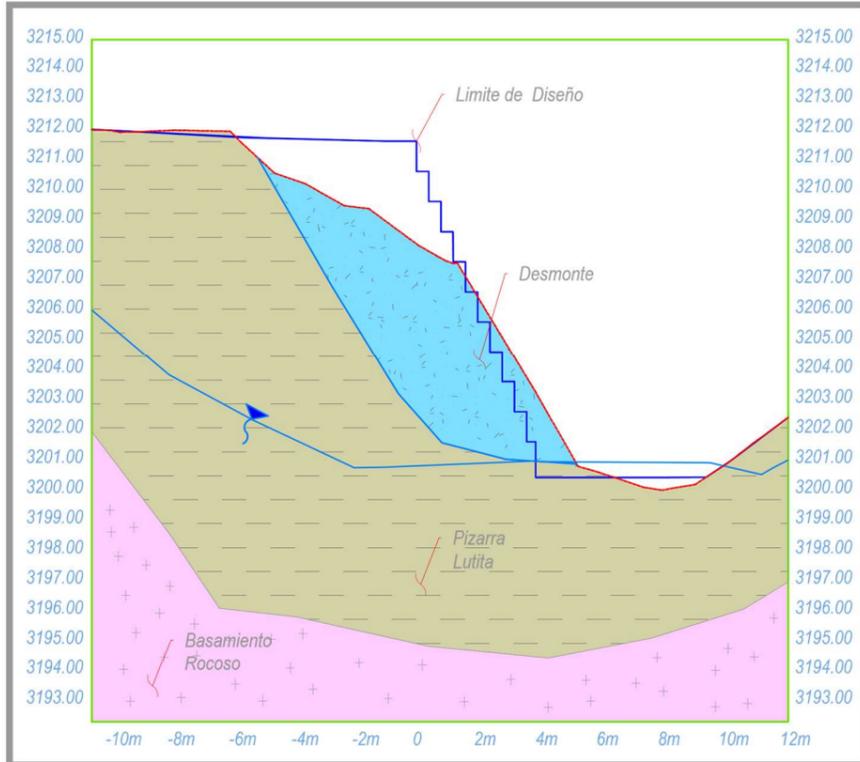
ING. HIVER R. SANCHEZ B. CIP 112621	PROYECTO: REHABILITACION DEL MURO GAVION * BULDIBUYO - TUNEL 18* PATAZ - LIBERTAD	ELABORADO POR: CONSYMIN INGENIEROS S.A.C.
APROBADO POR CLIENTE:	PLANO: TOPOGRAFIA GENERAL DEL PROYECTO	
DISENO: ING. H.S.B.	ING. J.C.M.	
ESCALA INDICADAS	COORDO: BUL - 02	
		REV. No 1



BUL 03 PLANTA DE EJES
SIN PROYECTO ESCALA 1/250



BUL 03 SECCION A-A
SIN PROYECTO ESCALA 1/250



BUL 03 SECCION B-B
SIN PROYECTO ESCALA 1/250

LEYENDA DE PLANTA

- Ejes de Estanilidad - - - - -
- Flujo de caudal - - - - -

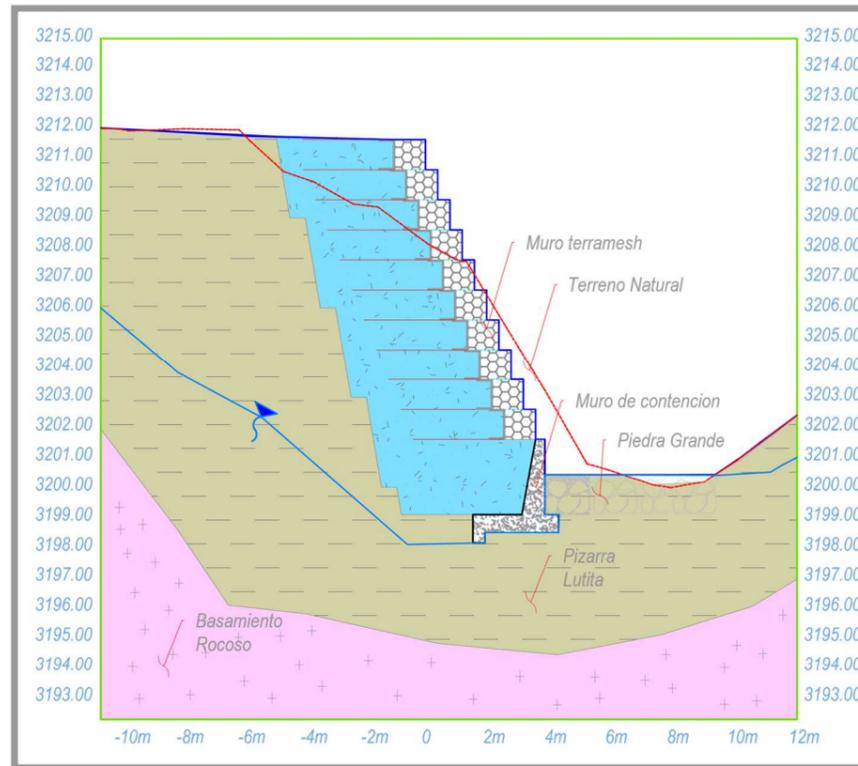
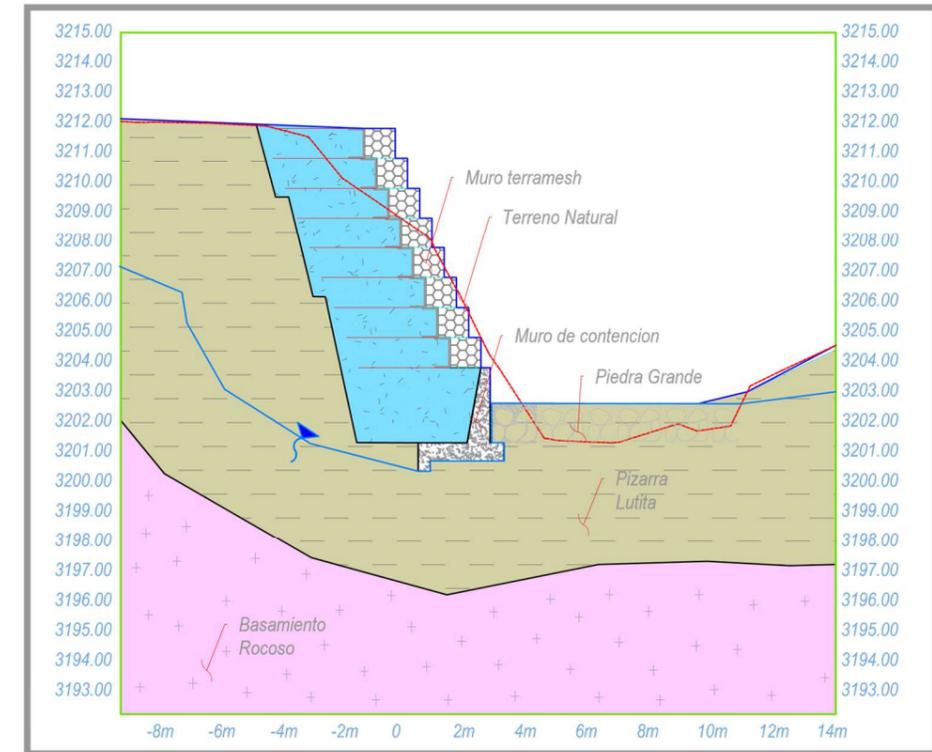
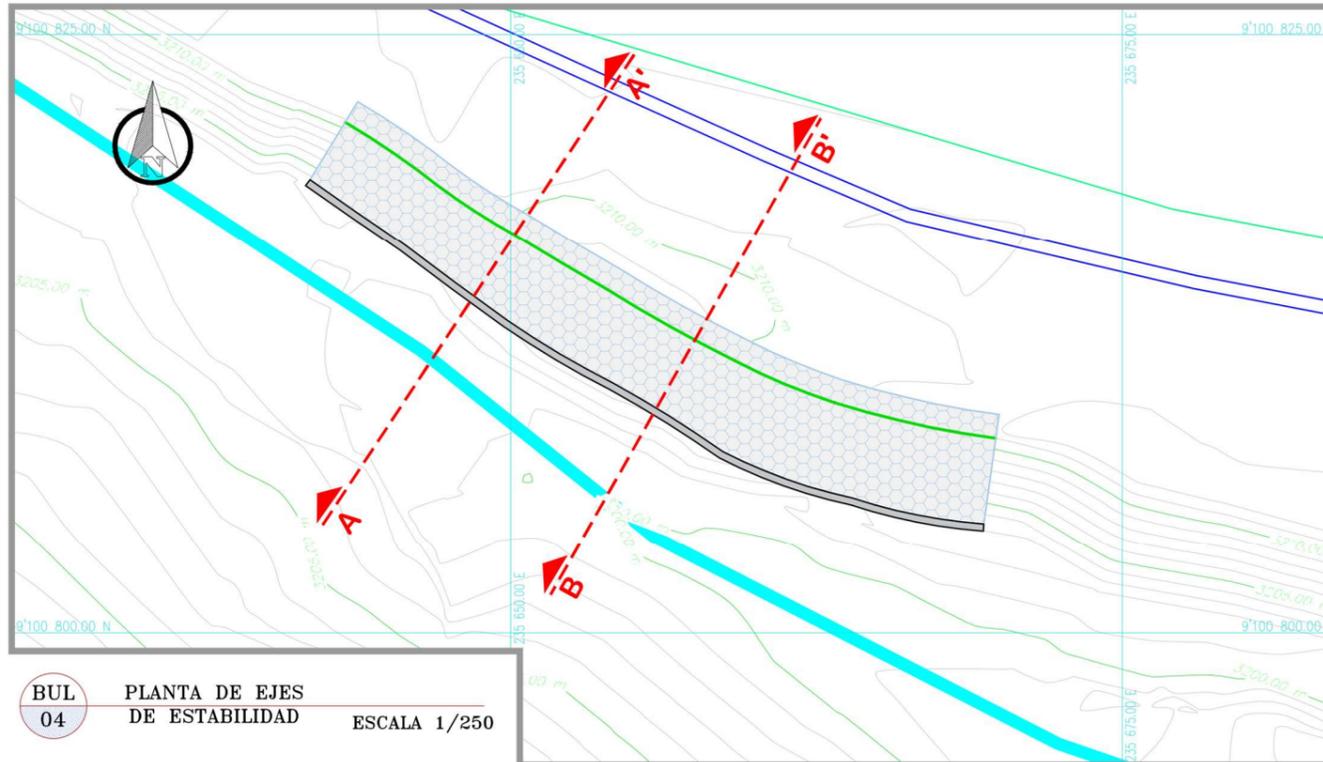
LEYENDA DE LA SECCION

- Limite de Diseño - - - - -
- Flujo - - - - -
- T. de Natural - - - - -
- Desmorte - - - - -
- Pizarra - Lutita - - - - -
- Basamiento Rocoso - - - - -

ESPECIFICACIONES TECNICAS:

- Los ejes A-A' y B-B' mostrados en planta, son de la situación actual de proyecto Ver: Plano (BUL-02). Se diseño con los mismos ejes para el analisis de estabilidad fisica.

ING. HIVER R. SANCHEZ B. CIP 112621		PROYECTO: REHABILITACION DEL MURO GAVION " BULDIBUYO - TUNEL 18" PATAZ - LIBERTAD	ELABORADO POR: CONSYMIN INGENIEROS S.B.C.
APROBADO POR CLIENTE:		PLANO: PLANTA DE EJES Y SECCIONES TRANSVERSALES SIN PROYECTO	
DISEÑO: ING. H.S.B.	CAD: ING. J.C.M.	CODIGO: BUL - 03	
ESCALA INDICADAS		REV. No 1	



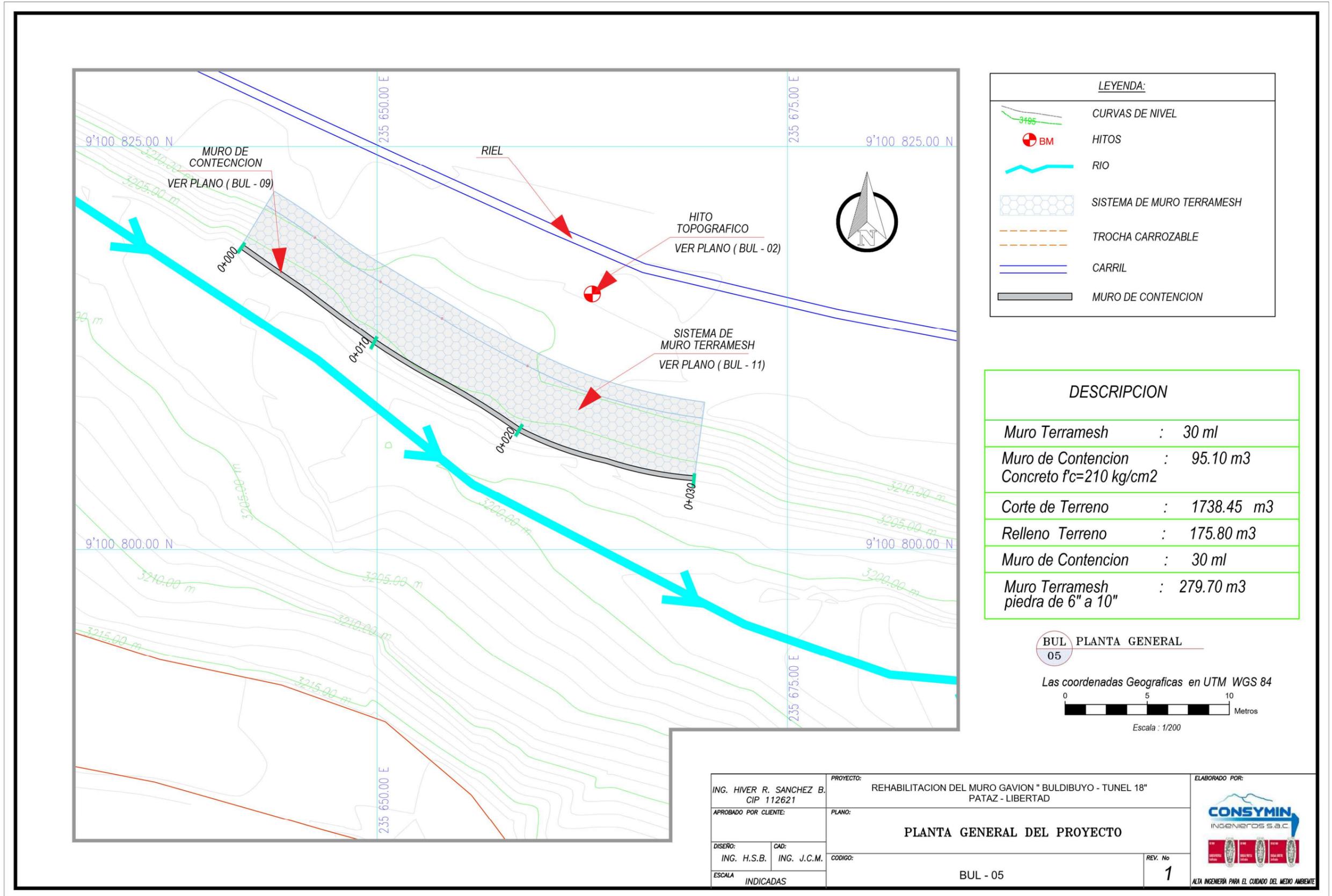
BUL 04 SECCION DE ESTABILIDAD FISICA B-B' ESCALA 1/250



ESPECIFICACIONES TECNICAS:

1. El material de desmorte será colocado y compactado por capa 0.30 m. de espesor.
2. Se verificará por el supervisor el material de desmorte con ensayos de proctor modificado para obtener la máxima densidad seca y que supere el 90% del grado de compactación.
3. El corte del desmorte tendrá un talud de 1v:0.17 h. con banquetas de 0.50 m de 2.50 m de altura aprox.
4. El muro de contención tendrá una dosificación de $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$. como se muestran en los Planos BUL -08, las juntas de dilatación será cada 5.00 m. con resina epoxica para adherencia del concreto, el espaciamiento de la junta de construcción será de 1" pulgada.
5. El diseño de analisis de estabilidad se trabajo con Dos secciones , seccion A-A y B-B.

