

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**EVALUACIÓN DE LOS MUROS DE CONTENCIÓN CON CONCRETO
ARMADO Y SUELO REFORZADO (TERRAMESH), EN LA CARRETERA
SAN MARCOS – CAJABAMBA**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bachiller: YULIANA VÁSQUEZ HERRERA

ASESOR:

Ing. MANUEL URTEAGA TORO

JAÉN, CAJAMARCA – PERÚ

Noviembre, 2014

COPYRIGHT © 2014 by
YULIANA VÁSQUEZ HERRERA
Todos los derechos reservados

DEDICATORIA

A Dios por darme fortaleza para continuar enseñándome a encarar las adversidades y guiarme por el buen camino.

A mis padres: Elsa y Rogelio por enseñarme a perseverar en la vida, por su amor, confianza, paciencia y sus múltiples consejos para ser de mí una mejor persona, y así ayudarme a cumplir parte de mis sueños.

A mis hermanos: Yudelith y Maykol, por su cariño, comprensión, y soporte en los malos momentos.

YULIANA

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, ser maravilloso que me da fuerza y fe, por llenarme de bendiciones y ser mi soporte día a día,

A mis padres: Elsa y Rogelio, ya que con su cariño, apoyo económico incondicional, contribuyeron siempre en mi formación personal y profesional,

A la Universidad Nacional de Cajamarca-Sede Jaén, por brindar conocimientos

A mi asesor; Ing. Manuel Urteaga Toro por su dedicación, paciencia, comprensión y soporte

EL AUTOR

ÍNDICE

CONTENIDO	PÁGINA
COPYRIGHT © 2014 by	iii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	x
LISTA DE ABREVIACIONES	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes Teóricos	3
2.1.1. Internacionales	3
2.1.2. Nacionales	4
2.2. Bases Teóricas	6
2.2.1. Muro de contención o sostenimiento	6
2.2.2. Clasificación de muros de contención	6
A. Muros de contención flexibles	6
A.1. Muro de suelo reforzado con el sistema terramesh	6
A.1.1. Concepto de suelo reforzado	6
A.1.2. Sistema terramesh	8
A.1.3. Características técnicas funcionales	9
A.1.4. Especificaciones técnicas del terramesh	11

B.	Muros de contención rígidos	23
B.1.	Muro de concreto armado	23
B.1.1.	Concepto de concreto armado	23
B.1.2.	Partes de un muro de contención	23
B.1.3.	Especificaciones Técnicas del concreto armado	25
2.2.3.	Ventajas y desventajas de los muros de contención de suelo reforzado contra los de concreto armado	36
	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	37
	CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODO	39
3.1.	Localización	39
3.2.	Metodología	43
	CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
4.1.	Resultados	46
4.2.	Contrastación de Hipótesis	66
4.3.	Discusión de resultados	66
	CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
5.1.	Conclusiones	68
5.2.	Recomendaciones	70
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PÁGINA
Tabla 1: Especificaciones del elemento terramesh.....	13
Tabla 2: Especificaciones del geotextil.....	14
Tabla 3: Especificaciones de la geomalla.....	15
Tabla 4: Resistencia a la compresión para concreto armado.....	25
Tabla 5: Tolerancias máximas del agua.....	26
Tabla 6: Peso de las barras por unidad de longitud.....	29
Tabla 7: Datos de ubicación de la Carretera San Marcos – Cajabamba..	41
Tabla 8: Tipos de suelo de cada muro de contención evaluado.....	46
Tabla 9: Esfuerzo admisible en los muros de concreto armado.....	47
Tabla 10: Esfuerzo admisible en los muros de suelo reforzado.....	48
Tabla 11: Comparación de los esfuerzos admisibles del MCA y MSR.....	49
Tabla 12: Esfuerzos actuantes en las zonas de contacto de los MCA.....	52
Tabla 13: Esfuerzo actuante en la zona de contacto de los MSR.....	54
Tabla 14: Comparación de esfuerzos actuantes en las zonas de contacto.....	55
Tabla 15: Altura de talud de MCA y MSR de acuerdo a la altura del muro.....	56
Tabla 16: Rendimiento de mano de obra diario de MCA y MSR.....	57
Tabla 17: Tiempo de ejecución del MCA y MSR, por metro lineal.....	59

Tabla 18: Costo de partidas correspondientes a cada muro de contención.....	61
Tabla 19: Costo vs altura de los muros de concreto armado y suelo reforzado (terramesh).....	63
Tabla 20: Ficha de inspección para evaluación de los muros de concreto armado.....	74
Tabla 21: Ficha de inspección para evaluación de los muros de suelo reforzado.....	75
Tabla 22: Resumen de datos obtenidos de los muros de concreto armado.....	76
Tabla 23: Resumen de datos obtenidos de los muros de suelo reforzado.....	77
Tabla 24: Metrados del muro de concreto armado del Km. 40+103,70 al Km.40+193,70 por metro lineal.....	79
Tabla 25: Tiempo de ejecución del muro de concreto armado del Km.40+103,70 al Km. 40+193,70 por metro lineal.....	80
Tabla 26: Costo de muro de concreto armado del Km. 40+103,70 al Km.40+193.70 por metro lineal.....	81
Tabla 27: Metrados del muro de suelo reforzado (terramesh) del Km.40+103.70 al Km. 40+193,70 por metro lineal.....	82
Tabla 28: Tiempo de ejecución del muro de suelo reforzado (terramesh) del Km. 40+103.70 al Km. 40+193.70 por metro lineal.....	83
Tabla 29: Costo del muro de suelo reforzado (terramesh) del Km.40+103.70 al Km.40+193,70 por metro lineal.....	84
Tabla 30: Resumen de metrados del muro de concreto armado del km.40+103,70 al km.40+193,70.....	85
Tabla 31: Tiempo de ejecución del muro de concreto armado del Km.40+103,70 al Km.40+193,70.....	85
Tabla 32: Costo del muro de concreto armado del Km. 40+103,70 al Km. 40+193,70.....	86

Tabla 33: Resumen de metrados del muro de suelo reforzado (terramesh) del Km. 40+103,70 al Km. 40+193,70.....	86
Tabla 34: Tiempo de ejecución del muro de suelo reforzado (terramesh) del Km.40+103,70 al Km.40+193,70	87
Tabla 35: Costo del muro de suelo reforzado (terramesh) del Km.40+103,70 al Km.40+193,70.....	87

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINA
Figura 1. Deformaciones en elementos de suelo sin y con refuerzo.....	7
Figura 2: Sistema Terramesh.....	8
Figura 3: Posicionamiento del elemento para suelo reforzado.....	9
Figura 4: Flexibilidad del terramesh.....	9
Figura 5: Permeabilidad del terramesh.....	10
Figura 6: Bajo impacto ambiental del terramesh.....	10
Figura 7: Abertura del terramesh en obra.....	19
Figura 8: Colocación de los elementos terramesh.....	19
Figura 9: Colocación del elemento suelo reforzado en obra.....	20
Figura 10: Relleno y compactación del elemento suelo reforzado.....	20
Figura 11: Relleno y compactación del elemento suelo reforzado.....	21
Figura 12: Partes de un muro de contención rígido.....	24
Figura 13: Excavación para muro de concreto armado.....	30
Figura 14: Colocación de acero de refuerzo y encoframiento.....	31
Figura 15: Encofrado y solaqueado de la pantalla.....	33
Figura 16: Sello de las juntas de dilatación y relleno y compactación.....	34
Figura 17: Muro de concreto armado	35
Figura 18: Ubicación de las provincias San Marcos – Cajabamba.....	39

Figura 19: Ubicación de la carretera San Marcos – Cajabamba.....	40
Figura 20: Carretera San Marcos – Cajabamba.....	41
Figura 21: Fuerzas actuantes en el muro de concreto armado.....	51
Figura 22: Esfuerzo actuante en la zona de contacto vs altura del MCA.	53
Figura 23: Fuerzas actuantes en el muro suelo reforzado (terramesh)...	53
Figura 24. Esfuerzo actuante en la zona de contacto vs altura del muro de suelo reforzado (terramesh).....	55
Figura 25: Comparación de esfuerzos actuantes vs altura, de MCA y MSR.....	56
Figura 26: Tiempo de ejecución vs altura del muro de concreto armado.....	58
Figura 27: Tiempo de ejecución vs altura del muro de suelo reforzado (terramesh).....	58
Figura 28: Tiempo de ejecución vs altura del MCA y MSR por metro lineal.....	59
Figura 29: Tiempo de ejecución vs muros de contención del Km. 40+103,70 al Km. 40+193,70.....	60
Figura 30: Costo vs altura del muro de concreto armado.....	60
Figura 31: Costo respecto a la altura de cada muro de suelo reforzado (terramesh).....	62
Figura 32: Comparación costo vs altura, para alturas desde 2, 3, 4, 5 m del MCA Y MSR.....	62
Figura 33: Líneas de tendencia de costos vs alturas desde 2, 3, 4, 5 m del MCA Y MSR.....	63
Figura 34: Costo vs tipos de muros de contención del Km.40+103,70 al Km.40+193.70 de MCA Y MSR.....	64

LISTA DE ABREVIACIONES

FHWA: Federal Highway Administration (Administración Federal de Carreteras)

CIP: Colegio Ingenieros del Perú

TDM: Tecnología de los materiales

MTC: Ministerio de transportes y comunicaciones

MCA: Muro concreto armado

MSR: Muro suelo reforzado

ASTM: Mishmetal Alloy Coated Carbon Steel

PVC: Polivinil cloruro

MDS: Máxima densidad seca

NTP: Norma técnica peruana

DPL: Penetrómetro Dinámico Ligero

RESUMEN

En la construcción de muros de contención, se han utilizado materiales tradicionales como el concreto armado, pero la necesidad de aprovechar mejor los recursos nos lleva a construir un muro de suelo reforzado (terramesh); ambos tienen como finalidad brindar estabilidad a la plataforma de la carretera a falta de ancho de calzada, soportando las cargas de servicio y cargas muertas; por esto se evaluó el uso de los muros de contención en la carretera San Marcos - Cajabamba de acuerdo a su clasificación de suelos, esfuerzo admisible, altura de talud, tiempo de ejecución del proceso constructivo y costo, considerando dos sistemas de muros de contención: cinco muros de concreto armado, y cinco muros de suelo reforzado. Obteniéndose que el muro de concreto armado del Km.40+103,70 al Km.40+193,70 cumple con las condiciones mínimas de terreno de fundación, por lo que se le replanteó para ser un muro de suelo reforzado, comparando ambos muros de contención, teniendo las mismas alturas de 2,00 m.; 3,00 m.; 4,00 m.; 5,00 m. con una longitud de 90,00 m., el muro de suelo reforzado (terramesh) resultó ser la mejor alternativa de muro de contención debido a su menor tiempo de ejecución, el cual aumenta la eficiencia del proceso constructivo en 67,00%, además de ser el 40,1% más económico que el muro en concreto armado.

Palabras Claves: Muro de concreto armado, muro de suelo reforzado (terramesh), clasificación de suelos, esfuerzo admisible, tiempo de ejecución del proceso constructivo, comparación económica.

ABSTRACT

In the construction of retaining walls have been used traditional materials such as reinforced concrete; but the need for better use of resources leads to build a wall of reinforced soil (Terramesh), giving stability to the platform of the road to lack of width of the road, supporting service loads and dead loads; so had to evaluate the use of retaining walls in San Marcos Highway - Cajabamba according to their classification of soils, allowable stress, high slope, execution time and cost of the construction process, considering two wall systems containment, five reinforced concrete walls and five reinforced soil walls. Obtaining the reinforced concrete wall of Km.40+103,70 to Km.40+193,70 meets the minimum conditions of subgrade, so it was redesigned to be a wall of reinforced soil, comparing both walls containment, having the same height 2,00 m.; 3,00 m.; 4,00 m.; 5,00 m. with a length of 90,00 m., the wall of reinforced soil (terramesh) proved to be the best alternative of retaining wall due to their shorter execution time, which increases the efficiency of the construction process in 67,00%, besides being 40,1% less expensive than the reinforced concrete wall.