ING. HIVER R. SANCHEZ B. CIP 112621		PROYECTO: REHABILITACION DEL MURO GAVION " BULDIBUYO - TUNEL 18" PATAZ - LIBERTAD	ELABORADO POR:
APROBADO POR CLIENTE:		PLANO: PLANTA DE EJES Y SECCIONES TRANSVERSALES PARA EL ANALISIS DE ESTABILIDAD FISICA	
DISEÑO: ING. H.S.B.	CAD: ING. J.C.M.	CODIGO: BUL - 04	
ESCALA INDICADAS		REV. No 1	



LEYENDA:

	CURVAS DE NIVEL
	HITOS
	RIO
	SISTEMA DE MURO TERRAMESH
	TROCHA CARROZABLE
	CARRIL
	MURO DE CONTENCIÓN

DESCRIPCION

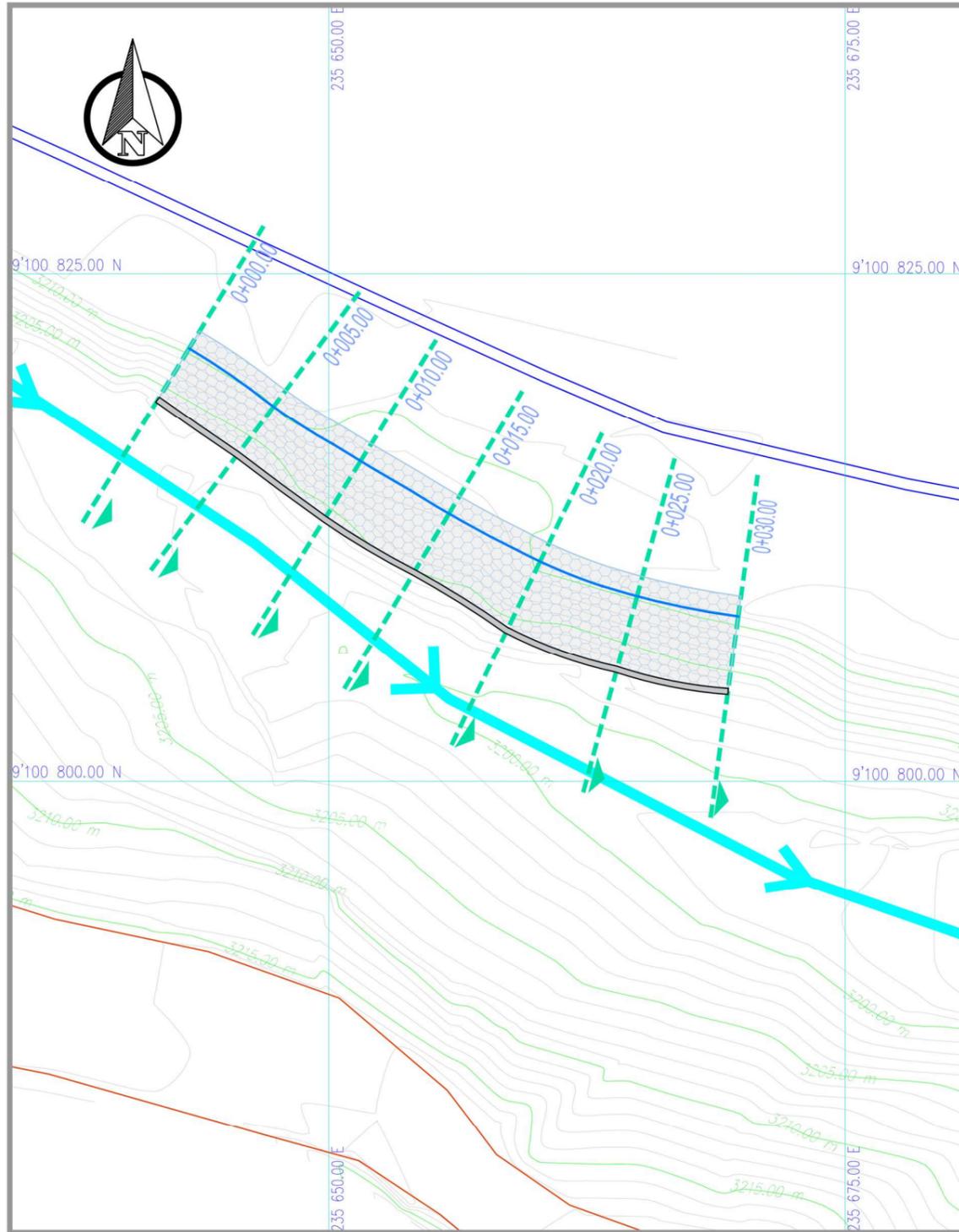
Muro Terramesh	: 30 ml
Muro de Contencion Concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$: 95.10 m ³
Corte de Terreno	: 1738.45 m ³
Relleno Terreno	: 175.80 m ³
Muro de Contencion	: 30 ml
Muro Terramesh piedra de 6" a 10"	: 279.70 m ³

BUL PLANTA GENERAL
05

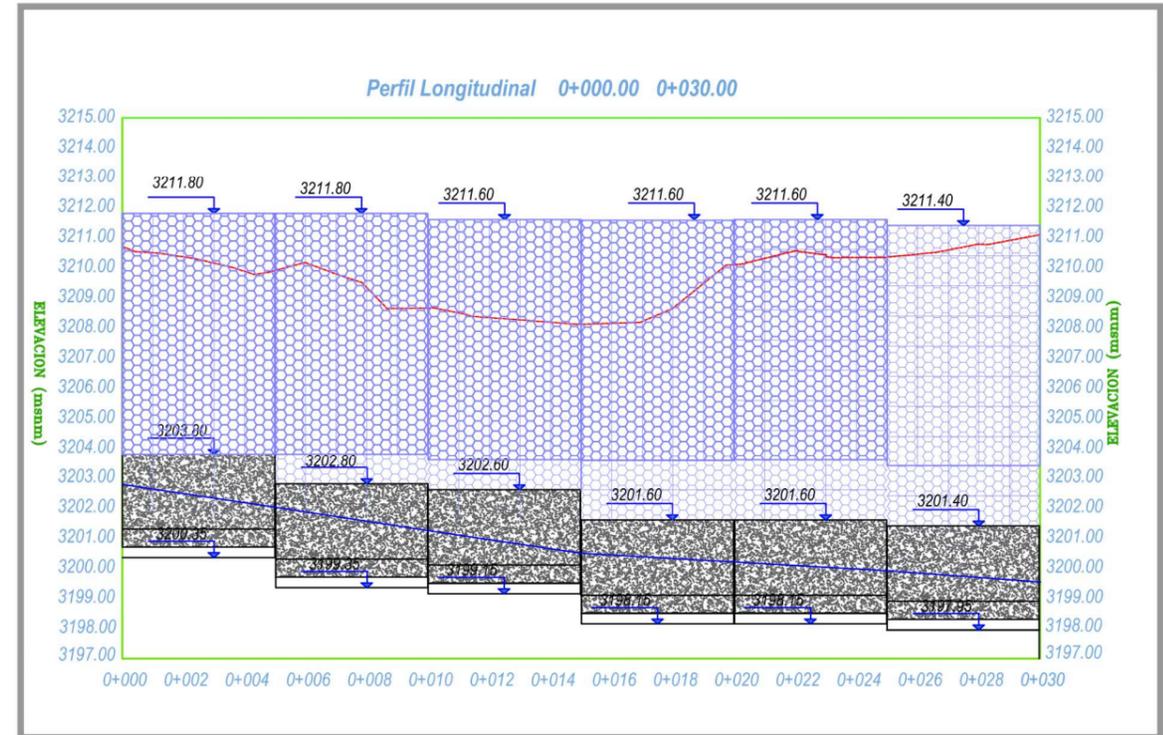
Las coordenadas Geograficas en UTM WGS 84

 Escala : 1/200

ING. HIVER R. SANCHEZ B. CIP 112621		PROYECTO: REHABILITACION DEL MURO GAVION " BULDIBUYO - TUNEL 18" PATAZ - LIBERTAD		ELABORADO POR:	
APROBADO POR CLIENTE:		PLANO:		 CONSYMIN INGENIEROS S.A.C. ALTA INGENIERIA PARA EL CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE	
DISEÑO:	CAD:	PLANTA GENERAL DEL PROYECTO			
ING. H.S.B.	ING. J.C.M.				
ESCALA INDICADAS		CODIGO:	BUL - 05	REV. No	1



BUL PLANTA DE PERFIL LONGITUDINAL
06 ESCALA 1/250



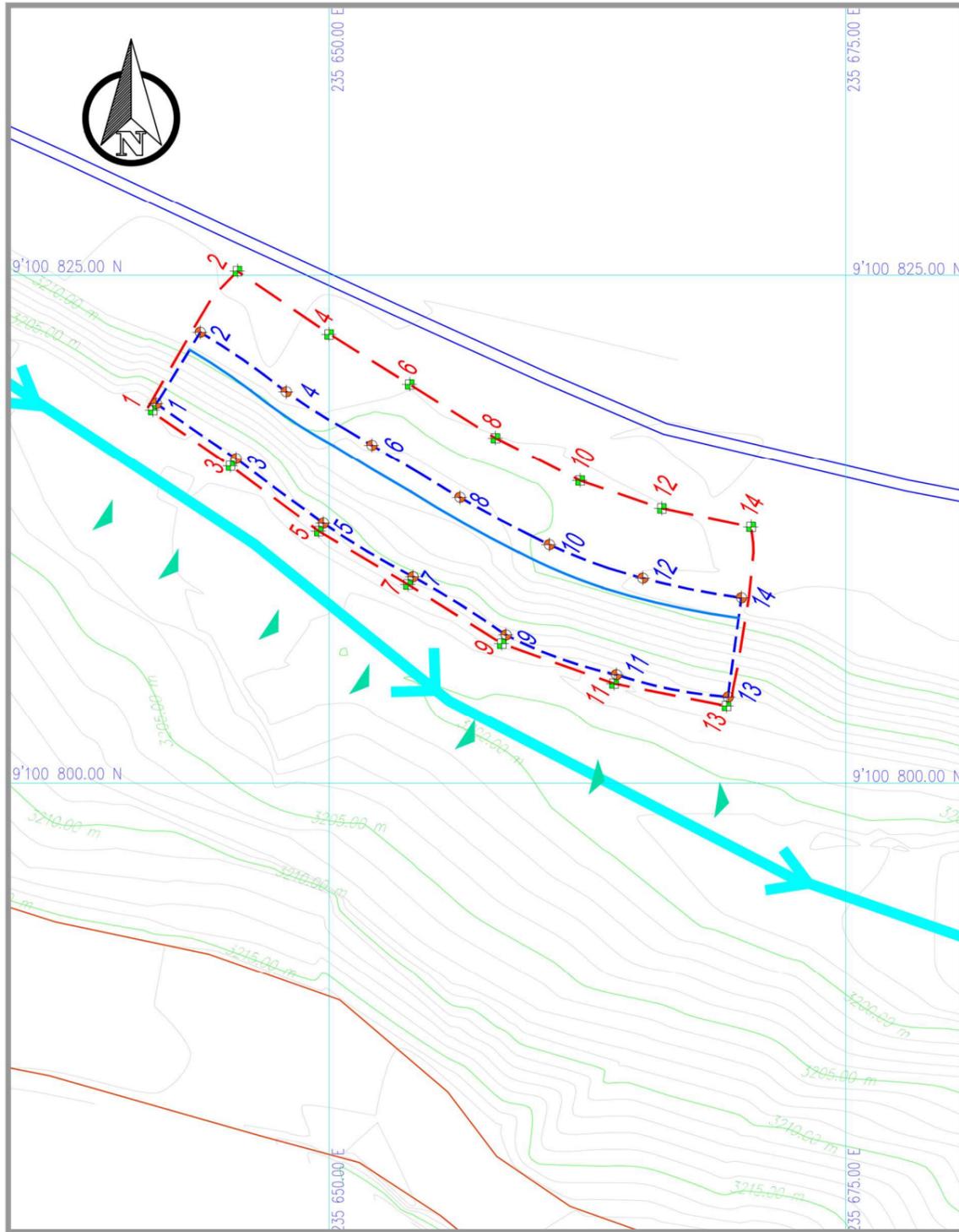
BUL PERFIL LONGITUDINAL
06 ESCALA 1/200

Flujo —
T. de Natural —
M. terramsh [hatched pattern]

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

1. Los trabajos a desarrollar en los muros de terramesh y contención, deberán ser ejecutados y supervisados por personal técnico con experiencia comprobada en este tipo de obra.
2. Cualquier modificación a los diseños deberá hacerse con la participación de la supervisión.

ING. HIVER R. SANCHEZ B. CIP 112621		PROYECTO: REHABILITACION DEL MURO GAVION " BULDIBUYO - TUNEL 18" PATAZ - LIBERTAD	ELABORADO POR: CONSYMIN INGENIEROS S.A.C.
APROBADO POR CLIENTE:		PLANO: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL DEL MURO TERRAMESH	
DISEÑO: ING. H.S.B.	CAD: ING. J.C.M.	CODIGO: BUL - 06	
ESCALA INDICADAS		REV. No 1	



COORDENADAS DE PERIMETRICO DE LINDERO DE CORTE				
Progresiva	Pto	Norte	Este	Elevacion
0+000	1	9100818.29	235641.42	3200.70
	2	9100825.20	235645.56	3212.03
0+005	3	9100815.61	235645.22	3200.70
	4	9100822.12	235650.00	3211.95
0+010	5	9100812.41	235649.48	3199.70
	6	9100819.63	235653.90	3211.62
0+015	7	9100809.78	235653.82	3199.50
	8	9100816.99	235658.06	3210.82
0+020	9	9100806.89	235658.36	3198.50
	10	9100814.88	235662.15	3210.48
0+025	11	9100804.93	235663.79	3198.50
	12	9100813.51	235666.10	3210.64
0+030	13	9100803.83	235669.24	3198.30
	14	9100812.61	235670.42	3211.98

COORDENADAS DE PERIMETRICO DE DISEÑO DEL MURO				
Progresiva	Pto	Norte	Este	Elevacion
0+000	1	9100818.69	235641.65	3200.70
	2	9100822.20	235643.76	3211.80
0+005	3	9100815.98	235645.50	3200.70
	4	9100819.27	235647.92	3211.80
0+010	5	9100812.81	235649.71	3199.70
	6	9100816.63	235652.07	3211.60
0+015	7	9100810.18	235654.05	3199.50
	8	9100814.05	235656.33	3211.60
0+020	9	9100807.32	235658.56	3198.50
	10	9100811.74	235660.66	3211.60
0+025	11	9100805.37	235663.91	3198.50
	12	9100810.10	235665.18	3211.40
0+030	13	9100804.28	235669.30	3198.30
	14	9100809.13	235669.96	3211.40