Keywords: wall reinforced concrete, reinforced soil wall (Terramesh), soil classification, allowable stress, runtime of the construction process, economic comparison.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Los muros de contención son estructuras construidas con el fin de soportar una determinada altura de corte o relleno en una vía, cuando no se dispone de espacio suficiente. Se han utilizado materiales tradicionales como el concreto armado; pero la necesidad de aprovechar los recursos mediante la optimización de su uso, ahorro de tiempo y dinero, ha llevado a buscar nuevas técnicas y tecnologías de construcción como lo es el muro de suelo reforzado (terramesh).

De acuerdo a lo expuesto anteriormente se formuló la siguiente interrogante ¿Cuál es el tipo de muro de contención más eficiente, teniendo en cuenta el tipo de suelo, esfuerzo admisible, altura de talud, tiempo y costos de la construcción en la carretera San Marcos - Cajabamba?. Para ello hipotetizamos que el muro de suelo reforzado (terramesh) es la mejor alternativa de muro de contención.

Entre las obras de Ingeniería concernientes al Proyecto Vial de la Obra Mejoramiento de la carretera San Marcos – Cajabamba – Sausacocha, tramo San Marcos – Cajabamba se han construido muros de contención, bien sea para la conservación de las dimensiones de la plataforma o para la contención de suelos; por esto se realizó esta investigación, respecto a la evaluación del tiempo de ejecución y costo del proceso constructivo para dos opciones de muros de contención: de concreto armado y suelo reforzado (terramesh), teniendo en cuenta que ambas estructuras tengan las mismas condiciones de terreno de fundación y parámetros geométricos.

A nivel local no existen estudios de este tipo, dejándose de lado una herramienta importante para determinar los beneficios que se pueden obtener, por este motivo es sustancial evaluar los muros de contención, ya que mediante la disminución del tiempo y costos de construcción, la población resulta beneficiada, asimismo se debe tomar conciencia que este trabajo servirá como base de datos y modelo para próximas investigaciones de las empresas que laboran en este rubro y otros investigadores, la evaluación se realizó durante los meses de setiembre y octubre en 10 muros de contención ejecutados: 5 de concreto armado y 5 de suelo reforzado, situados en la carretera San Marcos – Cajabamba – Sausacocha, Tramo: San Marcos – Cajabamba.

Se tuvo como objetivo general evaluar los muros de contención de concreto armado y suelo reforzado (terramesh) en la carretera San Marcos - Cajabamba; y como objetivos específicos: verificar el tipo de suelo (clasificación del suelo), determinar el esfuerzo admisible del terreno de fundación, evaluar la altura de talud, comparar la eficiencia y velocidad del proceso constructivo y comparar los costos de construcción de los muros de contención

La investigación consta de 5 capítulos, en el capítulo 1, se ha realizado una pequeña introducción donde menciona el problema, la justificación, la hipótesis y los objetivos tanto general como específicos, el capítulo 2 consiste en el marco teórico el cual contiene: antecedentes internacionales y nacionales, bases teóricas tanto de muro de suelo reforzado (terramesh) como muros de concreto armado, especificaciones técnicas y proceso constructivo de cada uno de ellos, así como sus ventajas y desventajas, en el capítulo 3 se hace mención a su ubicación, procedimiento para la recolección y ejecución de estos, el capítulo 4 consta de los resultados y discusión, en el capítulo 5 se realiza las conclusiones respectivas a cada objetivo específico y sus recomendaciones.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Teóricos

2.1.1. Internacionales

Ostos (2004), al diseñar, ejecutar y comparar el proceso constructivo de un muro de tierra armada con un muro de concreto armado, concluyó que: el primer mencionado es más fácil de ejecutar puesto que se vuelve cíclico, el costo de construcción resultó ser aproximadamente menor en un 50%, alcanza mayores alturas, admite deformaciones en su estructura sin tener grandes problemas, la rapidez de ejecución con uno de concreto armado.

Álvarez y Saurith (2010), al realizar estudios en diferentes ejemplos de comparación de muros de concreto armado y muros de tierra mecánicamente estabilizada concluyeron que: es difícil determinar una respuesta única, ya que estas varían dependiendo del tipo de suelo, localización del muro y disponibilidad en la zona para acceder a estos materiales, que en ocasiones un tipo de muro es más económico que otro, y que al comparar estos dos tipos de muros el proceso constructivo, los muros de contención de tierra mecánicamente estabilizada tiene como ventaja la reutilización del suelo de la zona, siempre y cuando el suelo cumpla con los requisitos y características esperadas para el diseño, con respecto al tiempo el muro de tierra armada es más eficaz que el de concreto armado ya que no necesita encofrado, figurado y amarre de acero, por lo que no necesita la espera de fraguado de concreto para el relleno.

Rosero, et al. (2010), según estudios realizados que se centraron en la descripción de los procesos de diseño y construcción para dos opciones de muro de contención de concreto armado y de suelo reforzado, teniendo en

cuenta que ambos diseños cumplan las condiciones de estabilidad y factibilidad, concluyeron que al realizar el análisis de precios unitarios de los muros de suelo reforzado se obtuvo un costo total de \$. 27,953.26. El muro en concreto armado con la misma altura, longitud y sobrecarga tiene un costo total de \$. 41,756.67, por lo tanto la diferencia en costos entre las dos alternativas es de \$13,803.41 es decir, el muro de suelo reforzado resultó ser un 33% más económico que un muro de concreto armado.

Galindo (2012), al realizar el análisis comparativo entre FHWA 2009, BS 8006 Y EBGeo 2010, menciona que la ingeniería civil de hoy en día no puede prescindir de los geosintéticos como elementos de refuerzo. Los muros de suelo reforzado representan un tipo de muro con muchas ventajas técnicas y económicas frente a los muros convencionales de concreto armado, ya que son estructuras de fácil y rápida construcción, tiene un adecuado sistema de drenaje, permite el aprovechamiento de materiales in situ aunque éstos sean coherentes, y son estructuras flexibles que se comportan mejor a los asentamientos diferenciales.

2.1.2. Nacionales

Egoavil (2013), menciona que el uso del sistema terramesh en obras mineras ha tenido un éxito muy grande debido no solo a sus características técnicas y económicas sino gracias a su facilidad constructiva que genera varios puestos de trabajo de mano de obra no especializada, logrando que las obras generen un impacto social positivo y se tenga una interacción positiva mina-comunidad, así mismo muestra diferentes aplicaciones de uso de estos en su revista, por ejemplo en las Instalaciones en Mina Poderosa para una altura de $h=10,0$ m, en el depósito de Relaves en la Mina Ares con una altura $h = 8,0$ m, en muros de acceso a la chancadora primaria Gold Fields con altura $h_{\max} = 16,50$ m, asimismo en el acceso a la chancadora primaria Alto Chicama con una altura máxima de $h_{\max} = 23,50$ m, teniendo hasta la fecha un buen comportamiento.

CIP (2010), en su revista técnica de Ingeniería Civil, indica las bondades del sistema terramesh que se usaron con éxito en la carretera Shirán – Huamachuco, donde parte de la plataforma del pavimento se había perdido debido que la quebrada que cruzaba había erosionado a la carretera haciéndola colapsar. Su solución para reponer la plataforma fue usar un sistema de suelo reforzado Terramesh. Con la construcción de esta estructura se salvaron los problemas de erosión y se garantizó la transitabilidad de la vía, incluso en las épocas más difíciles del año, como la temporada de lluvias en sierra del Perú.

TDM (2009), menciona un caso histórico como: El Refugio de la Molina que es la urbanización más joven construida, su muro terramesh tiene una altura promedio de 5 metros, una inclinación de 6° y su integración al medio ambiente circundante resulta naturalmente evidente; sobre la estructura de contención se ha construido la vía pavimentada, las bermas y las veredas con sus parapetos y barandas, sin reportar ninguna dificultad hasta la fecha.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Muro de contención o sostenimiento

Son estructuras destinadas a garantizar la estabilidad de la plataforma o a defenderla de la acción erosiva de las aguas superficiales. Pueden ser construidos con piedra (muros secos) o concreto, sirven para contener los rellenos o para proteger la vía de eventuales derrumbes, en cuyo caso se construyen al pie de los taludes de corte y en zonas inestables. Los muros de contención se utilizan para detener materiales sueltos o bloques de tierra cuando el contexto no permite que estas masas se apropien de sus pendientes de origen natural (MTC, 2013).

2.2.2. Clasificación de muros de contención

Los muros de contención pueden dividirse en dos grandes grupos a considerar: muros de contención flexibles y muros de contención rígidos o inflexibles (Álvarez y Saurith, 2010).

A. Muros de contención flexibles

Son aquellos que están constituidos por elementos estructurales poco rígidos, sensibles a deformarse bajo la acción de cargas exteriores, dichas estructuras son: muros de suelo reforzado (terramesh system, terramesh green, paramesh), muros de tierra armada, gaviones, pantallas, entibaciones, etc (Álvarez y Saurith, 2010).

A.1. Muro de suelo reforzado con el sistema terramesh

A.1.1. Concepto de suelo reforzado

Una estructura de suelo reforzado consiste en la introducción de elementos resistentes a la tracción convenientemente orientados dentro de una masa de suelo compactado, que aumentan la resistencia del suelo y disminuyen las deformaciones del macizo. En este sistema, conocido como suelo reforzado, el comportamiento global del macizo es mejorado debido a la transferencia

de los esfuerzos a tracción hacia los elementos resistentes (refuerzos). Los suelos poseen en general elevada resistencia a los esfuerzos de compresión, pero baja resistencia a los esfuerzos de tracción. Cuando una masa de suelo es cargada verticalmente, la misma sufre deformaciones verticales de compresión y deformaciones laterales de tracción. Con todo lo mencionado, si la masa de suelo estuviera reforzada, los movimientos laterales serían limitados por la rigidez del refuerzo. La Fig. 1 muestra el comportamiento de un suelo reforzado (Maccaferri, 2005).

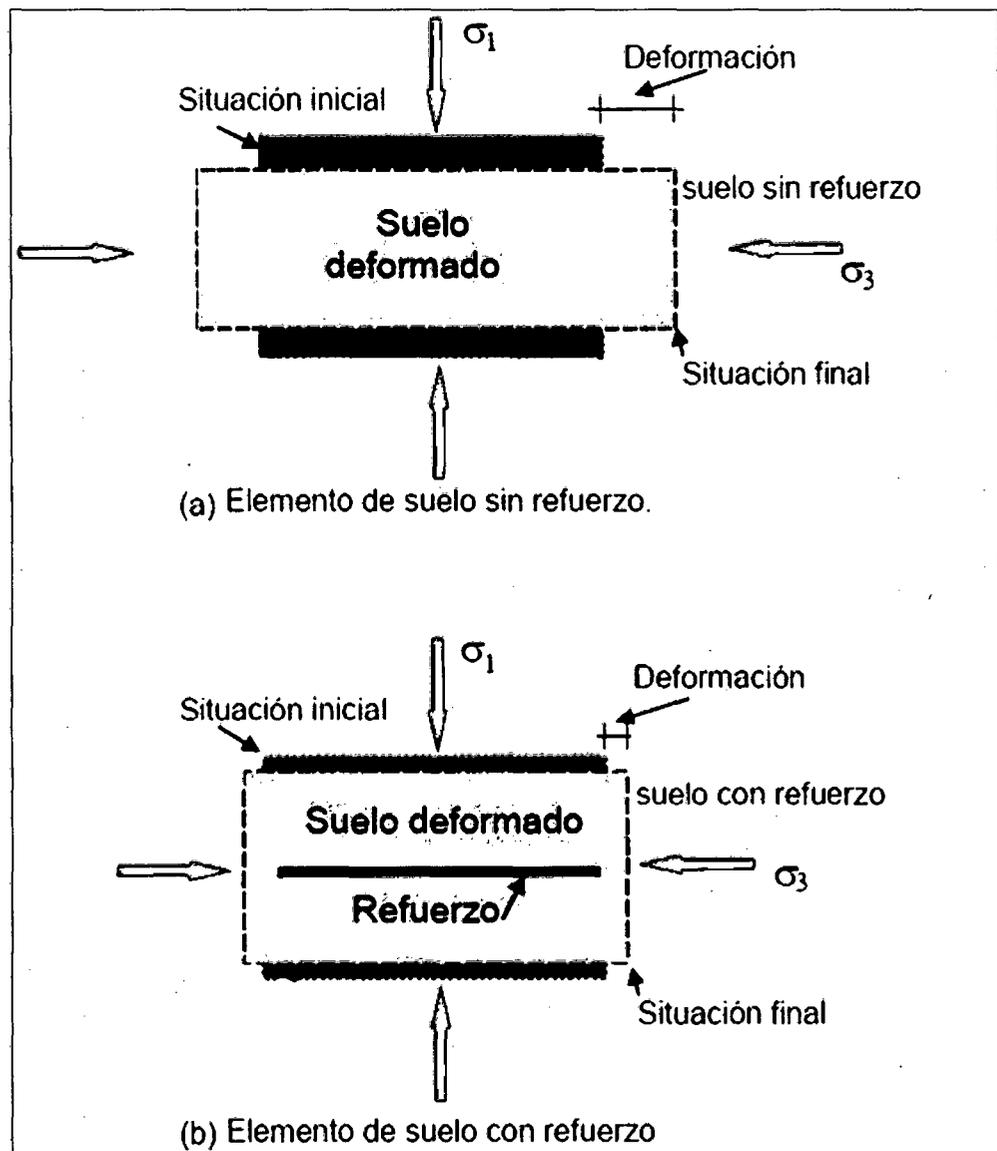


Figura 1. Deformaciones en elementos de suelo sin y con refuerzo
Fuente: Abramento, 1998.

A.1.2. Sistema Terramesh

El Sistema Terramesh está conformado por un muro de gravedad (tipo gavión) y un refuerzo del suelo adyacente, es un muro de contención en suelo reforzado que utiliza como refuerzo una malla hexagonal de doble torsión (extensible) y su lado expuesto está constituido por gaviones tipo caja. En este sistema, el elemento de refuerzo es una pieza única, o sea, el gavión tipo caja y el refuerzo son parte de un mismo elemento, en la Fig. 2 se observa el posicionamiento y las partes del terramesh (Skok, 2010).

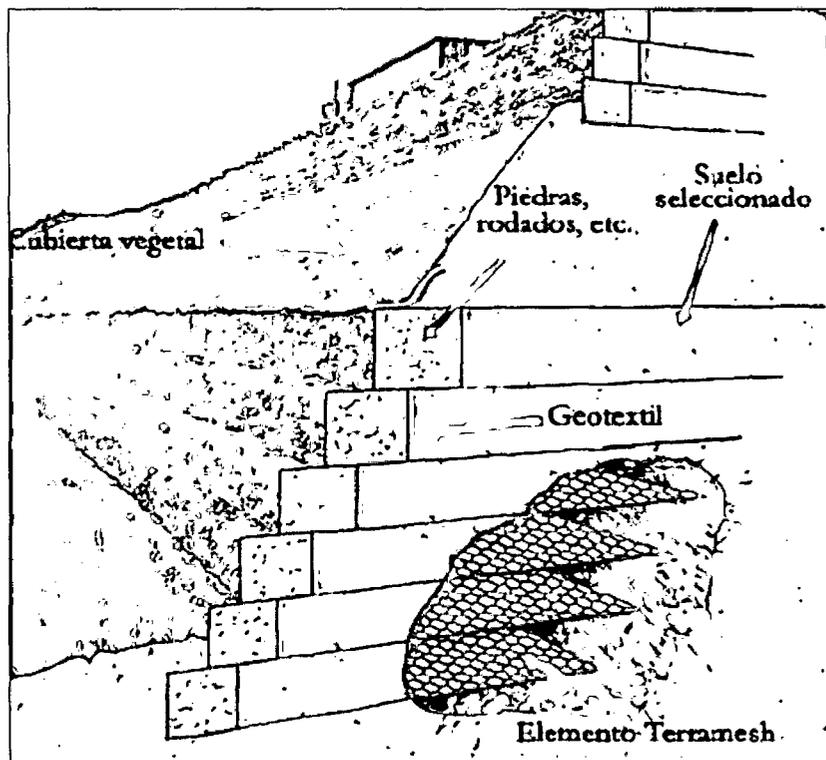


Figura 2: Sistema Terramesh

Fuente: Skok, 2010.

La malla usada para los refuerzos trabaja debido a la fricción y el trabamieto mecánico de las partículas del suelo, formando un bloque reforzado que soportará los empujes generados por el macizo a contener, en la Fig. 3 puede observar el posicionamiento del elemento para suelo reforzado sucesivo y costura de éste al precedente (Skok, 2010).

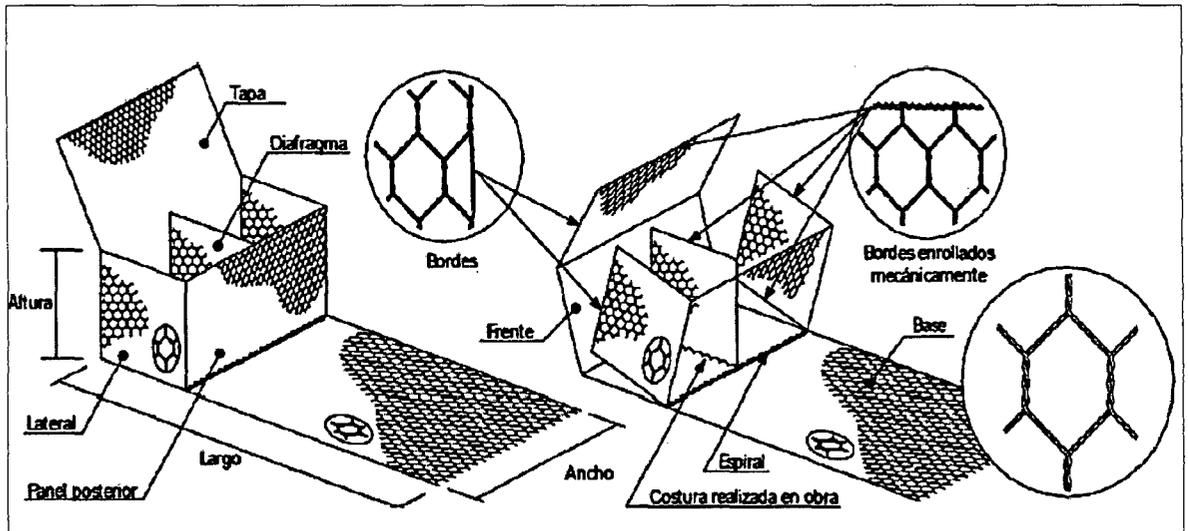


Figura 3: Posicionamiento del elemento para suelo reforzado.

Fuente: Skok, 2010.

A.1.3. Características técnicas funcionales (Maccaferri, 2005)

La utilización de la malla hexagonal de doble torsión garantiza un refuerzo continuo sobre el plano horizontal. De esta manera se obtienen armaduras longitudinales continuas, que logran que la interacción entre el relleno y la malla no solo sea por fricción, sino por corte y trabazón entre las partículas del suelo y la malla.

- **La flexibilidad** que brinda a la estructura la posibilidad de acompañar los asentamientos del terreno de fundación, manteniendo la integridad estructural como se observa en la Fig. 4.



Figura 4: Flexibilidad del terramesh.

Fuente: TDM, 2009

- **La permeabilidad** del paramento frontal externo garantiza el drenaje del terreno debido a los vacíos entre las piedras. (Fig. 5).

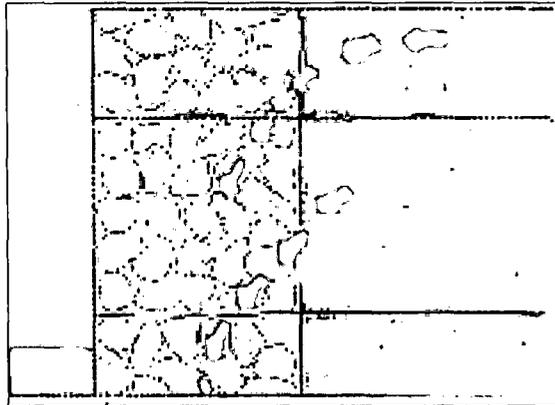


Figura 5: Permeabilidad del terramesh.

Fuente: TDM, 2009.

- **La Simplicidad Constructiva y Economía** permite que una estructura terramesh sea ejecutada manualmente, con instalaciones y equipamientos mínimos (aquellos necesarios para la construcción de un relleno compactado), inclusive en las regiones más inhóspitas, por ende menor costo.
- **Bajo Impacto Ambiental** debido a que el paramento frontal es de piedras, el cual es un elemento paisajístico, además con el pasar del tiempo los vacíos de las piedras es llenado por material fino y semillas las cuales permiten que la vegetación desarrolle (Fig. 6).



Figura 6: Bajo impacto ambiental del terramesh.

Fuente: TDM, 2009.

- **La versatilidad** que permite construir un paramento vertical, inclinado y/o escalonado según las necesidades.
- **Seguridad estructural** en caso de incendio en las proximidades de la estructura (debido a la presencia de malla de acero).

A.1.4. Especificaciones Técnicas del terramesh

Según HOB CONSULTORES, 2011:

- **Materiales del terramesh**

El sistema terramesh cuenta en su conformación con elementos estructurales, los cuales forman a su vez el paramento frontal y el elemento de refuerzo a ser anclado en el suelo. Estos elementos denominados elementos terramesh system son fabricados a partir de un único paño de malla hexagonal a doble torsión.

Elemento Terramesh

El elemento es constituido por un paño base que formará la cara superior, la frontal, la base del paramento externo y la cola que cumplirá la función de anclaje (HOB CONSULTORES, 2011).

Las características indispensables que deberá tener el tipo de paño de acero a utilizar para fabricar el elemento terramesh son las siguientes:

- No ser fácil de destejer o desmallar.
- Poseer una elevada resistencia mecánica y contra fenómenos de corrosión.
- Facilidad de colocación.

La malla: La malla que conforma el elemento para suelo reforzado será hexagonal a doble torsión, y las torsiones serán obtenidas entrecruzando dos hilos por tres medios giros. De esta manera se

impedirá que la malla se desteje por rotura accidental de los alambres que la conforman. La abertura de la malla será del tipo 10cm x 12cm.

El alambre: El alambre usado en la fabricación de las mallas y para las operaciones de amarre y atirantamiento durante la colocación en obra, deberá ser de acero dulce recocido de acuerdo con las especificaciones BS (British Standard) 1052/1980 "Mild Steel Wire", una carga de rotura media superior a 3800 Kg/cm² y un estiramiento no inferior al 12%.

El alambre deberá tener un recubrimiento de Zinc 95% / Aluminio 5% + Tierras Raras de acuerdo a la Norma ASTM 856 Mishmetal Alloy Coated Carbón Steel, cuyo espesor y adherencia garantice la durabilidad del revestimiento.

Adicionalmente al recubrimiento con Zinc 95% / Aluminio 5% + Tierras Raras, el alambre usado para la fabricación de la malla tendrá un revestimiento por extrusión con PVC (polivinil cloruro), de manera de garantizar su durabilidad en el tiempo, y que no sea afectado por sustancias químicamente agresivas y corrosiones extremas.