LEYENDA

Lindero de Corte ---

Lindero de Diseño de M. T. de Corte ---

Pto de lindero de excavacion ■

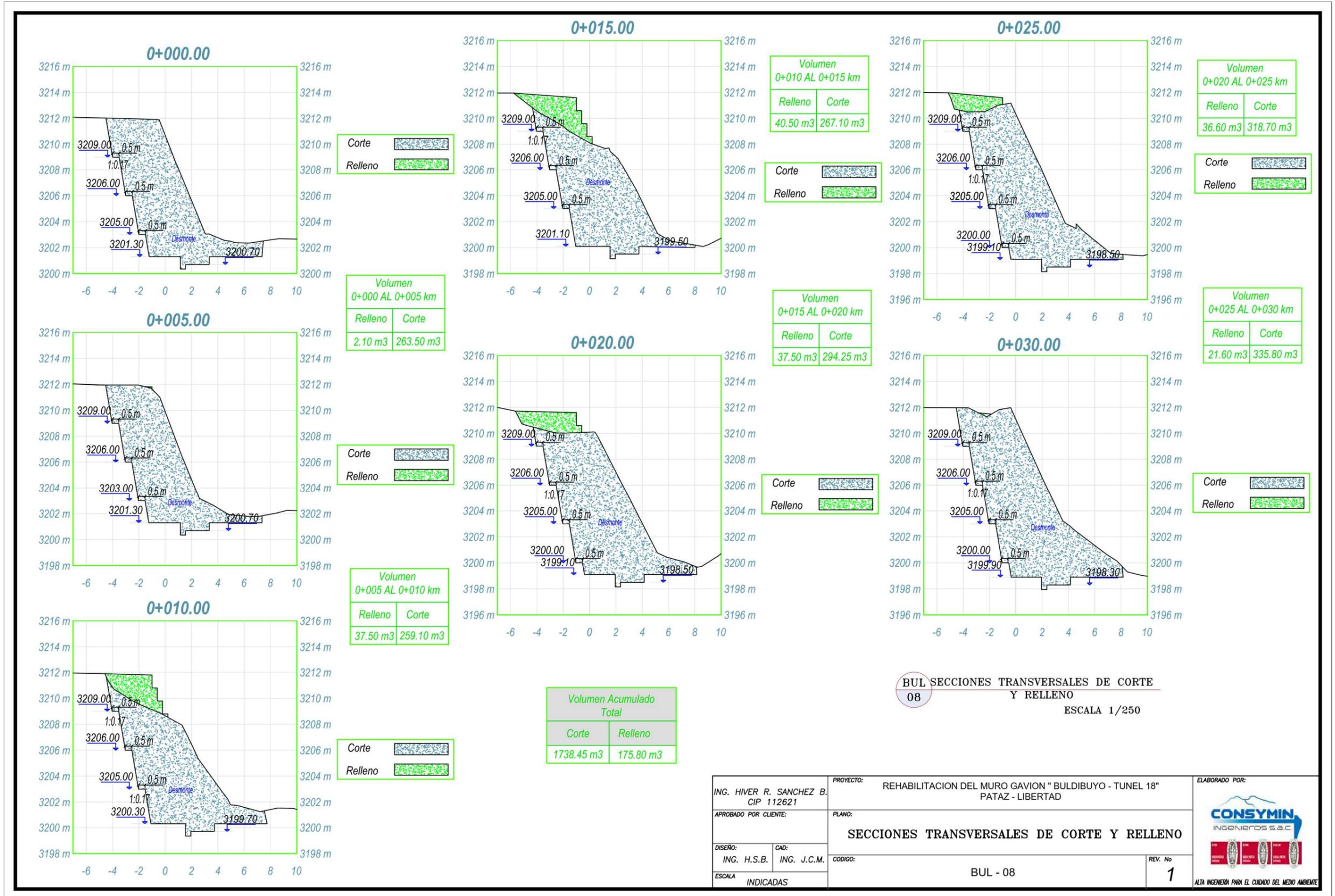
Pto de lindero de Diseño ■

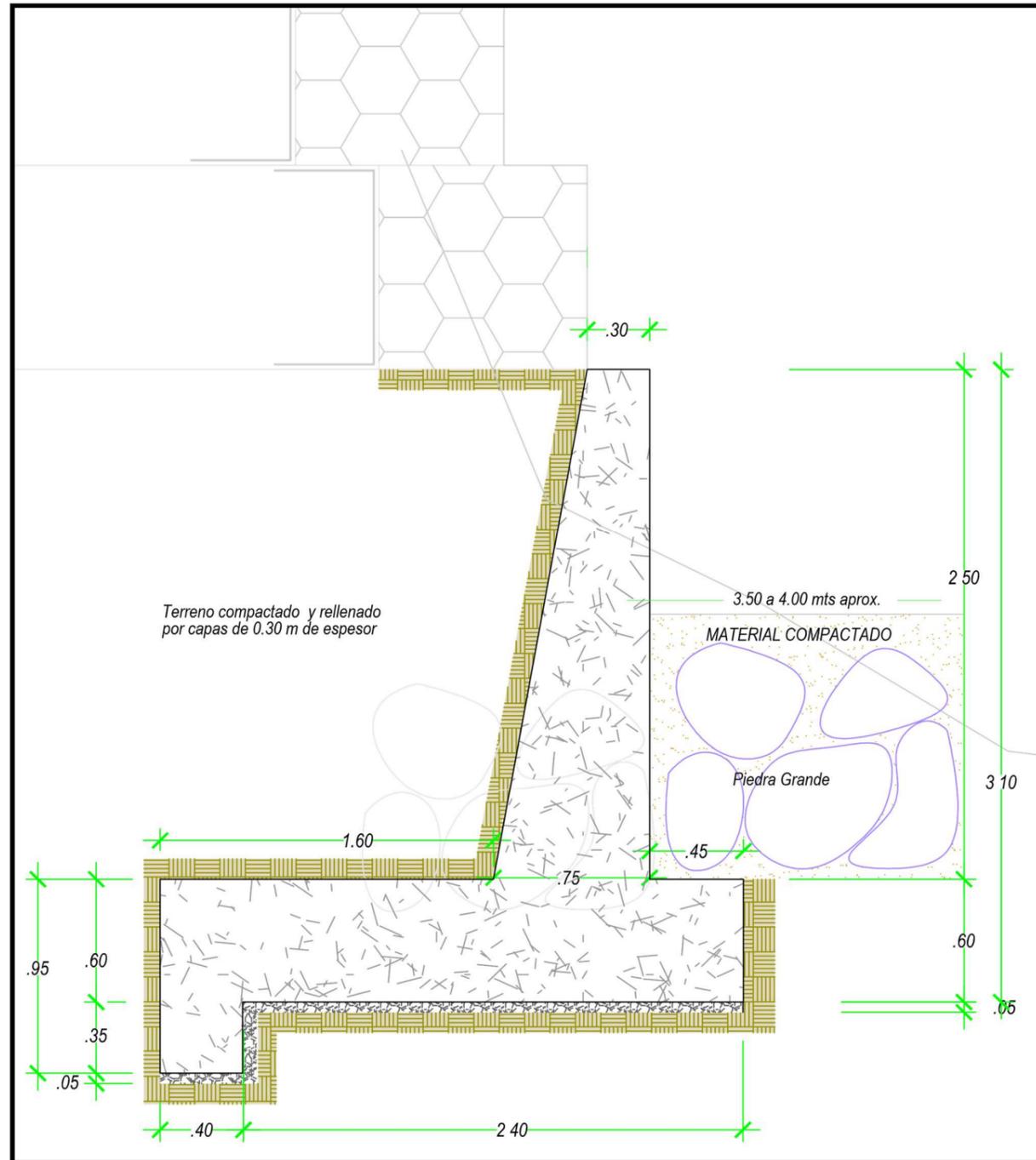
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

1. Los trabajos a desarrollar en los muros de terramesh y contención, deberán ser ejecutados y supervisados por personal técnico con experiencia comprobada en este tipo de obra.
2. Cualquier modificación a los diseños deberá hacerse con la participación de la supervisión.
3. Las coordenadas están UTM WGS 84

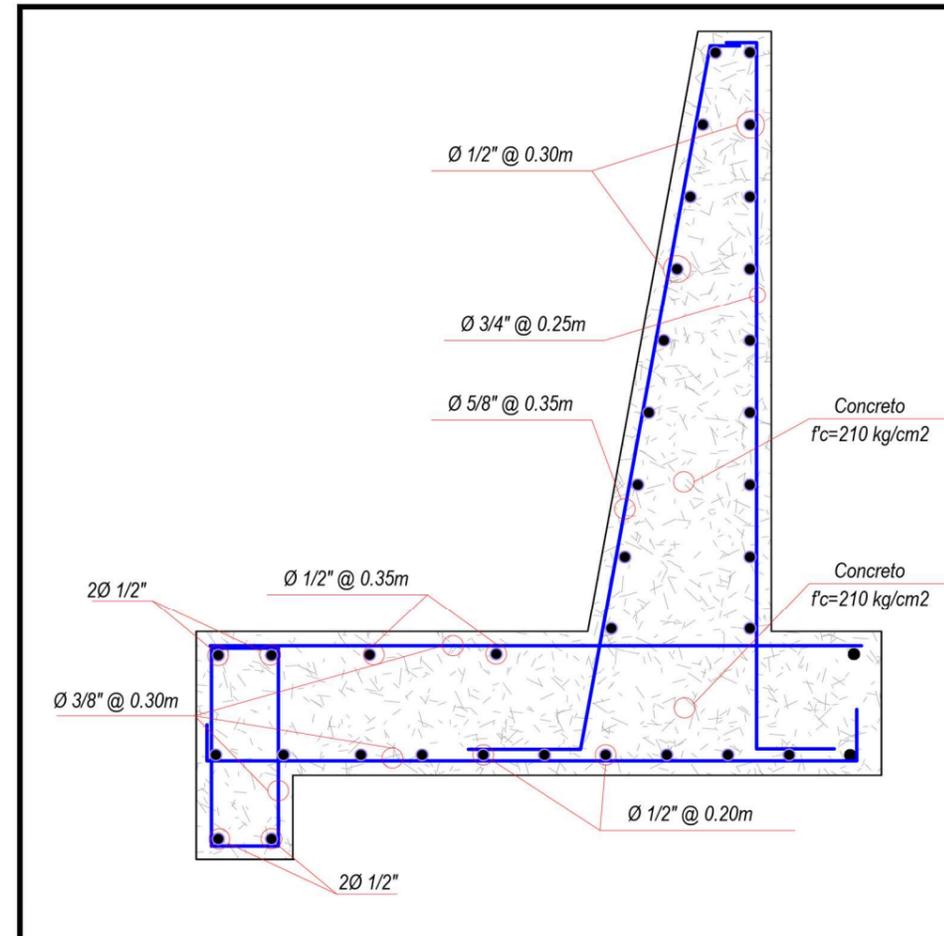
BUL 07 PLANTA DE LINDEROS
ESCALA 1/250

ING. HIVER R. SANCHEZ B. CIP 112621		PROYECTO: REHABILITACION DEL MURO GAVION " BULDIBUYO - TUNEL 18" PATAZ - LIBERTAD		ELABORADO POR:	
APROBADO POR CLIENTE:		PLANO:			
DISEÑO: ING. H.S.B. CAD: ING. J.C.M.		<p>PUNTOS DE CONTROL DEL MURO TERRAMESH</p> <p>CODIGO: BUL - 07</p> <p>REV. No 1</p>			
ESCALA INDICADAS					





BUL 09 DETALLE DE MURO CONTENCIÓN
ESCALA 1/25

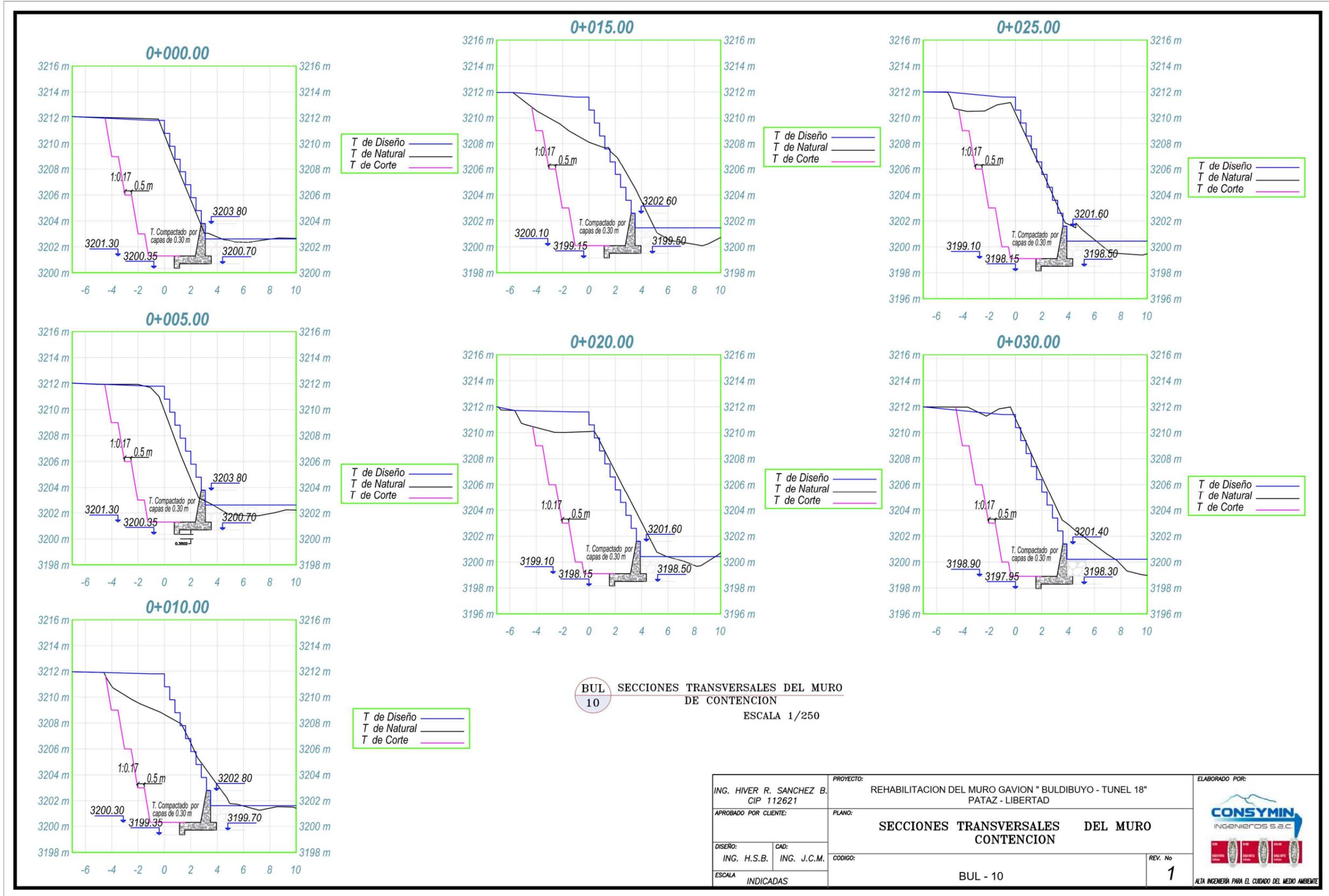


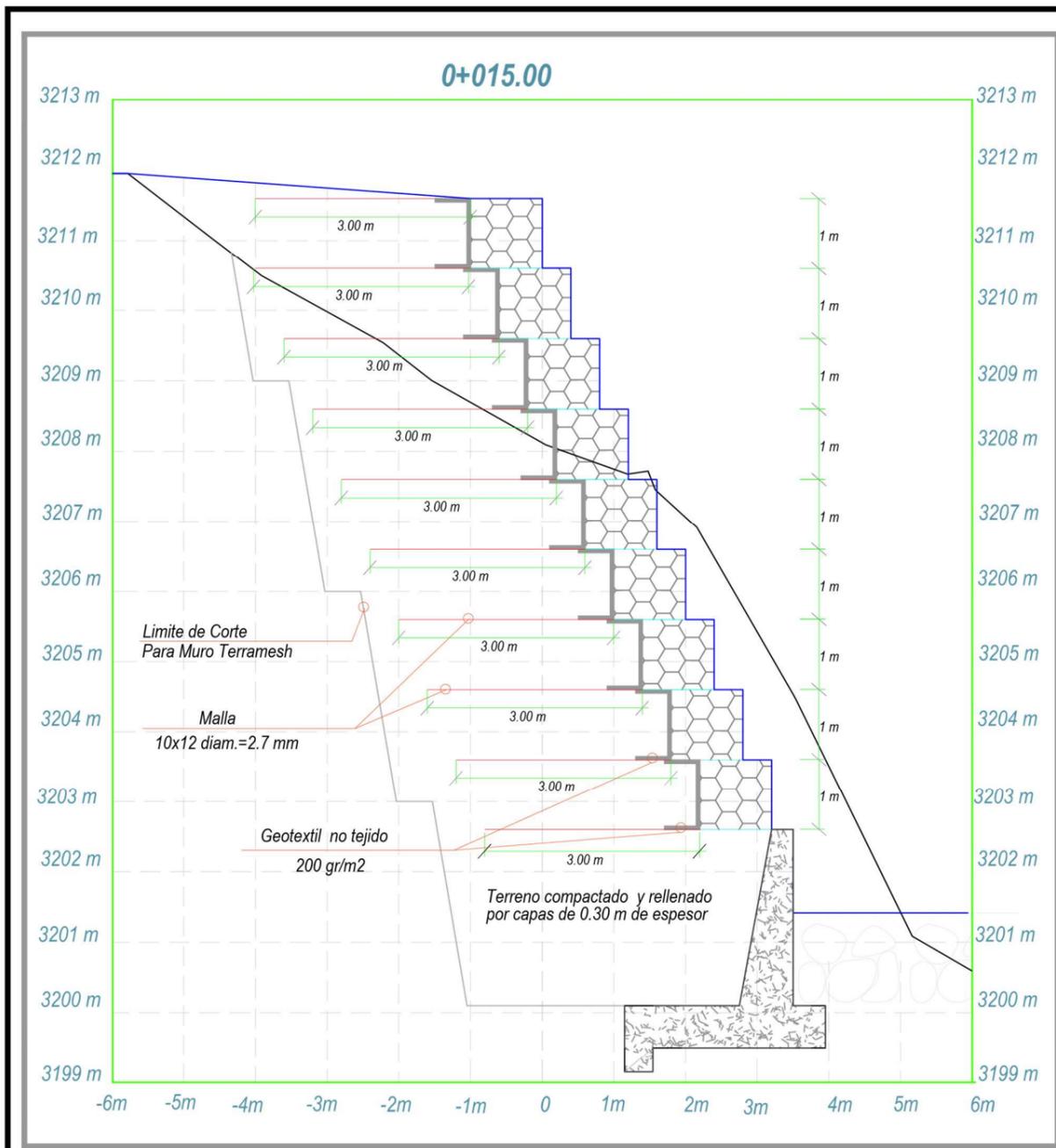
BUL 09 DETALLE DEL ACERO
ESCALA 1/25

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

1. El muro de contención será de concreto armado, como menciona en el detalle $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$.
2. Las juntas de dilatación será con tecnoport de 1" y sellador elastomérico de poliuretano se colocara cada 5.00 mts a lo largo del muro, se deberá limpiarse completa y cuidadosamente en toda su área.
3. Las unidades de los planos están en el sistema internacional.

ING. HIVER R. SANCHEZ B. CIP 112621		PROYECTO: REHABILITACION DEL MURO GAVION " BULDIBUYO - TUNEL 18" PATAZ - LIBERTAD		ELABORADO POR:	
APROBADO POR CUENTE:		PLANO: DETALLE ESTRUCTURAL DEL MURO DE CONTENCIÓN			
DISEÑO: ING. H.S.B.	CAD: ING. J.C.M.	CODIGO: BUL - 09	REV. No 1		
ESCALA INDICADAS				ALTA INGENIERÍA PARA EL CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE	

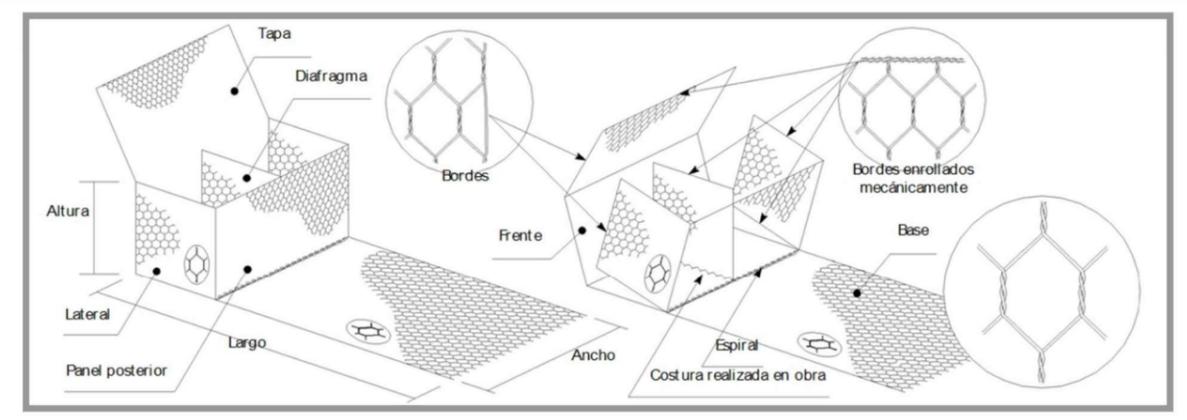




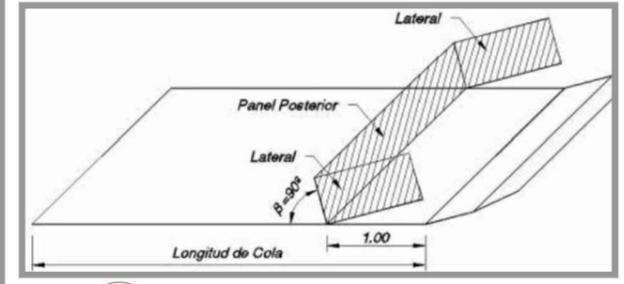
BUL 11 DETALLE DE MURO TERRAMESH
ESCALA 1/75

ESPECIFICACIONES TECNICAS:

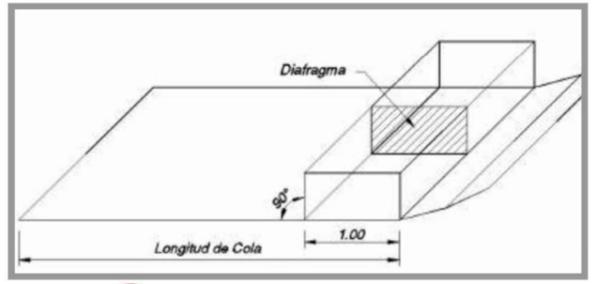
1. Se verificará el material de deposito con ensayos de proctor modificado para obtener la máxima densidad seca y que supere el 90% del grado de compactación.
2. El material de relleno (material propio), será colocado y compactado por capa 0.30 m. de espesor, realizando pequeñas calicatas al tamaño del platillo del cono de arena para validar el porcentaje de compactación.



BUL 11 DETALLE DE MALLA

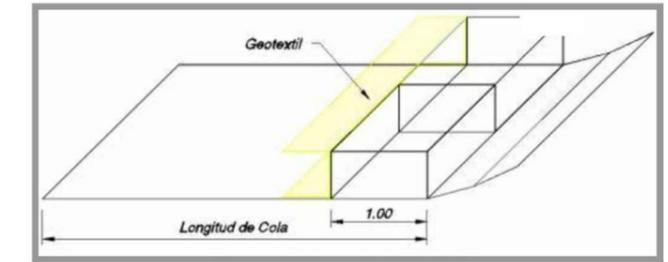


BUL 11 COLOCACION DEL PANEL POSTERIOR Y LATERALES



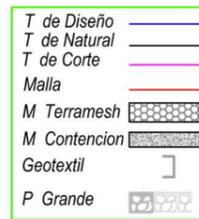
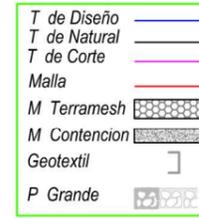
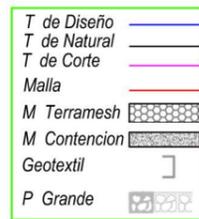
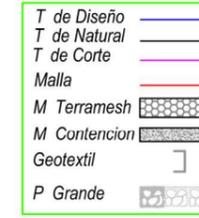
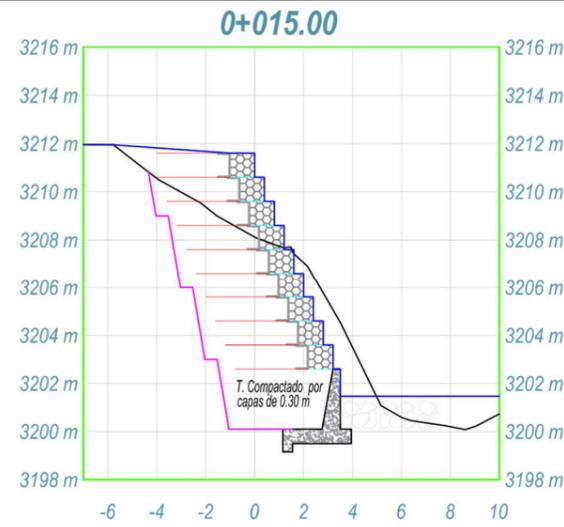
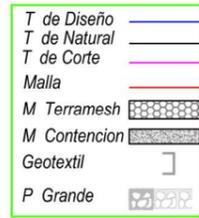
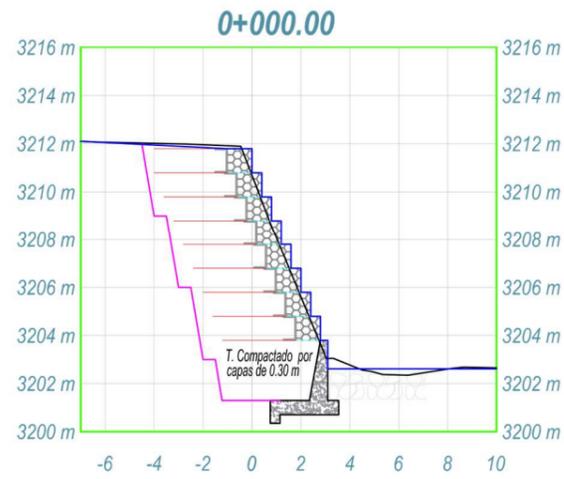
BUL 11 COLOCACION DEL DIAFRAGMA

T. de Diseño	— (blue)
T. de Natural	— (black)
T. de Corte	— (red)
Malla	— (dotted)
M. Terramesh	— (hexagonal pattern)
M. Contencion	— (cross-hatch pattern)
Geotextil	— (wavy pattern)
P. Grande	— (large pile pattern)



BUL 11 COLOCACION DEL GEOTEXTIL

ING. HIVER R. SANCHEZ B. CIP 112621		PROYECTO: REHABILITACION DEL MURO GAVION " BULDIBUYO - TUNEL 18" PATAZ - LIBERTAD	ELABORADO POR: CONSYMIN INGENIEROS S.A.C.
APROBADO POR CUENTE:		PLANO: DETALLE TIPICO DEL MURO TERRAMESH	
DISEÑO: ING. H.S.B.	CAD: ING. J.C.M.	CODIGO: BUL - 11	
ESCALA INDICADAS		REV. No 1	



BUL 12 SECCIONES TRANSVERSALES DEL MURO
TERRAMESH
ESCALA 1/250

ING. HIVER R. SANCHEZ B. CIP 112621		PROYECTO:	REHABILITACION DEL MURO GAVION " BULDIBUYO - TUNEL 18" PATAZ - LIBERTAD	ELABORADO POR:	
APROBADO POR CLIENTE:		PLANO:	SECCIONES TRANSVERSALES DEL MURO TERRAMESH		
DISEÑO:	CAD:	CODIGO:	BUL - 12	REV. No	
ING. H.S.B.	ING. J.C.M.			1	
ESCALA INDICADAS					

Anexo A.5 Diseño de Mezcla



S M & W INVESTIGACIONES GEOLÓGICO GEOTÉCNICO S.R.L.

ESTUDIOS DE INGENIERÍA GEOTÉCNICA, GEOMÁTICA, RIESGO SISMICO, É IMPACTO AMBIENTAL, CARRETERAS, PUENTES, TALUDES, TÚNELES, PRESAS Y OBRAS CIVILES, ENSAYOS DE CONCRETO, DISEÑOS - LABORATORIO ESTANDAR Y ESPECIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS, PROSPECCIÓN GEOFÍSICA (RS, MASW, GEORADAR, SEV, IP, MAG), PROSPECCIÓN GEOTÉCNICA CON DDH Y ENSAYOS IN SITU (SPT, CPT, LUGÓN,).

**DISEÑO DE MEZCLA DE
CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$**

1. GENERALIDADES:

1.1. Objetivo del Informe:

El presente informe tiene por finalidad dar a conocer el diseño de mezcla de dosificación de $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

2. DATOS DE LA OBRA:

Proyecto : CONSTRUCCION DE MURO DE CONTENCIÓN Y DEFENSA RIBEREÑA TUNEL 18 BULDIBUYO, DISTRITO DE BULDIBUYO - PATAZ – LA LIBERTAS"

Fecha : 16 DE SEPTIEMBRE DEL 2019

3. CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS.

3.1. Cemento

- CEMENTO PORTLAND TIPO I PACASMAYO A.S.T.M. C-150.
- PESO ESPECÍFICO: 3.11 gr/cm^3

3.2. Agua

El agua a utilizarse en la mezcla de concreto, cumple con lo estipulado en la Norma NTP 339.088.

3.3. Agregado fino

Arena de río proveniente de la cantera RIO BULDIBUYO, que cuenta con las siguientes características físicas:

S M & W INVESTIGACIONES GEOLÓGICO
GEOTÉCNICO S.R.L.



WALTER ROMERO PACHARES
Ingeniero Responsable de Laboratorio

S M & W INVESTIGACIONES GEOLÓGICO
GEOTÉCNICO S.R.L.



INÉSORA CRISTÓBAL GRADA
Técnico laboratorista

CONSYMIN INGENIEROS
RESIDENTE DE OBRA
CRISTOBAL MARTINEZ JUAN PABLO
Ing. Civil



Av. Mi Peru 368 Urb. Villa Los Angeles - - Lima
Teléfono: 511 - 6208888
S M & W INVESTIGACIONES GEOLÓGICO GEOTÉCNICO S.R.L.