El revestimiento por extrusión con PVC (polivinil cloruro) del alambre será de un espesor mayor o igual a 0,40 mm., de acuerdo a las siguientes especificaciones:

- Peso específico entre 1300 y 1350 kg/mt³, de acuerdo con la ASTM D 792-66 (79).
- Dureza entre 50 y 60 shore D, de acuerdo con la ASTM D 2240-75 (ISO 868-1978).
- Pérdida de peso por volatilidad a 105°C por 24 horas no mayor a 2% y a 105°C por 240 horas no mayor a 6%, de acuerdo con la ASTM D 1203-67 (74) (ISO 176-1976) y la ASTM D 2287-78.

- Carga de rotura mayor a 210 kg/cm² de acuerdo con la ASTM D 412-75.
- Estiramiento mayor que 200% y menor que 280%, de acuerdo con la ASTM D 412-75.
- Módulo de elasticidad al 100% de estiramiento mayor que 190kg/cm², de acuerdo con la ASTM D 412-75.
- Pérdida de peso por abrasión menor que 190 mg, según la ASTM D 1242-56 (75).
- Temperatura de fragilidad, Cold Bend Temperature, menor que -30°C, de acuerdo con la BS 2782-104 A (1970), y Cold Flex Temperatura menor que +15°C, de acuerdo con la BS 2782-150 B (1976).
- La máxima penetración de la corrosión desde una extremidad del hilo cortado, deberá ser menor de 25 mm cuando la muestra fuera sumergida por 2000 horas en una solución con 5% de HCl (ácido clorhídrico 12 Be).

La especificación final para el elemento suelo reforzado (terramesh) será la que se muestra en la tabla 1:

Tabla 1: Especificaciones del elemento terramesh

Especificaciones	Características
Abertura de la malla	10cm x 12cm
Diámetro del alambre de la malla	3,70mm.
Diámetro del alambre de borde	4,40mm.
Diámetro del alambre de amarre	3,20mm.
Recubrimiento del alambre	Zinc +5% Aluminio
Recubrimiento del alambre	PVC

Fuente: HOB CONSULTORES, 2011.

Geotextil: Se colocará un geotextil en la interface entre el paramento externo del elemento para suelo reforzado y el macizo de compactado, para evitar que el material fino del relleno se escape a través de la fachada de gaviones.

El geotextil a utilizar será del tipo no tejido y agujado, fabricado con polipropileno estabilizado. Las especificaciones del geotextil a utilizar, son las que se muestran en la Tabla 2 (valores MARV):

Tabla 2: Especificaciones del geotextil

Especificaciones	Ensayo ASTM	Requerimiento
Gramaje	D5261	185 g/m ²
Resistencia a la Tracción (Grab)	D4632	730 N
Elongación a la Tracción (Grab)	D4632	50 %
Resistencia al Desgarre Trapezoidal	D4533	260 N
Resistencia a la Perforación	D4833	420 N
Resistencia al Reventado (Mullen)	D3786	2050 KPa
Resistencia a los rayos ultravioleta	D4355	50 % a 500 hrs.
Abertura Aparente de Poros (AOS)	D4751	0,212 mm
Permisividad	D4491	1,3 seg ⁻¹

Fuente: HOB CONSULTORES, 2011.

Geomallas: Se colocará una geomalla entre cada nivel de elementos de suelo reforzado de acuerdo a lo indicado en los planos. La resistencia máxima de las geomallas será desarrollada en la dirección principal y de extendido del rollo, mientras que en la dirección secundaria o transversal tendrá una resistencia menor para mantener

alineadas las tiras principales. La geomalla debe ser químicamente inerte y debe ofrecer una gran resistencia a la degradación causada por los rayos ultravioleta, y una óptima interacción en todo tipo de terreno.

Todos los parámetros exigidos en esta norma corresponden a valores mínimos promedios del rollo. Su uso es de carácter obligatorio. Por lo tanto no se permite el uso de valores promedios o típicos, la geomalla debe cumplir los requerimientos mostrados en la Tabla 3.

Tabla 3: Especificaciones de la geomalla

Propiedades	Unid.	Ensayo ASTM	Requerimientos Clase 2
Propiedades mecánicas			
Resist. Longitudinal a la Tracción (T_{ult})	kN/m	D 6637	200
Deformación a la Rotura (e)	%	D 6637	≤12
Resist. Transversal a la Tracción (T_{ult})	kN/m	D 6637	10
Propiedades de interacción			
Coefic. De interacción - pull out test (C_i)		D 6706	1,04
Coefic. De interacción - corte directo (C_{ds})		D 5321	0,86
Resistencia a largo Plazo ($LTDS = T_{ult}/RF_G$)	kN/m	---	118

Fuente: HOB CONSULTORES, 2011.

Geocompuesto

Cuyo núcleo drenante es formado por una geomanta tridimensional precomprimida con un 95% de vacíos, fabricada con filamentos de polipropileno y termosoldada entre dos geotextiles no tejidos de poliéster en todos los puntos de contacto.

Tubería de Drenaje

La Tubería de drenaje a utilizar cumplirá las especificaciones técnicas del proyecto.

Material de Relleno Seleccionado

El material de relleno a ser utilizado en la conformación de la estructura de suelo armado deberá tener las siguientes características:

- Será del tipo considerado en el cálculo.
- Estará libre de materia orgánica y deteriorable.
- No se encontrará en su composición arcillas expansivas

Piedra

La piedra para el llenado del paramento externo que forma parte del sistema Terramesh será de buena calidad, densa, tenaz, durable, sana, sin defectos que afecten su estructura, libre de grietas y sustancias extrañas adheridas e incrustaciones cuya posterior alteración pudiera afectar la estabilidad de la obra.

El tamaño de la piedra deberá ser lo más regular posible y tal que sus medidas estén comprendidas entre la medida mayor de la malla y el doble. Podrá aceptarse, como máximo, el 5% del volumen de la celda del paramento externo con piedras del tamaño menor al indicado. El tamaño de piedra deseable estará entre 6" y 10".

- **Proceso constructivo del sistema terramesh**

Según HOB CONSULTORES, 2011:

Preparación de la fundación

La fundación de la estructura deberá tener un ancho mínimo igual a la longitud de la malla de refuerzo del Sistema Terramesh más 0.50 m, o como se indique en planos. Deberá ser nivelada y compactada por los medios apropiados hasta obtener un terreno con la pendiente prevista.

Los niveles de excavación deberán ser verificados por el Ingeniero Inspector, se constatará que el material de asiento sea el adecuado para soportar las cargas a que estará sometido y si el inspector lo cree conveniente, las cotas podrán ser cambiadas hasta encontrar las condiciones adecuadas.

Construcción de la Estructura

El paramento externo del muro podrá ser vertical o escalonado, tal como se indique en planos. Se colocará el primer elemento para suelo reforzado, el cual es un elemento único continuo, directamente sobre el suelo de fundación, desdoblándolo y estirándolo completamente.

Antes de proceder al relleno del cajón del paramento externo, deberá amarrarse cada uno a los adyacentes, a lo largo de las aristas horizontales y verticales en contacto. No es necesario amarrar los paños de red de refuerzo. El amarre se efectuará utilizando el alambre provisto y se realizará de forma continua atravesando todas las mallas cada 10 cm. con una y dos vueltas, en forma alternada.

El relleno del paramento externo será efectuado con piedra seleccionada. El relleno deberá permitir la máxima deformabilidad de la estructura y dejar el mínimo porcentaje de vacíos, asegurando así un mayor peso.

Durante la operación de relleno del paramento externo, deberán colocarse dos o más tirantes de alambre a cada tercio de la altura del elemento de 1,00 m. Estos tirantes unirán paredes opuestas con sus extremos atados alrededor de dos nudos de la malla. Para elementos de 0,50m. de alto bastará colocar los tirantes en el nivel medio de las cajas.

Después de completar el relleno de los elementos, se procederá a cerrarlos bajando la tapa, la que será cosida firmemente a los bordes de las paredes verticales. Se deberá cuidar que el relleno de los

mismos sea el suficiente, de manera tal que la tapa quede tensada confinando la piedra.

El geotextil se colocará de manera de quedar sobre los paños de red de refuerzo (en una longitud de 0,25 m.) y adyacente a la cara interna en contacto con el relleno del paramento externo, tal como se indica en el plano 06 (Anexo H – planos). Para cubrir toda la longitud de los muros, será necesario unir los diversos paños de geotextil mediante traslapes de 25 cm., en la dirección transversal al eje de los muros.

El corte de los paños de geotextil se realizará empleando indistintamente tijeras o cuchillos. Las rasgaduras o agujeros que pudieran producirse por el manipuleo o la colocación serán recubiertas con un pedazo de geotextil con dimensiones de 30 cm. mayores que el contorno de la rasgadura o agujero, el cual podrá ser cosido manualmente con hilo de nylon.

Una vez concluida la instalación del geotextil, se procederá a la ejecución del relleno seleccionado, completándose así un nivel de la estructura.

El siguiente nivel se construirá colocando encima el siguiente elemento de suelo reforzado, amarrándolo al inferior en sus aristas y repitiendo las operaciones anteriores.

Ejecución del relleno

El relleno seleccionado será colocado y compactado en capas que no superen los 0,30 m de espesor, compactados a una densidad mínima de 95% de la M.D.S. obtenida del ensayo Próctor Modificado.

En caso el relleno llegue al nivel de la subrasante, los 0,30 m superiores del relleno serán compactados a una densidad mínima de 100% de la M.D.S. del ensayo Próctor Modificado.

El equipo de compactación pesado no deberá entrar en contacto con los paños de refuerzo, ni tampoco se deberá acercar a más de 1 m. de

la espalda del paramento externo. La compactación cerca de estos elementos se realizará usando equipos manuales de compactación.

Proceso de armado del elemento Terramesh en obra (HOB CONSULTORES, 2011).

a. El elemento terramesh debe ser abierto en una superficie plana conforme a la Fig. 7. Los dobleces del panel frontal definen la forma rectangular de la cara externa de la estructura.

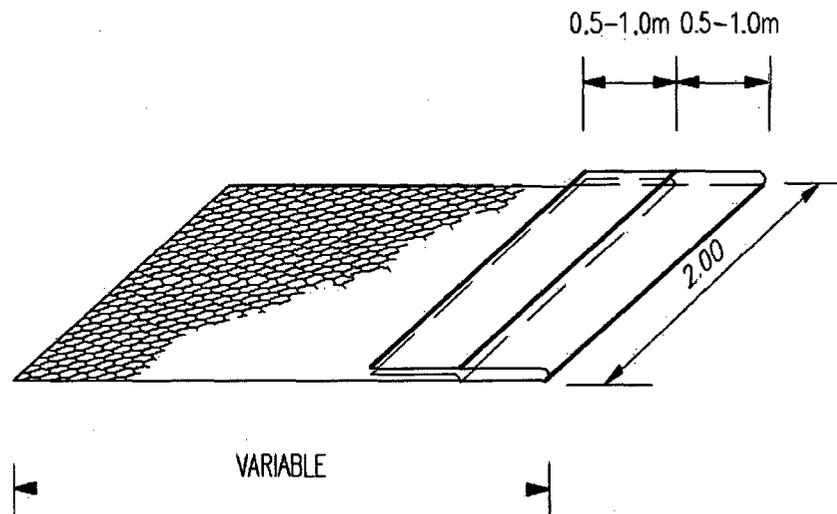


Figura 7: Abertura del terramesh en obra.

b. Abertura del elemento a lo largo de los dobleces y levantamiento del panel posterior (Fig. 8).