S M & W INVESTIGACIONES GEOLÓGICO GEOTÉCNICO S.R.L.	
 <p>ESTUDIOS DE INGENIERIA GEOTECNICA, GEOMATICA, RIESGO SISMICO, E IMPACTO AMBIENTAL, CARRETERAS, PUENTES, TALLERES, TUNELES, PRESAS Y OBRAS CIVILES, ENSAYOS DE CONCRETO, DISEÑOS - LABORATORIO ESTANDAR Y ESPECIALES, MECANICA DE SUELOS Y ROCAS, PROSPECCION GEOFISICA (RS, MASW, GEORADAR, SEV, IP, MAG), PROSPECCION GEOTECNICA CON DDH Y ENSAYOS IN SITU (SPT, CPT, LUGECN).</p>	
PESO ESPECIFICO APARENTE	: 2.64 gr/cm3
PESO UNITARIO SUELTO SECO	: 1,620 Kg/m3
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	: 1,798 Kg/m3
HUMEDAD NATURAL	: 4.05 %
ABSORCIÓN	: 2.85 % MODULO DE
FINURA	: 2.94
MATERIAL MAS FINO TAMIZ N° 200	: 3.80 %
3.4. Agregado grueso	
Piedra proveniente de la cantera rio Buldibuyo que cuenta con las siguientes características físicas:	
PERFIL	: CANTO RODADO Y SUB ANGULAR TAMAÑO
MÁXIMO NOMINAL	: 1.5 a 2"
PESO ESPECIFICO APARENTE	: 2.86 gr/cm3
PESO UNITARIO SUELTO SECO	: 1,325 Kg/m3
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	: 1,486 Kg/m3
HUMEDAD NATURAL	: 0.15 %
ABSORCIÓN	: 1.15 %
MODULO DE FINURA	: 6.72
MATERIAL MAS FINO TAMIZ N° 200	: 0.80 %
ABRASIÓN	: 28.70 %
4. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DEL CONCRETO:	
- RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE DISEÑO	: $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
- RESISTENCIA A COMPRESIÓN PROMEDIO	: $f_{cr} = 85 + f_c = 295 \text{ Kg/cm}^2$
- TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO:	1.5 a 2"
- ASENTAMIENTO	: 4 a 5"
- RELACION AGUA / CEMENTO	: 0.59
- PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO	: 1.5 %
 <p>S M & W INVESTIGACIONES GEOLÓGICO GEOTÉCNICO S.R.L. WALTER ROMERO CÁCERES Ingeniero Responsable de Laboratorio</p>	
 <p>CONSYMÍN INGENIEROS RESIDENTE DE OBRA CRISTÓBAL MARTÍNEZ JUAN PABLO 199.0000</p>	
 <p>S M & W INVESTIGACIONES GEOLÓGICO GEOTÉCNICO S.R.L. ISIDRA CRISTÓBAL OKADA Técnico laboratorista</p>	
<p>Av. Mi peru 368 Urb. Villa Los Angeles - - Lima Teléfono: 511 - 6208888 S M & W INVESTIGACIONES GEOLÓGICO GEOTÉCNICO S.R.L.</p>	

	S M & W INVESTIGACIONES GEOLÓGICO GEOTÉCNICO S.R.L. ESTUDIOS DE INGENIERÍA GEOTÉCNICA, GEOMÁTICA, RIESGO SISMICO, E IMPACTO AMBIENTAL, CARRETERAS, PUENTES, TALLIDES, TÚNELES, PRESAS Y OBRAS CIVILES, ENSAYOS DE CONCRETO, DISEÑOS LABORATORIO ESTANDAR Y ESPECIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS, PROSPECCIÓN GEOFÍSICA (RS, MASW, GEORADAR, SEV, IP, MAG), PROSPECCIÓN GEOTÉCNICA CON DDH Y ENSAYOS IN SITU (SPT, CPT, LUGECN).
-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

5. DISEÑO DE MEZCLA

5.1. Materiales de diseño por m³

- CEMENTO T I P (:	344.64 Kg.
- AGREGADO FINO SECO	:	783 Kg.
- AGREGADO GRUESO SECO	:	627 Kg.
- AGUA DE DISEÑO	:	193 Lt.
- CONTENIDO DE ATRAPADO	:	1.5 %

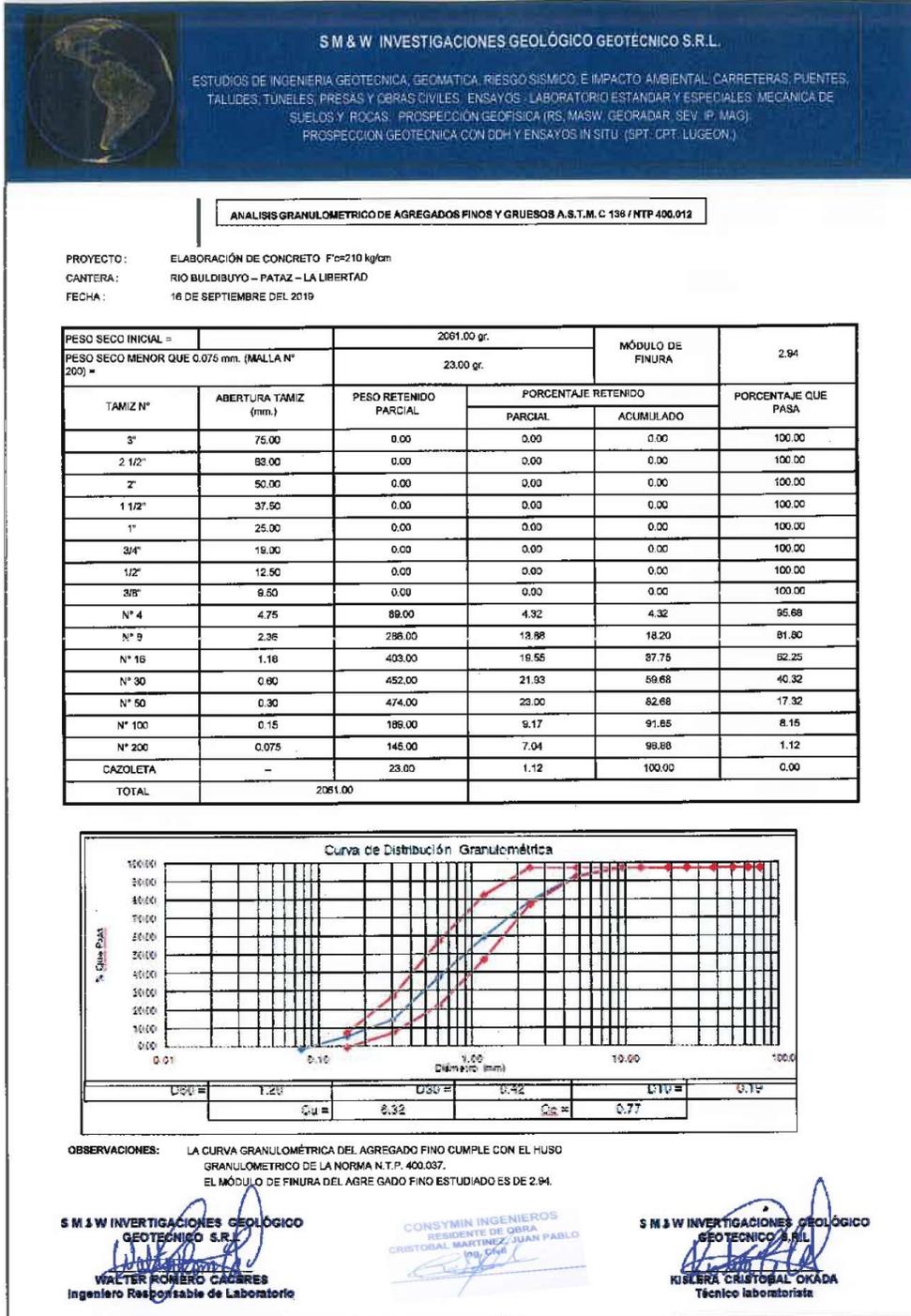
Materiales corregidos por humedad por m³

6. CONCLUSIONES:

- ✓ El coeficiente considerado para la determinación de la Resistencia promedio (f_{cr}) está acorde con el Código del American Concrete Institute (ACI 318S-11).
- ✓ La curva granulométrica del agregado fino, cumple con el huso de la norma técnica N.T.P. 400.037 y la curva granulométrica del agregado grueso cumple con el huso granulométrico N° 67 de la norma técnica A.S.T.M. C 33M-16.
- ✓ Se recomienda hacer un ajuste periódico de la proporción de los agregados en obra, debido a la variación de la granulometría que éstos presentan. Lo que significa, si existe una variación en el módulo de finura de ± 0.2 , se deberá hacer un ajuste en la proporción de los agregados en el diseño de mezcla.
- ✓ Se recomienda ajustar periódicamente el agua de mezcla, debido a la variación de la humedad de los agregados.
- ✓ Se recomienda realizar, un muestreo de especímenes de concreto, acorde con la Norma Técnica A.S.T.M. C 172, los mismos que serán curados de acuerdo a la Norma Técnica A.S.T.M. C 31M-12 y ensayados según la Norma Técnica A.S.T.M. C 39M - 16, lo que determinará la resistencia a compresión del concreto.

 S M & W INVESTIGACIONES GEOLÓGICO GEOTÉCNICO S.R.L. WALTER ROMERO CÁCERES Ingeniero Responsable de Laboratorio	 CONSYMÍN INGENIEROS RESIDENTE DE OBRA CRISTÓBAL MARTÍNEZ JUAN PABLO	 S M & W INVESTIGACIONES GEOLÓGICO GEOTÉCNICO S.R.L. KISLERA CRISTÓBAL OKADA Técnico laboratorista
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Av. Mi peru 368 Urb. Villa Los Ángeles - - Lima
Teléfono: 511 - 6208888
S M & W INVESTIGACIONES GEOLÓGICO GEOTÉCNICO S.R.L.





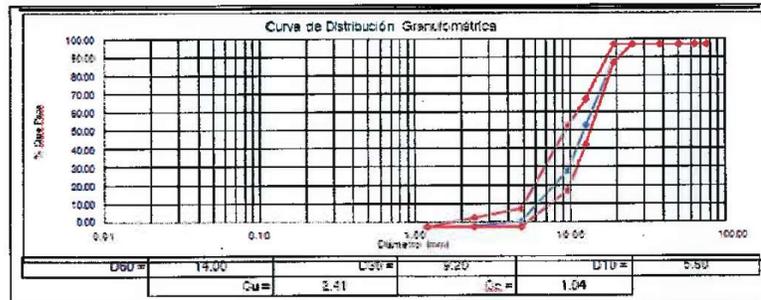
S M & W INVESTIGACIONES GEOLÓGICO GEOTÉCNICO S.R.L.

ESTUDIOS DE INGENIERÍA GEOTÉCNICA, GEOMÁTICA, RIESGO SISMICO, E IMPACTO AMBIENTAL, CARRETERAS, PUENTES, TALUDES, TUNELES, PRESAS Y OBRAS CIVILES, ENSAYOS - LABORATORIO ESTANDAR Y ESPECIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS - PROSPECCIÓN GEOFÍSICA (RS, MASW, GEORADAR, SEV, IP, MAG), PROSPECCIÓN GEOTÉCNICA CON DDH Y ENSAYOS IN SITU (SPT, CPT, LUQUEON).

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS A.S.T.M. C 136 / NTP 400.012

PROYECTO: ELABORACIÓN DE CONCRETO Fc=210 kg/cm CANTERA:
RIO BULDIBUYO
FECHA: 16 DE SEPTIEMBRE DEL 2019

PESO SECO INICIAL =		4856.00 gr		MÓDULO DE FINURA	6.72
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		21.00 gr.			
TAMIZ N°	ABERTURA TAMIZ (mm.)	PESO RETENIDO PARCIAL	PORCENTAJE RETENIDO		PORCENTAJE QUE PASA
			PARCIAL	ACUMULADO	
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	401.00	8.26	8.26	91.74
1/2"	12.50	1752.00	36.08	44.34	55.66
3/8"	9.50	1205.00	24.61	68.95	30.85
N° 4	4.75	1352.00	27.84	96.79	3.01
N° 8	2.36	125.00	2.57	99.37	0.43
N° 16	1.18	0.00	0.00	99.37	0.43
N° 30	0.60	0.00	0.00	99.37	0.43
N° 50	0.30	0.00	0.00	99.37	0.43
N° 100	0.15	0.00	0.00	99.37	0.43
N° 200	0.075	0.00	0.00	99.37	0.43
GAZOLETA	--	21.00	0.43	100.00	0.00
TOTAL		4856.00			



OBSERVACIONES : LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO CUMPLE CON EL HUSO GRANULOMÉTRICO N° 67 DE LA NORMA A.S.T.M. C 33M-16. EL MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO ESTUDIADO ES DE 6.72.

S M & W INVESTIGACIONES GEOLÓGICO GEOTÉCNICO S.R.L.
WALTER ROMERO CAGNERES
Ingeniero Responsable de Laboratorio

CONSYMIN INGENIEROS
RESIDENTE DE OBRA
CRISTOBAL MARTINEZ, JUAN PABLO
Ing. S.M.W.

S M & W INVESTIGACIONES GEOLÓGICO GEOTÉCNICO S.R.L.
KIELERA CRISTOBAL OKADA
Técnico laboratorista

Anexo A.6 Ensayos de Laboratorio

		<p align="center">S M & W INVESTIGACIONES GEOLÓGICO GEOTÉCNICO S.R.L.</p> <p align="center">ESTUDIOS DE INGENIERIA GEOTECNICA, GEOMATICA, RIESGO SISMICO, É IMPACTO AMBIENTAL: CARRETERAS, PUENTES, TALUDES, TÚNELES, PRESAS Y OBRAS CIVILES. ENSAYOS - LABORATORIO ESTANDAR Y ESPECIALES MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS. PROSPECCIÓN GEOFISICA (RS, MASW, GEORADAR, SEV. IP. MAG). PROSPECCION GEOTECNICA CON DDH Y ENSAYOS IN SITU (SPT, CPT, LUGEON.).</p>								
PCC.01	ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS CILINDRICAS NORMALIZADAS ASTM C-29 NTP:339.034									
Proyecto:	REHABILITACION DEL MURO GAVION DEL TUNEL 18	Correlativo N°:	9							
CLIENTE:	CONSYMIN INGENIEROS S.A.C	Fecha :	04/11/2019							
Área/sector:	ZAPATA 06	Ubicacion:	PAÑO 06							
Descripción: DE ZAPATA 06 para ensayo de compresion de probetas										
	Moideo	Rotura	Dias	Cod. Cilindro	Diametro	A (cm2)	Carga Total (Kg)	Resistencia de Diseño F c (Kg/cm2)	Resist. a la Compresion F c (Kg/cm2)	Porcentaje Obtenido (%)
1	28/10/2019	04/11/2019	7.00	ZAPATA 06	15.01	15.15	49,835.00	210	275	130.95%
2	28/10/2019	04/11/2019	7.00	ZAPATA 06	15.10	15.09	47,619.00	210	277	131.90%
3	28/10/2019	04/11/2019	7.00	ZAPATA 06	15.11	15.02	453,235.00	210	269	128.10%
<p align="center">S M & W INVESTIGACIONES GEOLÓGICO GEOTÉCNICO S.R.L.</p> <p align="center"><i>Walter Romero Cáceres</i></p> <p align="center">WALTER ROMERO CÁCERES Ingeniero Responsable de Laboratorio</p>				<p align="center">S M & W INVESTIGACIONES GEOLÓGICO GEOTÉCNICO S.R.L.</p> <p align="center"><i>Kysler A. Cristóbal Martínez</i></p> <p align="center">KYSLER A. CRISTOBAL MARTINEZ TECNICO LABORATORISTA</p>						
<p align="center">CONSYMIN INGENIEROS RESIDENTE DE OBRA CRISTOBAL MARTINEZ, JUAN PABLO Ing. Civil</p>										
<p>El Monte de los Olivos Mz E Lte 04 – Ref – Prol Jr Los Olivos – Lima - 031. Telf: 051 - 01 – 574 - 5075 – 987214882 - 953918827</p>				<p>email: walromeroc@yahoo.es, walromeroc@hotmail.com,</p>						

 <p>S M & W INVESTIGACIONES GEOLÓGICO GEOTÉCNICO S.R.L.</p> <p>ESTUDIOS DE INGENIERIA GEOTECNICA, GEOMATICA, RIESGO SISMICO, É IMPACTO AMBIENTAL: CARRETERAS, PUENTES, TALUDES, TÚNELES, PRESAS Y OBRAS CIVILES. ENSAYOS - LABORATORIO ESTANDAR Y ESPECIALES MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS. PROSPECCIÓN GEOFISICA (RS, MASW, GEORADAR, SEV. IP. MAG). PROSPECCION GEOTECNICA CON DDH Y ENSAYOS IN SITU (SPT. CPT. LUGEON.).</p>												
PCC.01	ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS CILINDRICAS NORMALIZADAS ASTM C-29 NTP:339.034											
Proyecto:	REHABILITACION DEL MURO GAVION DEL TUNEL 18	Correlativo N°:	11									
CLIENTE:	CONSYMIN INGENIEROS S.A.C	Fecha :	07/11/2019									
Área/sector:	ZAPATA 01	Ubicacion:	PAÑO 01									
Descripción: DE ZAPATA 01 para ensayo de compresion de probetas												
	Moldeo	Rotura	Dias	Cod. Cilindro	Diametro	A (cm2)	Carga Total (Kg)	Resistencia de Diseño Fc (Kg/cm2)	Resist. a la Compresion Fc (Kg/cm2)	Porcentaje Obtenido (%)		
1	30/10/2019	07/11/2019	7.00	ZAPATA 01	15.01	15.15	48,835.00	210	275	130.95%		
2	30/10/2019	07/11/2019	7.00	ZAPATA 01	15.10	15.09	47,619.00	210	277	131.90%		
3	30/10/2019	07/11/2019	7.00	ZAPATA 01	15.11	15.02	453,235.00	210	269	128.10%		
				<p>S M & W INVESTIGACIONES GEOLÓGICO GEOTÉCNICO S.R.L.</p>  <p>WALTER ROMERO CACERES Ingeniero Responsable de Laboratorio</p>	<p>S M & W INVESTIGACIONES GEOLÓGICO GEOTÉCNICO S.R.L.</p>  <p>KYSLERA CRISTOBAL MARTINEZ TECNICO LABORATORISTA</p>				<p>CONSYMIN INGENIEROS RESIDENTE DE OBRA CRISTOBAL MARTINEZ/JUAN PABLO</p> 			
El Monte de los Olivos Mz E Lte 04 – Ref – Prol Jr Los Olivos – Lima – 031. Telf: 051 - 01 – 574 - 5075 – 987214882 - 953918827				email: wairomeroc@yahoo.es , wairomeroc@hotmail.com .								



S M & W INVESTIGACIONES GEOLÓGICO GEOTÉCNICO S.R.L.

ESTUDIOS DE INGENIERIA GEOTECNICA, GEOMATICA, RIESGO SISMICO, É IMPACTO AMBIENTAL: CARRETERAS, PUENTES, TALUDES, TÚNELES, PRESAS Y OBRAS CIVILES. ENSAYOS - LABORATORIO ESTANDAR Y ESPECIALES MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS. PROSPECCIÓN GEOFISICA (RS, MASW, GEORADAR, SEV. IP, MAG). PROSPECCION GEOTECNICA CON DDH Y ENSAYOS IN SITU (SPT, OPT, LUGEON).

PCC.01

ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS CILINDRICAS NORMALIZADAS
ASTM C-29 NTP:339.034

Proyecto: REHABILITACION DEL MURO GAVION DEL TUNEL 18 Correlativo N°: 8
 CLIENTE: CONSYMIN INGENIEROS S.A.C Fecha : 05/11/2019
 Área/sector: MURO PANTALLA 06 Ubicación: PAÑO 06

Descripción: MURO PANTALLA 06 para ensayo de compresion de probetas

	Moldeo	Rotura	Dias	Cod. Cilindro	Diametro	A (cm2)	Carga Total (Kg)	Resistencia de Diseño F _c (Kg/cm ²)	Resist. a la Compresion F _c (Kg/cm ²)	Porcentaje Obtenido (%)
1	29/10/2019	05/11/2019	7.00	M. PANTALLA 06	15.15	15.02	49,879.00	210	255	121.43%
2	29/10/2019	05/11/2019	7.00	M. PANTALLA 06	15.10	15.25	49,881.00	210	250	119.05%
3	29/10/2019	05/11/2019	7.00	M. PANTALLA 06	15.12	15.15	49,885.00	210	251	119.52%

S M & W INVESTIGACIONES GEOLÓGICO
GEOTÉCNICO S.R.L.
Walter Romero Cáceres
WALTER ROMERO CACERES
Ingeniero Responsable de Laboratorio

S M & W INVESTIGACIONES GEOLÓGICO
GEOTÉCNICO S.R.L.
Kysler A. Cristóbal Martínez
KYSLER A. CRISTOBAL MARTINEZ
TECNICO LABORATORISTA

CONSYMIN INGENIEROS
RESIDENTE DE OBRA
CRISTOBAL MARTINEZ/JUAN PABLO
ING. CIVIL
Juan Pablo

El Monte de los Olivos Mz E Lte 04 – Ref – Prol Jr Los Olivos – Lima – 031.
Telf: 051 - 01 – 574 - 5075 – 987214882 - 953918827

email: walromeroc@yahoo.es, walromeroc@hotmail.com.

		<p align="center">S M & W INVESTIGACIONES GEOLÓGICO GEOTÉCNICO S.R.L.</p> <p align="center">ESTUDIOS DE INGENIERIA GEOTECNICA, GEOMATICA, RIESGO SISMICO, É IMPACTO AMBIENTAL: CARRETERAS, PUENTES, TALUDES, TÚNELES, PRESAS Y OBRAS CIVILES. ENSAYOS - LABORATORIO ESTANDAR Y ESPECIALES MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS. PROSPECCIÓN GEOFISICA (RS, MASW, GEORADAR, SEV. IP. MAG). PROSPECCION GEOTECNICA CON DDH Y ENSAYOS IN SITU (SPT, CPT, LUGEON).</p>									
<p>PCC.01</p>		<p align="center">ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS CILINDRICAS NORMALIZADAS ASTM C-29 NTP:339.034</p>									
<p>Proyecto:</p>	<p>REHABILITACION DEL MURO GAVION DEL TUNEL 18</p>	<p>Correlativo N°:</p>	<p>10</p>								
<p>CLIENTE:</p>	<p>CONSYMIN INGENIEROS S.A.C</p>	<p>08/11/2019</p>									
<p>Área/sector:</p>	<p>MURO PANTALLA 01</p>	<p>Ubicacion:</p>	<p>PAÑO 01</p>								
<p>Descripción: MURO PANTALLA 01 para ensayo de compresion de probetas</p>											
	Moldeo	Rotura	Dias	Cod. Cilindro	Diametro	A (cm2)	Carga Total (Kg)	Resistencia de Diseño Fc (Kg/cm2)	Resist. a la Compresion Fc (Kg/cm2)	Porcentaje Obtenido (%)	
1	01/11/2019	08/11/2019	7.00	M. PANTALLA 01	15.15	15.02	49,879.00	210	266	126.67%	
2	01/11/2019	08/11/2019	7.00	M. PANTALLA 01	15.10	15.25	49,881.00	210	262	124.76%	
3	01/11/2019	08/11/2019	7.00	M. PANTALLA 01	15.12	15.15	49,885.00	210	265	126.19%	
				<p>S M & W INVESTIGACIONES GEOLÓGICO GEOTÉCNICO S.R.L.</p> <p align="center"><i>229</i></p> <p align="center">WALTER ROMERO CACERES</p> <p align="center">Ingeniero Responsable de Laboratorio</p>	  <p align="center">KYSLER A. CRISTOBAL MARTINEZ</p> <p align="center">TECNICO LABORATORISTA</p>  <p align="center">CONSYMIN INGENIEROS</p> <p align="center">RESIDENTE DE OBRA</p> <p align="center">CRISTOBAL MARTINEZ, JUAN PABLO</p> <p align="center">Ing. Civil</p>						
<p>El Monte de los Olivos Mz E Lte 04 – Ref – Prol Jr Los Olivos – Lima – 031. Telf: 051 - 01 – 574 - 5075 – 987214882 - 953918827</p>				<p>email: walromeroc@yahoo.es, walromeroc@hotmail.com.</p>							

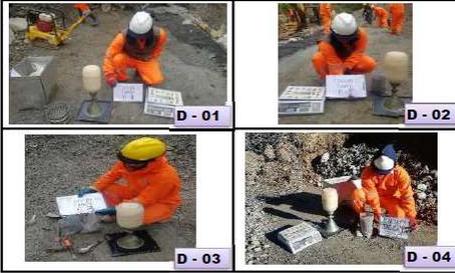
OBRA : "REHABILITACION DEL MURO GAVION BULDIBUYO - TUNEL 18, PATAZ - LIBERTAD"
CONTRATISTA : CONSYMIN INGENIEROS S.A.C



➤ 11.3 Densidad de Campo Método cono del arena

CONSYMIN INGENIEROS
RESIDENTE DE OBRA
CRISTOBAL MARTINEZ JUAN PABLO
ING. CIVIL

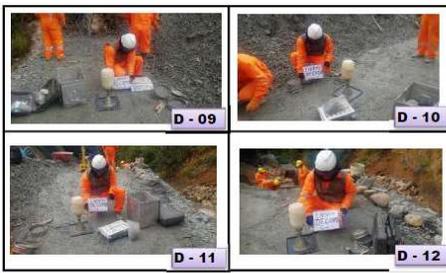
VALORIZACION MENSUAL

		REGISTRO LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD				
DENSIDAD DE CAMPO - METODO DEL CONO DE ARENA ASTM D - 1556 NTP 339.143 MTC E - 117						
PROYECTO: REHABILITACION DEL MURO GAVION BULDIBUYO TUNEL 18, PATAZ - LIBERTAD CLIENTE: UM LA PACCHA - MINERA CARAVELI CONTRATISTA: CONSYMIN INGENIEROS SAC UBICACION: TUNEL 18 BULDIBUYO SUPERVISOR CAPA: RICARDO PAREDES JEFE DE CUADRILLA: ING. JUAN CRISTOBAL CAPA: FILA 01 Y 02 LUGAR: TUNEL 18 BULDIBUYO						
DATOS DE MUESTRA						
DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE DESMONTE MINA.		COMPACTACIÓN MÍNIMO ESPECIFICADA: 95,00%			
ENSAYO N°	ENSAYO N°1	ENSAYO N°2	ENSAYO N°3	ENSAYO N°4		
CAPA	CAPA 01	CAPA 02	CAPA 02	CAPA 03		
FECHA DE COMPACTADO	25/10/2019	27/10/2019	27/10/2019	28/10/2019		
DENSIDAD						
1	Peso del frasco + arena	gr	5985	5985	5980	5970
2	Peso del frasco + arena que queda	gr	1455	1455	1435	1480
3	Peso de arena empleada	gr	4530	4530	4545	4510
4	Peso de arena en el cono y base	gr	1577	1577	1577	1578
5	Peso de arena en la excavación	gr	2953	2953	2968	2932
6	Densidad de la arena	g/cm ³	1.475	1.475	1.475	1.475
7	Volumen del material extraído	cm ³	2002	2002	2012	1988
8	Peso del recipiente + suelo + grava	gr	5370	5370	5370	5370
9	Peso del recipiente	gr	0	0	0	0
10	Peso del suelo + grava	gr	5370	5370	5370	5370
11	Densidad Húmeda	g/cm ³	2.68	2.68	2.67	2.70
CORRECCIÓN POR GRAVA FRACCIÓN GRUESA ASTM D - 4718						
12	Peso retenido en el tamiz 3/4"	gr	2145.00	2145.00	2145.00	2145.00
13	Peso específico de la grava ASTM C 127	g/cm ³	2.68	2.68	2.68	2.68
14	Volumen de la grava	cm ³	800.37	800.37	800.37	800.37
15	Peso de finos, pasante tamiz 3/4"	gr	3225.00	3225.00	3225.00	3225.00
16	Volumen de finos, pasante tamiz 3/4"	cm ³	1201.66	1201.66	1211.83	1187.42
17	Densidad Húmeda Corregida	g/cm ³	2.68	2.68	2.68	2.72
18	Densidad seca	g/cm ³	2.59	2.59	2.57	2.62
CONTENIDO DE HUMEDAD RÁPIDA (METODO SPEEDY) ASTM D - 4944						
19	Humedad (Metodo Speedy) ASTM D 4944	%	3.7	3.7	3.7	3.7
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO ASTM D - 1557						
20	Máxima densidad seca	g/cm ³	2.331	2.331	2.331	2.331
21	Óptimo contenido de humedad	%	4.30	4.30	4.30	4.30
RESULTADOS DE COMPACTACIÓN						
22	Grado de compactación	%	111.0	111.0	110.1	112.4
Criterio de Aceptación (Cumple / No Cumple)			CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Observaciones : LOS ENSAYOS REALIZADOS POR LA SUPERVISIÓN CON SUS RESPECTIVOS EQUIPOS, FUERON DE ACUERDO A LA FRECUENCIA ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.						


 CONSYMIN INGENIEROS
 RESIDENTE DE OBRA
 CRISTOBAL MARTINEZ, JUAN PABLO
 ING. CIVIL

	REGISTRO LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD DENSIDAD DE CAMPO - METODO DEL CONO DE ARENA ASTM D - 1556 NTP 339.143 MTC E - 117					
	PROYECTO: REHABILITACION DEL MURO GAVION BULDIBUYO TUNEL 18, PATAZ - LIBERTAD CLIENTE: UM LA PACCHA - MINERA CARAVELI CONTRATISTA: CONSYMIN INGENIEROS SAC UBICACION: TUNEL 18 BULDIBUYO SUPERVISOR CAPA: RICARDO PAREDES JEFE DE CUADRILLA: ING. JUAN CRISTOBAL CAPA: FILA 02 Y 03 LUGAR: TUNEL 18 BULDIBUYO	   				
DATOS DE MUESTRA						
DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE DESMONTE MINA.		COMPACTACIÓN MÍNIMO ESPECIFICADA: 85.00%			
ENSAYO N°	ENSAYO N°5	ENSAYO N°6	ENSAYO N°7	ENSAYO N°8		
CAPA	CAPA 02	CAPA 02	CAPA 03	CAPA 03		
FECHA DE COMPACTADO	29/10/2019	30/10/2019	03/11/2019	03/11/2019		
DENSIDAD						
1	Peso del frasco + arena	gr	5888	5965	5790	5888
2	Peso del frasco + arena que queda	gr	1460	1455	1420	1465
3	Peso de arena empleada	gr	4428	4530	4370	4431
4	Peso de arena en el cono y base	gr	1577	1577	1577	1578
5	Peso de arena en la excavación	gr	2851	2953	2793	2853
6	Densidad de la arena	gr/cm ³	1.475	1.475	1.475	1.475
7	Volumen del material extraído	cm ³	1933	2002	1894	1934
8	Peso del recipiente + suelo + grava	gr	4990	4995	5120	5015
9	Peso del recipiente	gr	0	0	0	0
10	Peso del suelo + grava	gr	4990	4995	5120	5015
11	Densidad Húmeda	gr/cm ³	2.58	2.49	2.70	2.59
CORRECCIÓN POR GRAVA FRACCIÓN GRUESA ASTM D - 4718						
12	Peso retenido en el tamiz 3/4"	gr	2130.00	2135.00	2125.00	2220.00
13	Peso específico de la grava ASTM C 127	gr/cm ³	2.68	2.68	2.68	2.68
14	Volumen de la grava	cm ³	794.78	795.64	792.91	828.38
15	Peso de finos, pasante tamiz 3/4"	gr	2880.00	2880.00	2665.00	2765.00
16	Volumen de finos, pasante tamiz 3/4"	cm ³	1138.11	1205.39	1100.85	1105.88
17	Densidad Húmeda Corregida	gr/cm ³	2.51	2.37	2.72	2.53
18	Densidad seca	gr/cm ³	2.42	2.29	2.62	2.44
CONTENIDO DE HUMEDAD RÁPIDA (METODO SPEEDY) ASTM D - 4944						
19	Humedad (Metodo Speedy) ASTM D 4944	%	3.7	3.7	3.7	3.7
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO ASTM D - 1557						
20	Máxima densidad seca	gr/cm ³	2.331	2.331	2.331	2.331
21	Optimo contenido de humedad	%	4.30	4.30	4.30	4.30
RESULTADOS DE COMPACTACIÓN						
22	Grado de compactación	%	104.0	98.2	112.6	104.6
Criterio de Aceptacion (Cumple / No Cumple)			CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Observaciones : LOS ENSAYOS REALIZADOS POR LA SUPERVISIÓN CON SUS RESPECTIVOS EQUIPOS, FUERON DE ACUERDO A LA FRECUENCIA DE ENSAYOS, CUMPLIENDO LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.						