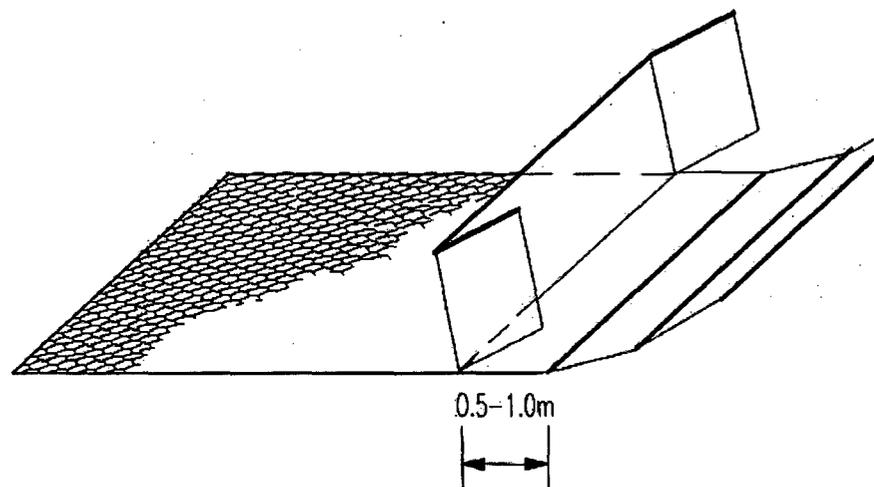


Figura 8: Colocación de los elementos Terramesh

c. Posicionamiento del diafragma, que está suelto dentro del elemento, y costura de todas las aristas. Así mismo se observa como debe ser la colocación del elemento Terramesh en su posición definitiva y unión a los elementos adyacentes (Fig. 9).

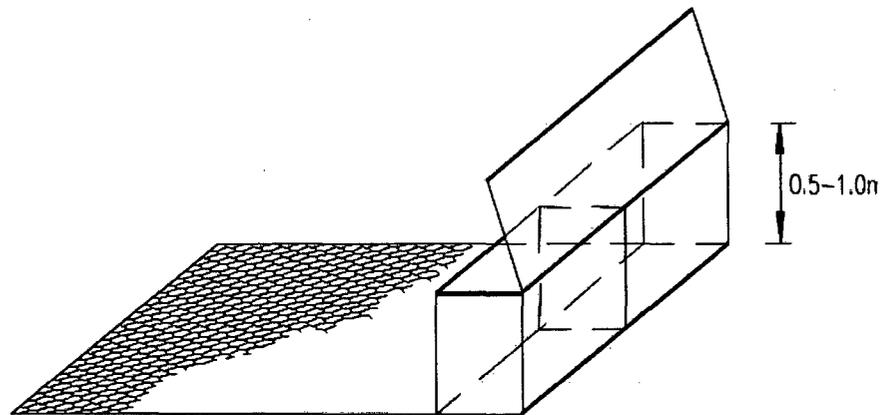


Figura 9: Colocación del elemento suelo reforzado en obra.

d. En la Fig. 10 se muestra el llenado del paramento exterior con piedras (según las mismas técnicas utilizadas para los gaviones), cerrado y costura de las tapas. Colocación del filtro geotextil y colocación de tierra compactada hasta la altura del elemento (en capas no superiores a 20 cm – 30 cm.)

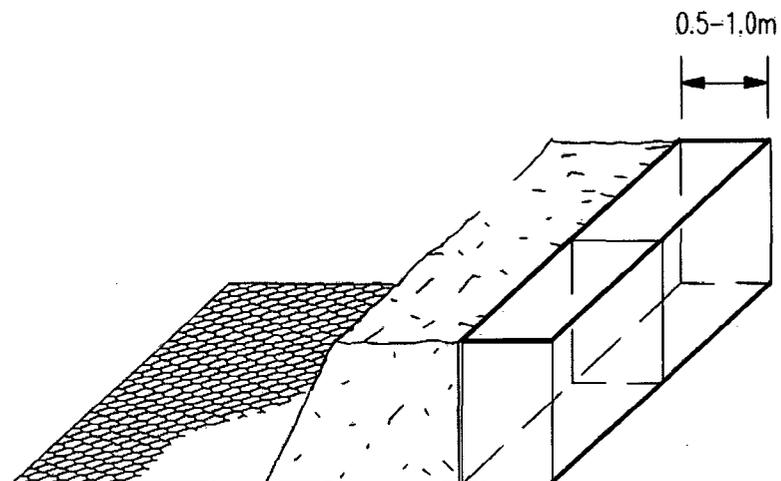


Figura 10: Relleno y compactación del elemento suelo reforzado.

Colocación de geomalla y geocompuesto

La geomalla y el geocompuesto deben ser tendidos en la elevación y orientación de acuerdo a los planos de construcción y según lo especificado por el fabricante, se cortará de acuerdo a largos medidos, una vez desenrollada deberán ser tensionados a mano hasta que estén completamente tensos, sin arrugas y totalmente tendida en el suelo, los paneles deberán tener un traslape longitudinal mínimo de 10 cm. a menos que se especifique lo contrario en los planos de la construcción, los paneles deben ser mantenidos en su lugar con estacas, pasadores, bolsas de arena, o rellenos, según los requisitos de las propiedades del llenado. La geomalla no debe ser cortada en la dirección de resistencia principal a través del traslape, costura o conexión mecánica, por lo que debe ser instalada en una pieza continua con la dirección de resistencia principal extendida en el largo total del área reforzada, quedando tal y como se muestra en la Fig. 11 (HOB CONSULTORES, 2011).

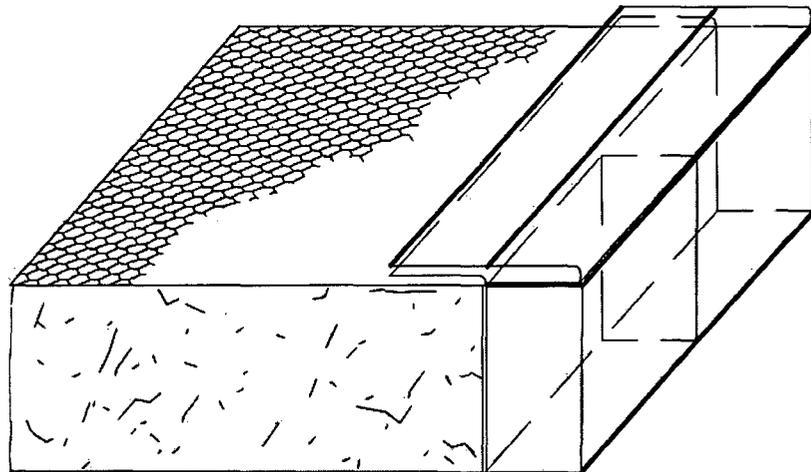


Figura 11: Relleno y compactación del elemento suelo reforzado.

Empleo del geotextil

Se recomienda la utilización de filtro geotextil no tejido, para evitar el pasaje de las partículas del suelo a través de las piedras y garantizar que el agua percole por los elementos estructurales eliminando el empuje hidrostático.

El geotextil se colocará de manera que quede sobre los paños de red de refuerzo (en una longitud de 0,50 m) y adyacente a la cara interna del paramento en contacto con el relleno, tal como se indica en los croquis respectivos. Para cubrir toda la longitud de los muros, será necesario unir los diversos paños de geotextil mediante traslapes de 30 cm, en la dirección transversal al eje de los muros.

Una vez concluida la instalación del geotextil, se procederá a la ejecución del relleno seleccionado (HOB CONSULTORES, 2011).

B. Muros de Contención rígidos

Son aquellos en los cuales las deformaciones producidas por el empuje del relleno son tan pequeñas que pueden ser despreciadas. Esta condición se verifica en los muros de contención son: concreto armado, concreto ciclópeo, semigráficos, contrafuertes, de gravedad, en voladizo (Álvarez y Saurith, 2010).

B.1. Muro de concreto armado

B.1.1. Concepto de concreto armado

Los Muros de Contención de Concreto Armado son estructuras que tienen armadura de refuerzo, resisten el empuje originado por la presión del relleno, por medio de la acción en voladizo de un muro vertical y una base horizontal, para garantizar la estabilidad. Se diseñan para resistir los momentos flectores y el cortante producidos por el empuje.

En estos muros, debe verificarse el esfuerzo cortante que permite dimensionar el espesor de la base, la sección crítica se localiza en el canto de la pantalla. Por lo general, esta se construye luego de terminada la base, en cuya parte superior se dispone una cuña que impide el deslizamiento de la pantalla y transmite los esfuerzos de corte entre base y pantalla. Se dejan espigas en la base para permitir el amarre, a través de ellas, con la armadura de la pantalla, así como también la transmisión de esfuerzos flectores (Lucero, Pachamora y Rodríguez, 2012).

B.1.2. Partes de un muro de contención

A continuación se muestra en la Fig. 12 las partes de un muro de contención (Álvarez y Saurith, 2010).

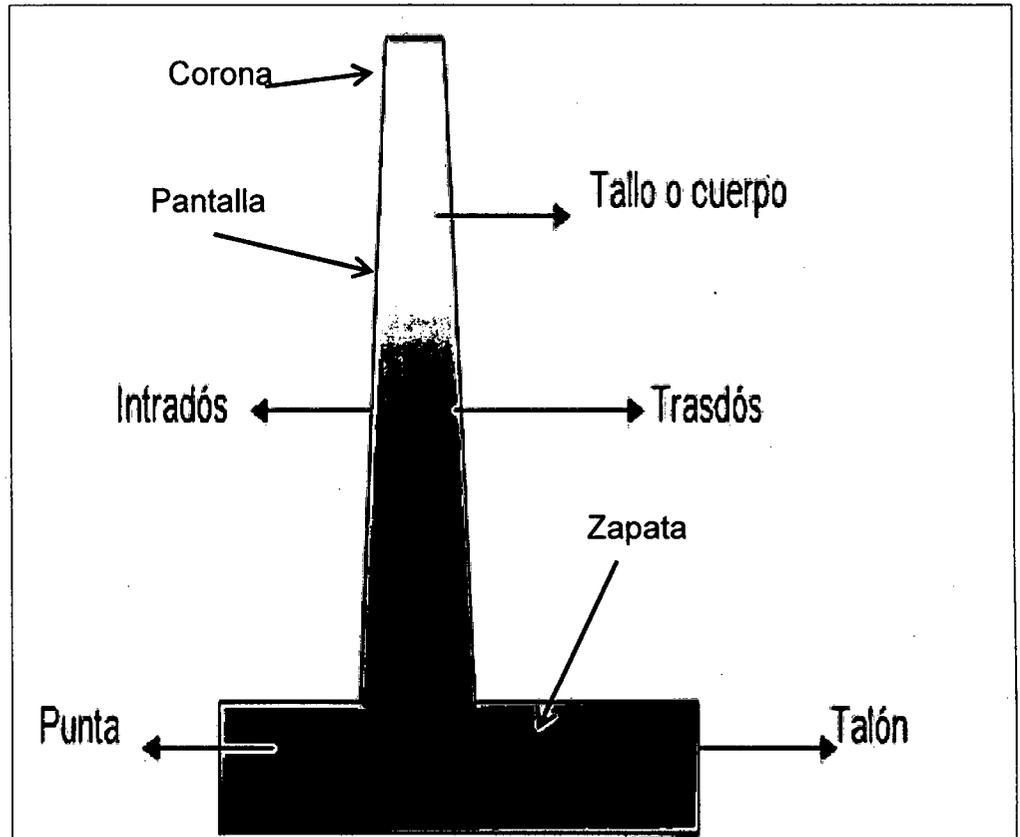


Figura 12: Partes de un muro de contención rígido.

Fuente: Álvarez y Saurith, 2010.

Pantalla (Escarpa): es el paramento vertical, denominándose intradós la cara en contacto con el terreno, y trasdós la vista al exterior.

Coronación: es el remate superior en la parte alta.

Cimentación: Se encarga de transmitir los esfuerzos al terreno, evitando el vuelo del conjunto.

Base: el punto de contacto entre el muro y el cimiento, con la misma o mayor dimensión que la coronación.

Tallo o Cuerpo: Parte del muro que se levanta a partir de los cimientos de este, y que tiene una altura y un grosor determinados en función de la carga a soportar.

Talón: Parte del cimiento opuesta a la puntera, queda por debajo del trasdós y bajo el terreno contenido.

Punta: parte de la base del muro (cimiento) que queda debajo del intradós y no introducida bajo el terreno contenido.

B.1.3. Especificaciones Técnicas del concreto armado

- **Materiales para el concreto armado**

Este trabajo consiste en el suministro de materiales, fabricación, colocación, vibrado, curado y acabados de los concretos de cemento Pórtland, colocación de acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$, de acuerdo con los planos del proyecto, las especificaciones y las instrucciones del Supervisor, en la Tabla 4 se indica la resistencia con la que se trabaja para muros de concreto armado (HOB CONSULTORES, 2011).

Tabla 4: Resistencia a la compresión para concreto armado

Clase	Resistencia mínima a la compresión a 28 días	
	MPa	Kg/cm²
Concreto reforzado		
C1	27,4	280
D1	20,6	210
D3 – (Incluye Bomba)	20,6	210

Fuente: HOB CONSULTORES, 2011.

Cemento

El cemento utilizado será Portland Tipo I o normal, el cual deberá cumplir lo especificado en la Norma Técnica Peruana NTP 334.009, NTP 334.090, Norma AASHTO M85 o la Norma ASTM-C150 (HOB CONSULTORES, 2011).

Agregados

Agregado fino

Se considera como tal, a la fracción que pase la malla de 4,75 mm (N° 4). Provenirá de arenas naturales o de la trituración de rocas o gravas. El porcentaje de arena de trituración no podrá constituir más del treinta por ciento (30%) del agregado fino.

Agregado grueso

Se considera como tal, al material granular que quede retenido en el tamiz 4,75 mm (N° 4). Será grava proveniente de la trituración de roca.

Agua

El agua por emplear en las mezclas de concreto deberá estar limpia y libre de impurezas perjudiciales. Se considera adecuada el agua que sea apta para consumo humano, debiendo ser analizado según Norma MTC E 716, cumpliendo con las características de las tolerancias según ensayos indicados en la Tabla 5 (HOB CONSULTORES, 2011).

Tabla 5: Tolerancias máximas del agua

Ensayos (ppm)	Tolerancias (máx.)
Sales solubles	5000
Materia Orgánica	3,00
Sulfatos como ión SO ₄	600
Cloruros como ión Cl ⁻	1000
PH	5,5 a 8,0

Fuente: HOB CONSULTORES, 2011.

El agua debe tener las características apropiadas para una óptima calidad del concreto. Así mismo, se debe tener presente los aspectos químicos

del suelo a fin de establecer el grado de afectación de éste sobre el concreto (HOB CONSULTORES, 2011).

Aditivos

Se podrán usar aditivos de reconocida calidad que cumplan con la norma ASTM C-494, para modificar las propiedades del concreto, con el fin de que sea más adecuado para las condiciones particulares de la estructura por construir. Su empleo deberá definirse por medio de ensayos efectuados con antelación a la obra, con dosificaciones que garanticen el efecto deseado, sin perturbar las propiedades restantes de la mezcla, ni representar riesgos para la armadura que tenga la estructura (HOB CONSULTORES, 2011).

Acero de Refuerzo

Este material está constituido por barras de acero corrugadas, con límite de acero de fluencia (f_y) de 420 MPa (420 kg/cm²), que se colocan como refuerzo dentro de las diferentes estructuras permanentes de concreto, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el proyecto (MTC, 2013).

El acero de refuerzo tiene su peso y diámetro nominal según el número de barra, así como se muestra en la Tabla 6.

Esta partida comprende el aprovisionamiento, almacenamiento, corte, doblado y colocación de las varillas de acero para el refuerzo en estructuras de concreto armado, de acuerdo a la sección 9 "Reinforcing Steel" de la división II de la norma AASHTO, a la sección 615 "Acero de Refuerzo" de las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG-2000, a estas especificaciones técnicas, a los planos o a las indicaciones del Supervisor (HOB CONSULTORES, 2011).

Suministro y Almacenamiento

Las varillas corrugadas a usar deberán tener impresas en forma clara las siglas o emblema de la empresa de la cual proceden, así como el

grado a que corresponden y el diámetro nominal. Adicionalmente deberán contar con etiquetas que indiquen el lote correspondiente.

No se aceptarán las varillas que no estén identificadas o que presenten oxidación excesiva, grietas, corrosión o que al doblarse a temperatura ambiente (16 °C) se agrieten o rompan en la parte exterior de la zona doblada.

El acero de refuerzo deberá ser almacenado en forma ordenada y por encima del nivel del terreno, ya sea sobre plataformas, largueros u otros soportes adecuados, de manera que se encuentre protegido contra daños mecánicos y deterioro superficial por efectos de la intemperie y ambiente corrosivos entre otros.

Asimismo, el acero no deberá estar expuesto a fenómenos atmosféricos, principalmente precipitación pluvial (HOB CONSULTORES, 2011).

Lista de Despiece y Diagrama de Doblado

Antes de iniciar el corte del material a los tamaños indicados en los planos, el Contratista deberá proporcionar al Supervisor, para su aprobación, las listas de despiece y los diagramas de doblado en compatibilidad con lo indicado en los planos. No se iniciará trabajo alguno hasta que dichas listas y diagramas hubiesen sido aprobados. La aprobación de tales listas y diagramas, de ninguna manera podrá exonerar al Contratista de su responsabilidad en cuanto a la comprobación de la exactitud de las mismas. Será por cuenta del Contratista la inspección de los materiales entregados, de acuerdo con esas listas y diagramas, para la comprobación del acatamiento correspondiente a lo especificado en las mismas (HOB CONSULTORES, 2011).

Tabla 6: Peso de las barras por unidad de longitud.

Barra N°	Diámetro Nominal		Peso
	mm	pulg	Kg/m
2	6,35	1/4"	0,25
3	9,5	3/8"	0,56
4	12,7	1/2"	1,00
5	15,7	5/8"	1,55
6	19,1	3/4"	2,24
7	22,2	7/8"	3,04
8	25,4	1"	3,97
9	28,7	1 1/8"	5,06
10	32,3	1 1/4"	6,41
11	35,8	1 3/8"	7,91
14	43,0	1 3/4"	11,38
18	57,3	2 1/4"	20,24

Fuente: HOB CONSULTORES, 2011.

- **Proceso constructivo del muro de concreto armado**

En la Fig. 17 se observa los pasos a seguir y como debe quedar el muro de concreto armado.

Excavación

Se debe realizar la excavación de las bases de los mismos según lo indicado en los planos (Fig. 13)

Se debe preparar el terreno para las cimentaciones necesarias de tal manera que se obtenga una cimentación firme y adecuada, de no ser

así se debe excavar o reemplazar por material seleccionado o por concreto pobre. El fondo de las excavaciones que va a recibir el concreto debe nivelarse con herramientas manuales (MTC, 2013).



Figura 13: Excavación para muro de concreto armado

Fuente: Álvarez y Saurith, 2010.

Colocación del refuerzo estructural

Tan pronto como el concreto del solado haya fraguado, o la alternativa para proteger el suelo de fundación, se procederá a colocar las varillas de refuerzo de acuerdo con las dimensiones, diámetros y figuración indicados en los planos estructurales así como se indica en la Fig. 14, y se procederá a la colocación de formaletas y vaciado de concreto, luego de ser revisado por la supervisión se procederá vaciado, (MTC, 2013).

Encoframiento

Los encofrados deberán ser diseñados y construidos de modo que resistan totalmente el empuje del concreto al momento del vaciado sin deformarse, incluyendo el efecto de vibrado para densificación y que su remoción no cause daño al concreto. Para efectos de diseño, se tomará

un coeficiente aumentativo de impacto igual al 50% del empuje del material que debe ser recibido por el encofrado, Fig. 14.

Los encofrados deberán ser contruidos de manera que el elemento de concreto vaciado tenga la forma y dimensiones del proyecto y que se encuentre de acuerdo con los alineamientos y cotas aprobadas por el Supervisor y deberán presentar una superficie lisa y uniforme (MTC, 2013).

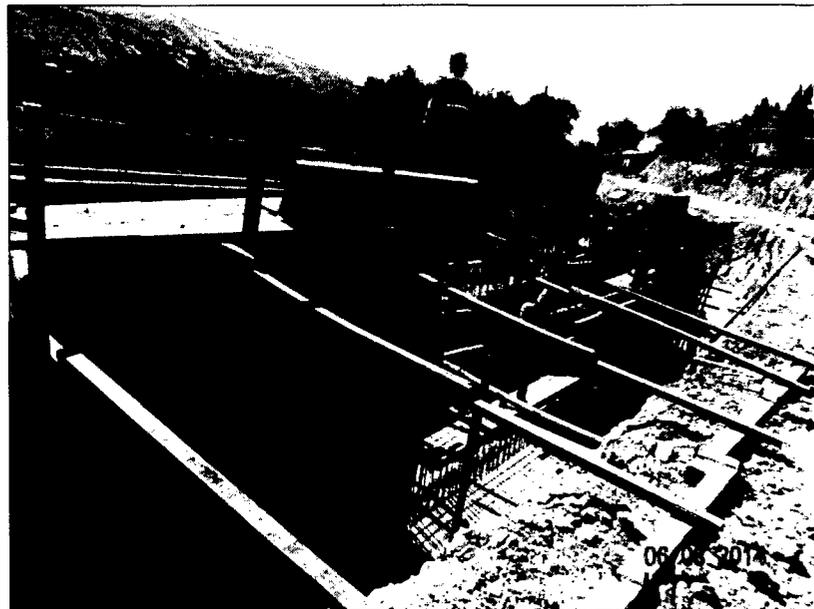


Figura 14: Colocación de acero de refuerzo y encoframiento.

Vaciado de concreto en cimientos

Se llenará los cimientos de la zapata y pantalla del muro para luego dar inicio al armado de la estructura del muro así como a su encofrado del muro. Se tendrá cuidado de dejar la llave de corte en la cimentación del muro para permitir un mejor amarre de este con la pantalla del muro propiamente dicho (MTC, 2013).

Agujeros para drenaje

Los agujeros para drenaje o alivio se deberán construir de la manera y en los lugares señalados en los planos. Los dispositivos de salida,

bocas o respiraderos para igualar la presión hidrostática se deberán colocar por debajo de las aguas mínimas.

Los moldes para practicar agujeros a través del concreto pueden ser de tubería metálica, plástica o de concreto, cajas de metal o de madera. Si se usan moldes de madera, ellos deberán ser removidos después de colocado el concreto (HOB CONSULTORES, 2011).

Colocación del concreto

El concreto no se podrá colocar en instantes de lluvia, a no ser que el Contratista suministre cubiertas que a juicio del Supervisor, sean adecuadas para proteger el concreto desde su colocación hasta su fraguado.

En todos los casos, el concreto se deberá depositar lo más cerca posible de su posición final y no se deberá hacer fluir por medio de vibradores. Los métodos utilizados para la colocación del concreto deberán permitir una buena regulación de la mezcla depositada, evitando su caída con demasiada presión o chocando contra los encofrados o el refuerzo. Por ningún motivo se permitirá la caída libre del concreto desde alturas superiores a uno y medio metros (1,50 m).

Al verter el concreto, se compactará enérgica y eficazmente, para que las armaduras queden perfectamente envueltas; cuidando especialmente los sitios en que se reúna gran cantidad de ellas, y procurando que se mantengan los recubrimientos y separaciones de la armadura (HOB CONSULTORES, 2011).

Vibración

El concreto colocado se deberá consolidar mediante vibración, hasta obtener la mayor densidad posible, de manera que quede libre de burbujas de aire, y que cubra totalmente las superficies de los encofrados y los materiales embebidos. Durante la consolidación, el vibrador se deberá operar a intervalos regulares y frecuentes, en

posición casi vertical y con su cabeza sumergida profundamente dentro de la mezcla.