CONSYMIN INGENIEROS
RESIDENTE DE OBRA
CRISTOBAL MARTINEZ, JUAN PABLO
ING. CIVIL

		REGISTRO LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD				
PROYECTO: REHABILITACION DEL MURO GAVION BULDIBUYO TUNEL 18, PATAZ - LIBERTAD		DENSIDAD DE CAMPO - METODO DEL CONO DE ARENA ASTM D - 1556 NTP 339.143 MTC E - 117				
CLIENTE:	UM LA PACCHA - MINERA CARAVELI					
CONTRATISTA:	CONSYMIN INGENIEROS SAC					
UBICACION:	TUNEL 18 BULDIBUYO					
SUPERVISOR CAPA:	RICARDO PAREDES					
JEFE DE CUADRILLA:	ING. JUAN CRISTOBAL					
CAPA:	FILA 03 Y 04					
LUGAR:	TUNEL 18 BULDIBUYO					
DATOS DE MUESTRA						
DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE DESMONTE MINA.	COMPACTACIÓN MÍNIMO ESPECIFICADA:		95.00%		
ENSAYO N°		ENSAYO N°9	ENSAYO N°10	ENSAYO N°11	ENSAYO N°12	
CAPA		CAPA 03	CAPA 03	CAPA 04	CAPA 04	
FECHA DE COMPACTADO		08/11/2019	08/11/2019	08/11/2019	08/11/2019	
DENSIDAD						
1	Peso del frasco + arena	gr	5750	5991	5888	5774
2	Peso del frasco + arena que queda	gr	1350	1455	1420	1455
3	Peso de arena empleada	gr	4400	4536	4468	4319
4	Peso de arena en el cono y base	gr	1877	1877	1877	1878
5	Peso de arena en la excavación	gr	2823	2859	2889	2741
6	Densidad de la arena	gr/cm ³	1.475	1.475	1.475	1.475
7	Volumen del material extraído	cm ³	1914	2008	1959	1858
8	Peso del recipiente + suelo + grava	gr	4855	4980	5005	4889
9	Peso del recipiente	gr	0	0	0	0
10	Peso del suelo + grava	gr	4855	4980	5005	4889
11	Densidad Húmeda	gr/cm ³	2.54	2.48	2.56	2.63
CORRECCIÓN POR GRAVA FRACCIÓN GRUESA ASTM D - 4718						
12	Peso retenido en el tamiz 3/4"	gr	2130.00	2135.00	2125.00	2220.00
13	Peso específico de la grava ASTM C 127	gr/cm ³	2.88	2.88	2.88	2.88
14	Volumen de la grava	cm ³	794.78	798.94	792.91	828.38
15	Peso de finos, pasante tamiz 3/4"	gr	2725.00	2845.00	2880.00	2669.00
16	Volumen de finos, pasante tamiz 3/4"	cm ³	1119.12	1209.46	1185.73	1029.95
17	Densidad Húmeda Corregida	gr/cm ³	2.43	2.35	2.47	2.59
18	Densidad seca	gr/cm ³	2.35	2.27	2.38	2.50
CONTENIDO DE HUMEDAD RÁPIDA (METODO SPEEDY) ASTM D - 4944						
19	Humedad (Metodo Speedy) ASTM D 4944	%	3.7	3.7	3.7	3.7
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO ASTM D - 1557						
20	Máxima densidad seca	gr/cm ³	2.331	2.331	2.331	2.331
21	Óptimo contenido de humedad	%	4.30	4.30	4.30	4.30
RESULTADOS DE COMPACTACIÓN						
22	Grado de compactación	%	100.7	97.3	102.2	107.2
Criterio de Aceptación (Cumple / No Cumple)			CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Observaciones: LOS ENSAYOS REALIZADOS POR LA SUPERVISIÓN CON SUS RESPECTIVOS EQUIPOS, FUERON DE ACUERDO A LA FRECUENCIA DE ENSAYOS, CUMPLIENDO LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.						

CONSYMIN INGENIEROS
RESIDENTE DE OBRA
CRISTOBAL MARTINEZ/JUAN PABLO
ING. CIVIL

		REGISTRO LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD DENSIDAD DE CAMPO - METODO DEL CONO DE ARENA ASTM D - 1556 NTP 339.143 MTC E - 117				
PROYECTO: REHABILITACION DEL MURO GAVION BULDIBUYO TUNEL 18. PATAZ - LIBERTAD CLIENTE: UM LA PACCHA - MINERA CARAVELI CONTRATISTA: CONSYMIN INGENIEROS SAC UBICACION: TUNEL 18 BULDIBUYO SUPERVISOR CAPA: RICARDO PAREDES JEFE DE CUADRILLA: ING. JUAN CRISTOBAL CAPA: FILA 04 Y 05 LUGAR: TUNEL 18 BULDIBUYO	 <p style="text-align: center;">D - 13</p>  <p style="text-align: center;">D - 14</p>  <p style="text-align: center;">D - 15</p>  <p style="text-align: center;">D - 16</p>					
DATOS DE MUESTRA						
DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE DESMONTE MINA.		COMPACTACIÓN MÍNIMO ESPECIFICADA: 95.00%			
ENSAYO N°	ENSAYO N°13	ENSAYO N°14	ENSAYO N°15	ENSAYO N°16		
CAPA	CAPA 04	CAPA 04	CAPA 05	CAPA 05		
FECHA DE COMPACTADO	12/11/2019	13/11/2019	13/11/2019	14/11/2019		
DENSIDAD						
1	Peso del frasco + arena	gr	8885	8953	8778	8605
2	Peso del frasco + arena que queda	gr	1350	1456	1420	1455
3	Peso de arena empleada	gr	4535	4198	4358	4450
4	Peso de arena en el cono y base	gr	1577	1577	1577	1578
5	Peso de arena en la excavación	gr	2958	2821	2781	2872
6	Densidad de la arena	g/cm ³	1.475	1.475	1.475	1.475
7	Volumen del material extraído	cm ³	2005	1777	1885	1947
8	Peso del recipiente + suelo + grava	gr	4955	4850	5005	4889
9	Peso del recipiente	gr	0	0	0	0
10	Peso del suelo + grava	gr	4955	4850	5005	4889
11	Densidad Húmeda	g/cm ³	2.47	2.82	2.65	2.51
CORRECCIÓN POR GRAVA FRACCIÓN GRUESA ASTM D - 4718						
12	Peso retenido en el tamiz 3/4"	gr	2130.00	3050.00	2125.00	2220.00
13	Peso específico de la grava ASTM C 127	g/cm ³	2.68	2.68	2.68	2.68
14	Volumen de la grava	cm ³	794.78	764.93	792.91	828.36
15	Peso de finos, pasante tamiz 3/4"	gr	2825.00	2800.00	2880.00	2869.00
16	Volumen de finos, pasante tamiz 3/4"	cm ³	1210.65	1012.02	1062.51	1118.76
17	Densidad Húmeda Corregida	g/cm ³	2.33	2.67	2.64	2.39
18	Densidad seca	g/cm ³	2.25	2.48	2.54	2.30
CONTENIDO DE HUMEDAD RÁPIDA (METODO SPEEDY) ASTM D - 4944						
19	Humedad (Metodo Speedy) ASTM D 4944	%	3.7	3.7	3.7	3.7
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO ASTM D - 1557						
20	Máxima densidad seca	g/cm ³	2.331	2.331	2.331	2.331
21	Óptimo contenido de humedad	%	4.30	4.30	4.30	4.30
RESULTADOS DE COMPACTACIÓN						
22	Grado de compactación	%	96.5	106.3	109.1	98.7
Criterio de Aceptación (Cumple / No Cumple)			CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Observaciones: LOS ENSAYOS REALIZADOS POR LA SUPERVISIÓN CON SUS RESPECTIVOS EQUIPOS, FUERON DE ACUERDO A LA FRECUENCIA DE ENSAYOS QUE SE ESPECIFICAN EN LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

CONSYMIN INGENIEROS
 RESIDENTE DE OBRA
 CRISTOBAL MARTINEZ JUAN PABLO
 ING. CIVIL

		REGISTRO LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD																		
		DENSIDAD DE CAMPO - METODO DEL CONO DE ARENA ASTM D - 1556 NTP 339.143 MTC E - 117																		
PROYECTO:	REHABILITACION DEL MURO GAVION BULDIBUYO TUNEL 18, PATAZ - LIBERTAD	   																		
CLIENTE:	UM LA PACCHA - MINERA CARAVELI																			
CONTRATISTA:	CONSYMIN INGENIEROS SAC																			
UBICACION:	TUNEL 18 BULDIBUYO																			
SUPERVISOR CAPA:	RICARDO PAREDES																			
JEFE DE CUADRILLA:	ING. JUAN CRISTOBAL																			
CAPA:	FILA 05 Y 06																			
LUGAR:	TUNEL 18 BULDIBUYO																			
DATOS DE MUESTRA																				
DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE DESMONTE MINA.	COMPACTACIÓN MÍNIMO ESPECIFICADA: 95.00%																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ENSAYO N°</th> <th>ENSAYO N°17</th> <th>ENSAYO N°18</th> <th>ENSAYO N°19</th> <th>ENSAYO N°20</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CAPA</td> <td>CAPA 05</td> <td>CAPA 05</td> <td>CAPA 06</td> <td>CAPA 06</td> </tr> <tr> <td>FECHA DE COMPACTADO</td> <td>10/11/2019</td> <td>11/11/2019</td> <td>14/11/2019</td> <td>15/11/2019</td> </tr> </tbody> </table>		ENSAYO N°	ENSAYO N°17	ENSAYO N°18	ENSAYO N°19	ENSAYO N°20	CAPA	CAPA 05	CAPA 05	CAPA 06	CAPA 06	FECHA DE COMPACTADO	10/11/2019	11/11/2019	14/11/2019	15/11/2019				
ENSAYO N°	ENSAYO N°17	ENSAYO N°18	ENSAYO N°19	ENSAYO N°20																
CAPA	CAPA 05	CAPA 05	CAPA 06	CAPA 06																
FECHA DE COMPACTADO	10/11/2019	11/11/2019	14/11/2019	15/11/2019																
DENSIDAD																				
1	Peso del frasco + arena	gr	5099	5899	5785	5574														
2	Peso del frasco + arena que queda	gr	1550	1455	1550	1480														
3	Peso de arena empleada	gr	4448	4434	4235	4214														
4	Peso de arena en el cono y base	gr	1677	1677	1677	1578														
5	Peso de arena en la excavación	gr	2899	2857	2658	2636														
6	Densidad de la arena	gr/cm ³	1.475	1.475	1.475	1.475														
7	Volumen del material extraído	cm ³	1945	1937	1802	1787														
8	Peso del recipiente + suelo + grava	gr	4855	4980	5005	4889														
9	Peso del recipiente	gr	0	0	0	0														
10	Peso del suelo + grava	gr	4855	4980	5005	4889														
11	Densidad Húmeda	gr/cm ³	2.50	2.57	2.76	2.74														
CORRECCIÓN POR GRAVA FRACCIÓN GRUESA ASTM D - 4718																				
12	Peso retenido en el tamiz 3/4"	gr	2130.00	2135.00	2125.00	2220.00														
13	Peso específico de la grava ASTM C 127	gr/cm ³	2.88	2.88	2.88	2.88														
14	Volumen de la grava	cm ³	764.78	766.64	762.91	828.36														
15	Peso de finos, pasante tamiz 3/4"	gr	2725.00	2845.00	2880.00	2869.00														
16	Volumen de finos, pasante tamiz 3/4"	cm ³	1160.31	1140.31	1009.12	958.76														
17	Densidad Húmeda Corregida	gr/cm ³	2.37	2.49	2.85	2.78														
18	Densidad seca	gr/cm ³	2.28	2.41	2.75	2.68														
CONTENIDO DE HUMEDAD RÁPIDA (METODO SPEEDY) ASTM D - 4944																				
19	Humedad (Metodo Speedy) ASTM D 4944	%	3.7	3.7	3.7	3.7														
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO ASTM D - 1557																				
20	Máxima densidad seca	gr/cm ³	2.331	2.331	2.331	2.331														
21	Optimo contenido de humedad	%	4.30	4.30	4.30	4.30														
RESULTADOS DE COMPACTACIÓN																				
22	Grado de compactación	%	98.0	103.2	118.1	115.2														
Criterio de Aceptacion (Cumple / No Cumple)			CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE														
Observaciones : LOS ENSAYOS REALIZADOS POR LA SUPERVISIÓN CON SUS RESPECTIVOS EQUIPOS, FUERON DE ACUERDO A LA FRECUENCIA DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.																				

		REGISTRO LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD DENSIDAD DE CAMPO - METODO DEL CONO DE ARENA ASTM D - 1556 NTP 339.143 MTC E - 117				
PROYECTO: REHABILITACION DEL MURO GAVION BULDIBUYO TUNEL 18, PATAZ - LIBERTAD CLIENTE: UM LA PACCHA - MINERA CARAVELI CONTRATISTA: CONSYMIN INGENIEROS SAC UBICACION: TUNEL 18 BULDIBUYO SUPERVISOR CAPA: RICARDO PAREDES JEFE DE CUADRILLA: ING. JUAN CRISTOBAL CAPA: FILA 06 Y 07 LUGAR: TUNEL 18 BULDIBUYO	 		 			
DATOS DE MUESTRA						
DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE DESMONTE MINA.		COMPACTACIÓN MÍNIMO ESPECIFICADA: 95.00%			
ENSAYO N°	ENSAYO N°21	ENSAYO N°22	ENSAYO N°23	ENSAYO N°24		
CAPA	CAPA 06	CAPA 06	CAPA 07	CAPA 07		
FECHA DE COMPACTADO	17/11/2019	18/11/2019	19/11/2019	20/11/2019		
DENSIDAD						
1	Peso del frasco + arena	gr	5882	5778	5580	6105
2	Peso del frasco + arena que queda	gr	1459	1398	1205	1689
3	Peso de arena empleada	gr	4424	4380	4375	4436
4	Peso de arena en el cono y base	gr	1577	1577	1577	1578
5	Peso de arena en la excavación	gr	2847	2803	2798	2858
6	Densidad de la arena	g/cm ³	1.475	1.475	1.475	1.475
7	Volumen del material extraído	cm ³	1930	1900	1897	1938
8	Peso del recipiente + suelo + grava	gr	4855	4980	5005	4889
9	Peso del recipiente	gr	0	0	0	0
10	Peso del suelo + grava	gr	4855	4980	5005	4889
11	Densidad Húmeda	g/cm ³	2.52	2.62	2.64	2.52
CORRECCIÓN POR GRAVA FRACCIÓN GRUESA ASTM D - 4718						
12	Peso retenido en el tamiz 3/4"	gr	2130.00	2136.00	2125.00	2200.00
13	Peso específico de la grava ASTM C 127	g/cm ³	2.68	2.68	2.68	2.68
14	Volumen de la grava	cm ³	794.78	796.04	792.91	828.36
15	Peso de finos, pasante tamiz 3/4"	gr	2725.00	2845.00	2880.00	2868.00
16	Volumen de finos, pasante tamiz 3/4"	cm ³	1135.39	1103.70	1104.04	1106.27
17	Densidad Húmeda Corregida	g/cm ³	2.40	2.58	2.61	2.41
18	Densidad seca	g/cm ³	2.31	2.49	2.52	2.32
CONTENIDO DE HUMEDAD RÁPIDA (METODO SPEEDY) ASTM D - 4944						
19	Humedad (Metodo Speedy) ASTM D 4944	%	3.7	3.7	3.7	3.7
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO ASTM D - 1557						
20	Máxima densidad seca	g/cm ³	2.331	2.331	2.331	2.331
21	Óptimo contenido de humedad	%	4.30	4.30	4.30	4.30
RESULTADOS DE COMPACTACIÓN						
22	Grado de compactación	%	99.3	106.6	107.9	99.5
Criterio de Aceptación (Cumple / No Cumple)			CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Observaciones: LOS ENSAYOS REALIZADOS POR LA SUPERVISIÓN DE CONSYMIN INGENIEROS FUERON DE ACUERDO A LA FRECUENCIA DE ENSAYOS, CUMPLIENDO LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.						