No se deberá colocar una nueva capa de concreto, si la precedente no está debidamente consolidada (HOB CONSULTORES, 2011).



Figura 15: Encofrado y solaqueado de la pantalla

Juntas

Se deberán construir juntas de contracción y dilatación, con las características y en los sitios indicados en los planos de la obra o donde lo indique el Supervisor.

La junta deberá estar exenta de polvos y material suelto; el concreto debe estar fraguado y presentar una superficie rugosa. Es conveniente eliminar la lechada superficial mediante un escobillado.

El espacio se rellenará con poliestireno expandido (tecnopor) e=1", de la manera dispuesta en los planos tal y como se muestra en la Fig. 16, en superficies expuestas, las juntas deberán ser horizontales o verticales, rectas y continuas, a menos que se indique lo contrario (HOB CONSULTORES, 2011).

Relleno y Compactación

En estructuras de contención y sostenimiento, su colocación del relleno se hará después de 14 días de vaciado el concreto o cuando las pruebas de resistencia realizadas bajo el control de la Supervisión, demuestren que el concreto ha alcanzado el 70% de la resistencia proyectada, la colocación del relleno se realiza mediante capas horizontales de no más de 0,20 m de espesor, compactadas a una densidad mínima de 95% de la M.D.S. obtenida del ensayo Próctor Modificado, tal y como se muestra en la Fig. 16. En caso el relleno llegue al nivel de la subrasante, los 0,30 m superiores del relleno serán compactados a una densidad mínima de 100% de la M.D.S. del ensayo Próctor Modificado (HOB CONSULTORES, 2011).



Figura 16: Sello de las juntas de dilatación y relleno y compactación

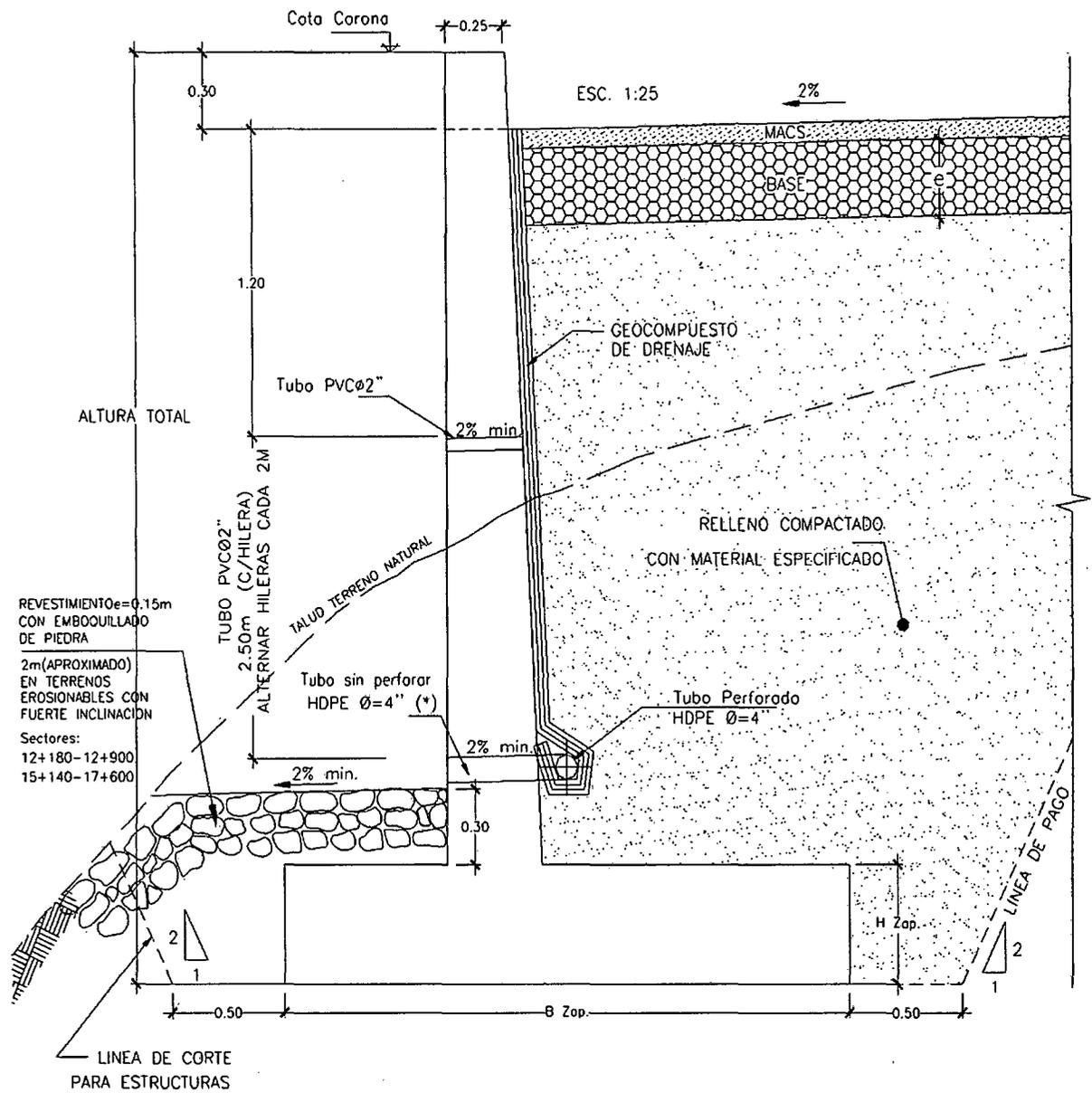


Figura 17: Muro de concreto armado

Fuente: HOB CONSULTORES, 2011.

2.2.3. Ventajas y desventajas de los muros de contención de suelo reforzado contra los de concreto armado (Pinedo, 2012).

Ventajas de los muro de suelo reforzado (terramesh)

Utilizan procedimientos de construcción rápidos, simples y no requieren de gran cantidad de equipos para la construcción.

- No se requieren de conocimientos especiales para poder llevar a cabo su construcción.
- Requiere de menos preparación del terreno que otras alternativas.
- Necesita menos espacio enfrente de las estructura para realizar distintas operaciones de construcción.
- Son rentables.
- Son técnicamente factibles para alturas por encima de los 30 metros.
- La prefabricación de los materiales, la construcción rápida y sencilla se ha traducido en una reducción de costos en comparación a los muros de contención tradicionales.

Desventajas Potenciales de los muros de suelo reforzado

Las desventajas que suelen estar asociadas con las estructuras de suelo reforzado van a depender de las distintas condiciones locales y del tipo de proyecto.

- Requieren de un espacio relativamente grande detrás del muro en el cual se colocará el refuerzo.
- Los muros de suelo reforzado requieren de relleno granular cuidadosamente seleccionado. Dependiendo de la ubicación de la obra, el flete por importación del material de relleno adecuado puede hacer que el sistema, es decir la construcción de un muro de suelo reforzado resulte antieconómico.
- El diseño de los sistemas de muro de suelo reforzado involucran una responsabilidad compartida entre los diseñadores y los proveedores de las materias, es decir propietarios de las canteras de donde se extraerá el material, y los proveedores de los elementos de refuerzo.

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Según Álvarez y Saurith, 2010.

Talud.

Un talud o ladera, es una masa de tierra que no es plana sino que posee pendiente o cambios de altura significativos. Técnicamente se define como ladera cuando su conformación actual tuvo como origen un proceso natural, y talud cuando se conformó artificialmente.

Altura de Talud

Es la distancia vertical entre el pie y la cabeza, la cual se presenta claramente definida en taludes artificiales, pero es complicada de cuantificar en las laderas debido a que el pie y la cabeza no son accidentes topográficos bien marcados.

Pie de Talud

Corresponde al sitio de cambio brusco de pendiente en la parte inferior.

Cabeza o escarpe de Talud

Se refiere al sitio de cambio brusco de pendiente en la parte superior.

Altura de nivel freático

Distancia vertical desde el pie del talud o ladera hasta el nivel de agua, medida debajo de la cabeza.

Pendiente

Es la medida de la inclinación del talud o ladera. Puede medirse en grados, en porcentaje o en relación $m/1$, en la cual m es la distancia horizontal que corresponde a una unidad de distancia vertical.

Capacidad portante o esfuerzo admisible

Es la resistencia admisible del suelo de cimentación considerando factores de seguridad apropiados al análisis que se efectúa (HOB CONSULTORES, 2011).

Clasificación de suelos (HOB CONSULTORES, 2011)

GM: Grava limosa semicompacto de consistencia nula en estado seco
70% grava, 30% arena limpia.

CL: Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.

ML: Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODO

3.1. Localización

3.1.1. Ubicación Política y Geográfica

El Tramo San Marcos – Cajabamba, tiene una longitud de 58,77 km, se encuentra ubicado en el departamento de Cajamarca, Provincias de San Marcos y Cajabamba. Pertenece a la Ruta Nacional PE – 3N que corresponde a la Carretera Longitudinal de la Sierra (Fig. 18 y 19).

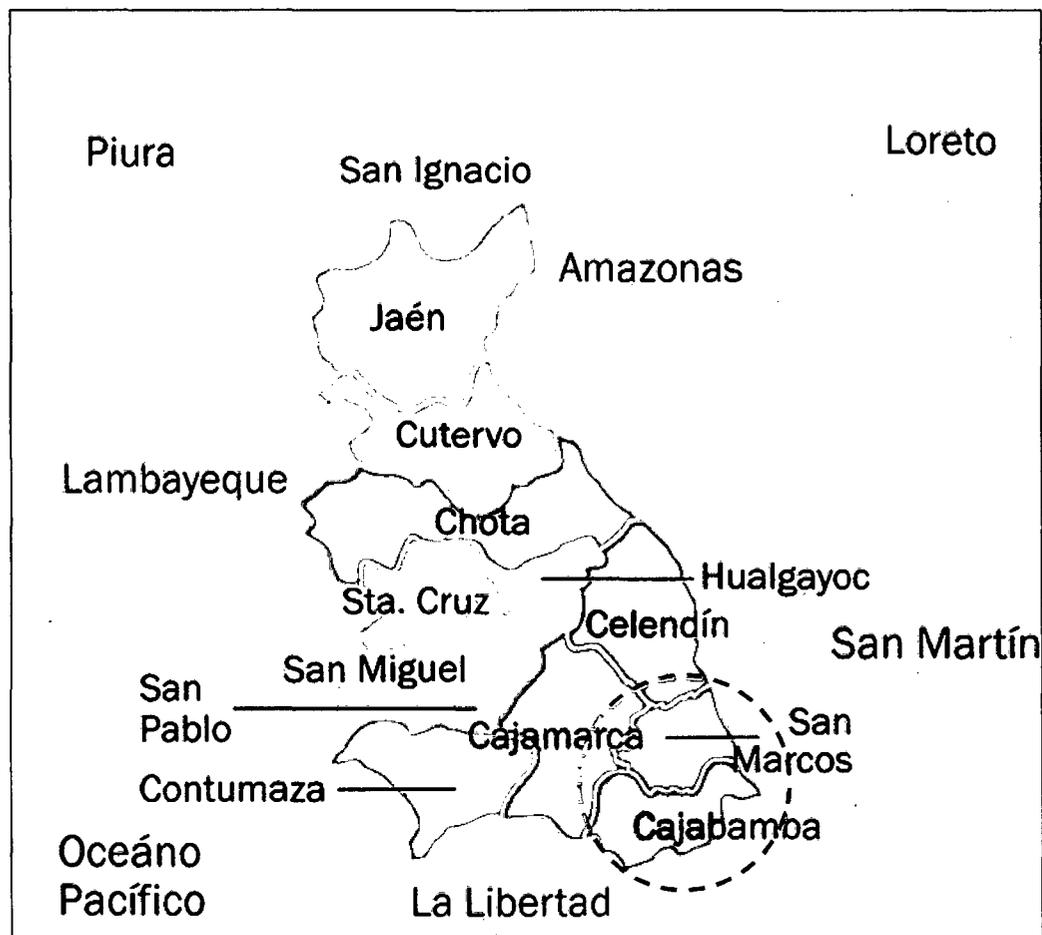


Figura 18: Ubicación de las provincias San Marcos – Cajabamba

Fuente: HOB CONSULTORES, 2011.