 CONSYMIN INGENIEROS
 RESIDENTE DE OBRA
 CRISTOBAL MARTINEZ JUAN PABLO
 Ing. Civil

	REGISTRO LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD DENSIDAD DE CAMPO - METODO DEL CONO DE ARENA ASTM D - 1556 NTP 339.143 MTC E - 117				
	PROYECTO: REHABILITACION DEL MURO GAVION BULDIBUYO TUNEL 18, PATAZ - LIBERTAD CLIENTE: UM LA PACCHA - MINERA CARAVELI CONTRATISTA: CONSYMIN INGENIEROS SAC UBICACION: TUNEL 18 BULDIBUYO SUPERVISOR CAPA: RICARDO PAREDES JEFE DE CUADRILLA: ING. JUAN CRISTOBAL CAPA: FILA 07 Y 08 LUGAR: TUNEL 18 BULDIBUYO				
DATOS DE MUESTRA					
DESCRIPCIÓN:	MATERIAL DE DESMONTE MINA.		COMPACTACIÓN MÍNIMO ESPECIFICADA: 95.00%		
ENSAYO N°	ENSAYO N°25	ENSAYO N°26	ENSAYO N°27		
CAPA	CAPA 07	CAPA 08	CAPA 08		
FECHA DE COMPACTADO	24/11/2019	28/11/2019	30/11/2019		
DENSIDAD					
1	Peso del frasco + arena	gr	5554	5880	5450
2	Peso del frasco + arena que queda	gr	1390	1405	1190
3	Peso de arena empleada	gr	4164	4275	4257
4	Peso de arena en el cono y base	gr	1577	1577	1577
5	Peso de arena en la excavación	gr	2587	2668	2680
6	Densidad de la arena	g/cm ³	1.475	1.475	1.475
7	Volumen del material extraído	cm ³	1754	1829	1817
8	Peso del recipiente + suelo + grava	gr	4355	4550	4450
9	Peso del recipiente	gr	0	0	0
10	Peso del suelo + grava	gr	4355	4550	4450
11	Densidad Húmeda	g/cm ³	2.48	2.49	2.45
CORRECCIÓN POR GRAVA FRACCIÓN GRUESA ASTM D - 4718					
12	Peso retenido en el tamiz 3/4"	gr	2130.00	2135.00	1325.00
13	Peso específico de la grava ASTM C 127	g/cm ³	2.68	2.68	2.68
14	Volumen de la grava	cm ³	794.78	796.84	494.40
15	Peso de finos, pasante tamiz 3/4"	gr	2225.00	2415.00	3125.00
16	Volumen de finos, pasante tamiz 3/4"	cm ³	959.12	1032.51	1322.55
17	Densidad Húmeda Corregida	g/cm ³	2.32	2.34	2.38
18	Densidad seca	g/cm ³	2.24	2.26	2.28
CONTENIDO DE HUMEDAD RÁPIDA (METODO SPEEDY) ASTM D - 4944					
19	Humedad (Metodo Speedy) ASTM D 4944	%	3.7	3.7	3.7
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO ASTM D - 1557					
20	Máxima densidad seca	g/cm ³	2.331	2.331	2.331
21	Óptimo contenido de humedad	%	4.30	4.30	4.30
RESULTADOS DE COMPACTACIÓN					
22	Grado de compactación	%	96.0	96.8	97.8
Criterio de Aceptación (Cumple / No Cumple)			CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Observaciones: LOS ENSAYOS REALIZADOS POR LA SUPERVISIÓN CON SUS RESPECTIVOS EQUIPOS, FUERON DE ACUERDO A LA FRECUENCIA ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.					

CONSYMIN INGENIEROS
RESIDENTE DE OBRA
CRISTOBAL MARTINEZ JUAN PABLO
ING. CIVIL

Anexo A.7 Presupuesto de Obra

S10

Página

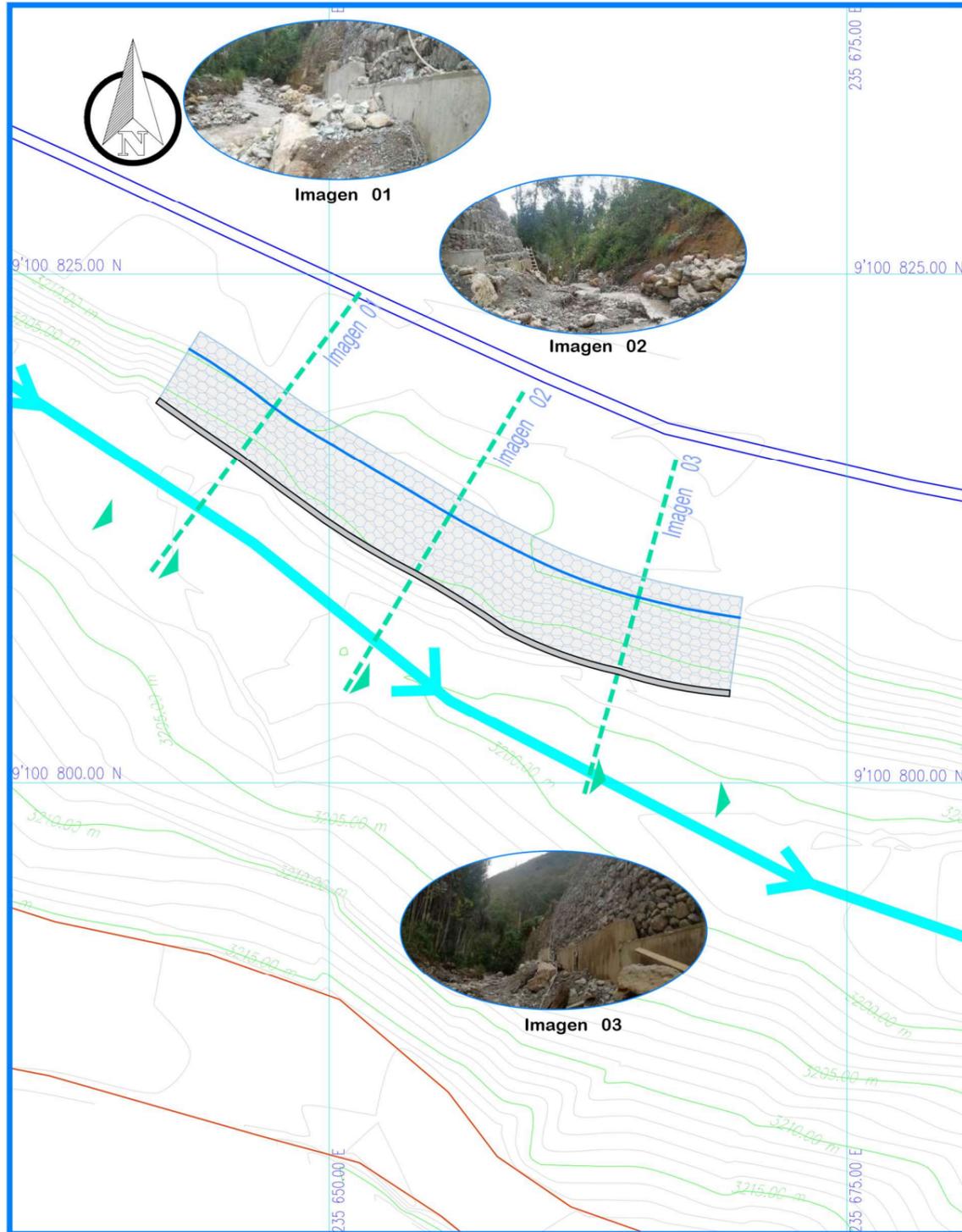
1

Presupuesto

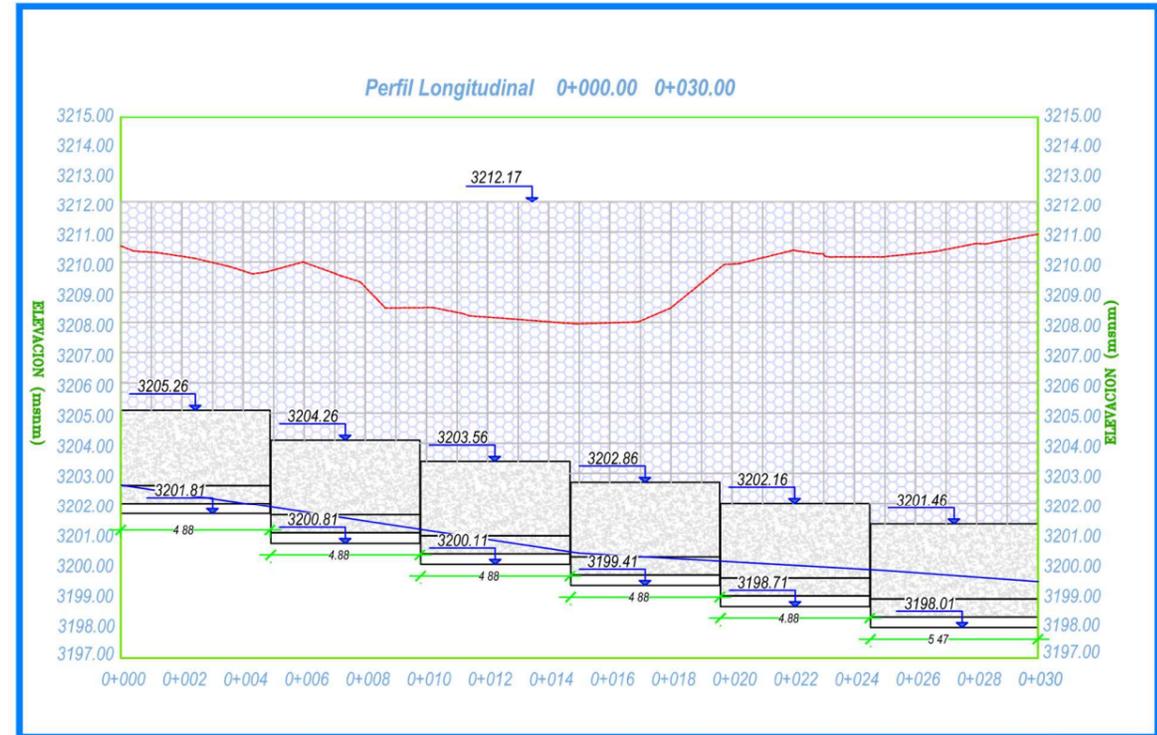
Presupuesto 0305025 REHABILITACION DEL MURO GAVION BULDIBUYO - TUNEL 18, PATAZ - LIBERTAD
 Cliente COMPAÑIA MINERA CARAVERI S.A.C Costo al 14/08/2019
 Lugar LA LIBERTAD - PATAZ - BULDIBUYO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES Y PRELIMINARES				31,898.55
01.01	OBRAS PROVISIONALES				6,259.60
01.01.01	Cartel de Identificación de Obra de 3.60m X 4.80m	und	1.00	850.00	850.00
01.01.02	Instalación de almacén y caseta de guardiana	mes	2.50	2,163.84	5,409.60
01.02	OBRAS PRELIMINARES				25,738.95
01.02.01	Trazo y Replanteo en obra	m2	550.00	2.76	1,518.00
01.02.02	Limpieza manual en Terramesh	m2	350.00	1.63	570.50
01.02.03	Movilización y Desmovilización de equipos	GLB	1.00	9,000.00	9,000.00
01.02.04	Demolicion de estructuras existentes	m3	7.50	130.30	977.25
01.02.05	Desmantelamiento de estructuras de gavion	m2	280.00	29.19	8,173.20
01.02.06	Flete por transporte de materiales	GLB	1.00	5,500.00	5,500.00
02	OBRAS DE ESTABILIDAD FISICA				30,705.58
02.01	MOVIMIENTO DE TIERRA EN M. CONTENCIÓN y M. TERRAMESH				30,705.58
02.01.01	Corte de terreno con Maquina total en Muros	m3	1,738.45	8.59	14,933.29
02.01.02	Conformación y Relleno Compactado con material propio con maquina	m3	1,949.41	4.43	8,635.89
02.01.03	Perfilado y Compactado en talud 1:0.17	m2	630.00	4.78	3,011.40
02.01.04	Carguio y Transporte de material Propio D < 8.00 km	m3	500.00	8.25	4,125.00
03	ESTRUCTURA DE MURO DE CONTENCIÓN				63,925.32
03.01	CONCRETO ARMADO				62,796.79
03.01.01	Acero Fy=4,200 kg/cm2	kg	2,920.63	5.11	14,924.42
03.01.02	Encofrado y Desencofrado	m2	165.00	50.23	8,287.95
03.01.03	Concreto F'c=210 kg/cm2	m3	95.10	416.24	39,584.42
03.02	JUNTAS				1,128.53
03.02.01	Junta de dilatación	m	20.50	55.05	1,128.53
04	ESTRUCTURA DE MURO TERRAMESH				72,848.36
04.01	Carguio y Transporte de material D < 5.00 km	m3	95.00	16.78	1,594.10
04.02	Acarreo manual de piedra para terramesh	m3	95.00	33.16	3,150.20
04.03	Elemento Terramesh 2.00 x 1.00 x 4.0 m. Malla 10x12 diam.=2.7 mm	und	140.00	414.22	57,990.80
04.04	suministro e Instalación de Geotextil no tejido 200 gr/m2	m2	532.00	12.73	6,772.36
04.05	Relleno y tentido de Roca Grande en Pie de muro	m3	70.00	44.87	3,140.90
05	SEGURIDAD Y SALUD				2,000.00
05.01	Elaboración, Implementación y Administración del Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo	GLB	1.00	2,000.00	2,000.00
06	MEDIO AMBIENTE				2,500.00
06.01	PROGRAMA DE CAPACITACION AMBIENTAL PARA TRABAJAR PARA TRABAJADORES				2,500.00
06.01.01	Capacitación y educación ambiental	GLB	1.00	2,500.00	2,500.00
COSTO DIRECTO					203,777.81
GASTOS GENERALES (19.92 %)					40,592.54
UTILIDAD (10.00 %)					20,377.78
SUBTOTAL					264,748.13
IGV (18%)					47,654.66
COSTO DE INFRAESTRUCTURA					312,402.79
SUPERVISION					32,312.50
PRESUPUESTO TOTAL					344,715.29

Anexo A.8 Plano de Replanteo



BUL PLANTA DE PERFIL LONGITUDINAL
06 ESCALA 1/250



BUL PERFIL LONGITUDINAL
06 ESCALA 1/200



BUL VISTA FOTOGRAFICA
06

ING. HIVER R. SANCHEZ B. CIP 112621		PROYECTO: REHABILITACION DEL MURO GAVION " BULDIBUYO - TUNEL 18" PATAZ - LIBERTAD		ELABORADO POR:	
APROBADO POR CUENTE:		PLANO: REPLANTEO PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL DEL MURO TERRAMESH			
DISEÑO: ING. H.S.B.	CAD: ING. J.C.M.	CODIGO: BUL - 06	REV. No 1		
ESCALA INDICADAS				ALTA INGENIERÍA PARA EL CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE	

Anexo A.9 Comics Terramesh System

7 **Liene en 3 pasos**

1. Llene hasta 1/3 de la capacidad total.

2. Continúe con la carga y llene hasta 2/3 de la capacidad total.

3. Coloque a colmar los últimos y acomode la carga hasta 3 o 5cm de altura.

8

RECUERDA
No llene un elemento sin que el de al lado esté parcialmente relleno.

9 **Para facilitar la colocación del relleno, tije las colas con algunas grapas.**

Grapas
Caida

10 **Doble las tapas y amarre con el mismo tipo de costura.**

11 **Fije el filido de geotextil junto al panel posterior de la caja. Esto filido debe ser mayor que el panel para permitir la envoltura del suelo de relleno.**

12 **Proceda con el relleno.**

El relleno debe ser compactado en capas de aproximadamente 20 a 30cm.

30cm
30cm
geotextil

13 **Los equipos pesados de compactación deberán mantener una distancia mínima de un metro del paramento frontal.**

La compactación cercana al paramento frontal debe realizarse manualmente o con equipos ligeros.

14 **Doble el geotextil sobre el terreno comprimido y repita todas las operaciones para las siguientes capas.**

CBS: Una a través de costuras los elementos de la capa superior a los elementos de la capa inferior a lo largo de todos los bordes en contacto.