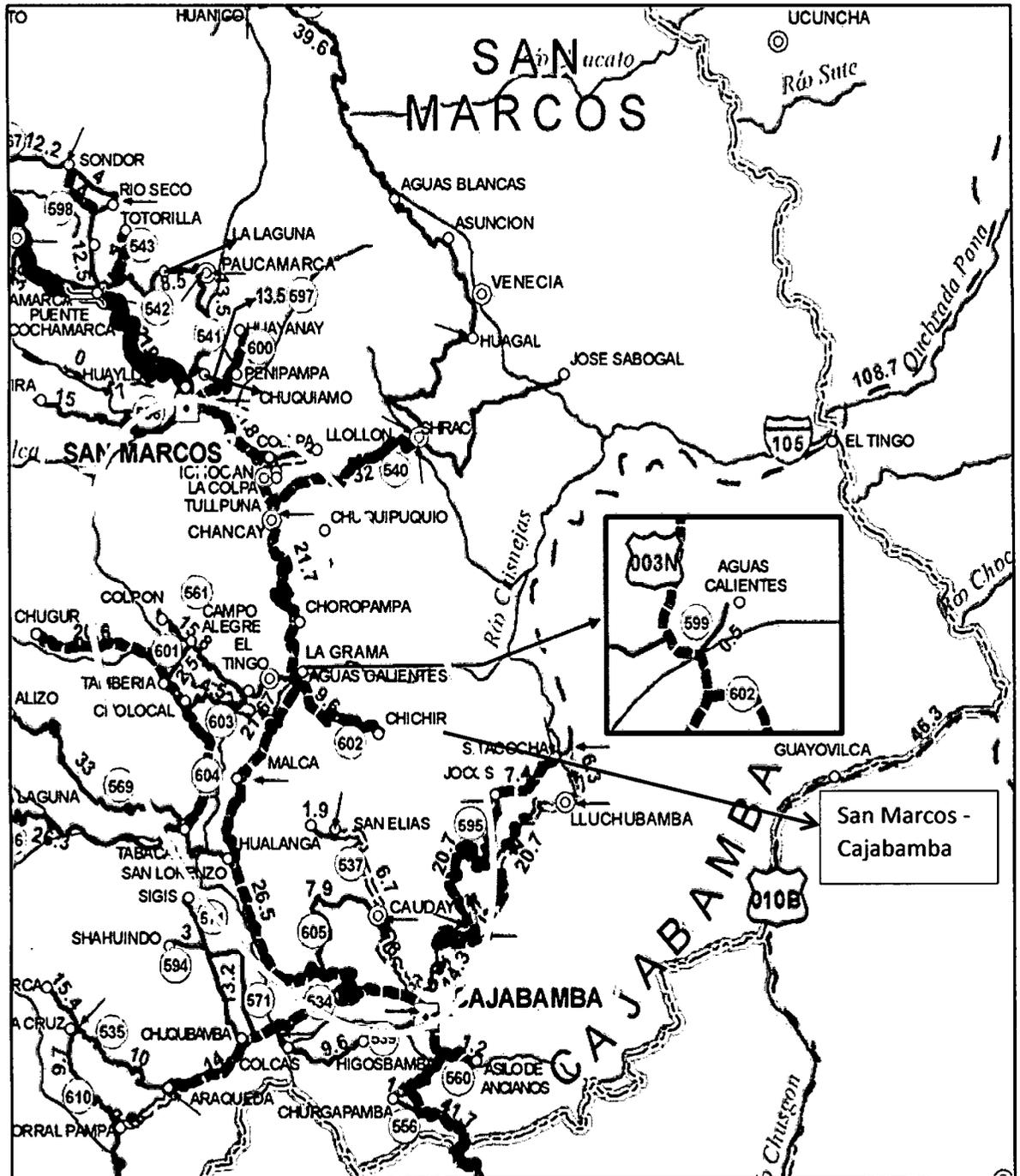


Figura 19: Ubicación de la carretera San Marcos – Cajabamba
Fuente: HOB CONSULTORES, 2011.

El inicio del tramo se encuentra ubicado en la provincia de San Marcos, inmediatamente después del Puente Cascacén, y el final del tramo está ubicado en la provincia de Cajabamba (Fig. 19 y 20), cuyas coordenadas UTM y demás datos se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7: Datos de ubicación de la Carretera San Marcos – Cajabamba.

Datos	Inicio	Fin
Progresiva	Km. 00+000	Km. 58+770.00
Datum	WGS84	WGS84
Huso	17	17
Zona	M	M
Este	813698.00	826150.00
Norte	9188025.00	9154989.00
Altitud	2290 m.s.n.m	2658 m.s.n.m
Longitud Oeste	78°9'32,02"	78°2'39.15"
Longitud Sur	7°20'12,48"	7°38'4,23"

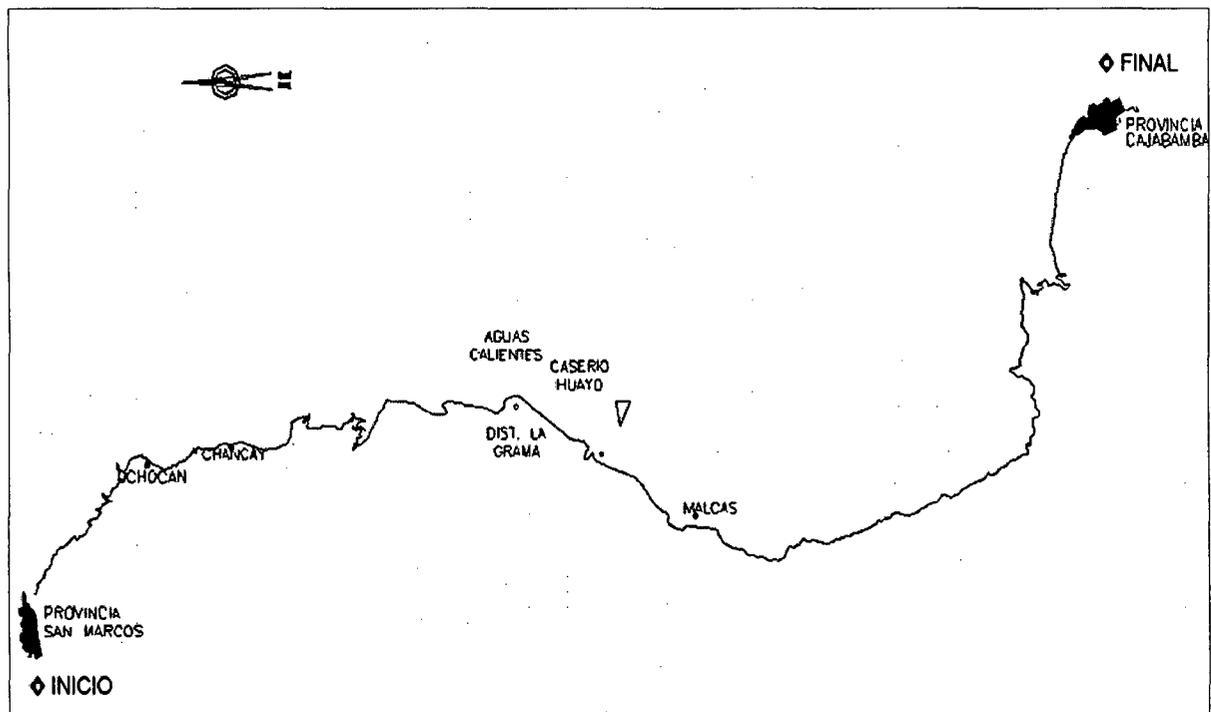


Figura 20: Carretera San Marcos – Cajabamba

Fuente: HOB CONSULTORES, 2011.

3.1.2. Tiempo en que se realizó la investigación.

La investigación se realizó entre los meses de setiembre y octubre del año en curso, mediante investigación y análisis de datos, teniéndose en cuenta el tipo de suelo, esfuerzo admisible, altura de talud, altura de los muros de contención seleccionados en la carretera San Marcos - Cajabamba.

3.1.3. Materiales y equipo.

Materiales:

- Cartas geográficas,
- Formatos de muros de contención (MCA y terramesh),
- Libreta topográfica,
- Material de escritorio.
- Wincha.
- Juego de tamices

Equipos:

- DPL,

3.2. Metodología

3.2.1. Tipo de investigación

Es una investigación descriptiva no experimental, ya que no existe manipulación de variables, se identificó el uso de los muros de contención seleccionados teniendo en cuenta: tipo de suelo, esfuerzo admisible y altura de talud, así mismo se cuantificaron los datos obtenidos de cuál es el más eficiente según su tiempo y costo en su proceso constructivo tanto para muros con concreto armado como con suelo reforzado (Terramesh) en la carretera San Marcos – Cajabamba.

3.2.2. Población y muestra

Conformado por todos los muros de concreto armado y suelo reforzado (terramesh) construidos en la carretera San Marcos – Cajabamba, de los cuales se han elegido diez muros de contención: cinco de concreto armado y cinco de suelo reforzado (terramesh).

3.2.3. Unidad de Análisis

Muros de contención: Muros de concreto armado y con suelo reforzado (terramesh).

3.2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para el desarrollo de variables se procedió a hacer lo siguiente:

Elaboración de fichas de inspección para ambos tipos de muros de contención, tanto para concreto armado como para suelo reforzado (terramesh), los cuales se muestran (Tablas 20 y 21 – Anexo A).

Determinación del tipo de suelo mediante los ensayos de análisis granulométrico y límites de consistencia (Tablas 36 y 37 – Anexo B).

Determinación del esfuerzo admisible por medio de la utilización del ensayo DPL (Tabla 38 – Anexo B).

Medición de la altura del talud y del muro, así como su longitud con la Wincha.

3.2.5. Procesamiento para la toma de datos

Para la toma de datos luego de la identificación de los muros de contención a analizar, se procedió a realizar lo siguiente:

Trabajo de campo

Medición de la altura del talud, altura de cada paño del muro (en caso de muro de concreto armado se midió la altura de la zapata más la pantalla y en el muro de suelo reforzado (terramesh) la altura total fue la de la caja gavión), todos estos datos se midieron con ayuda de la Wincha (Tablas 20 y 21 – Anexo A).

Medición de la longitud de cada paño, perteneciente a cada muro de contención elegido, ya sea muro de concreto armado o suelo reforzado (terramesh), de acuerdo a la altura de cada paño (Tablas 20 y 21 – Anexo A).

Para la clasificación de suelos, se procedió a realizar el análisis granulométrico en cada muro de contención construido (Tabla 36 – Anexo B).

Para la determinación del esfuerzo admisible se realizó con el ensayo DPL y formato correspondiente a este (Tabla 28 – Anexo B), este ensayo consiste en el hincado continuo en tramos de 10 cm. de una punta cónica de 90° utilizando la energía de un martillo de 10 kg de peso, que cae libremente desde una altura de 50 cm, el cual permitió obtener un registro continuo de resistencia del terreno a la penetración; para los muros de concreto armado se empezó con el hincado teniendo como punto inicial la loza superior de la zapata hasta llegar al terreno de fundación, es decir hasta el fondo de la zapata siendo este su esfuerzo admisible; así mismo para el muro de suelo reforzado (terramesh) su nivel inicial fue su terreno de fundación, tomando como

referencia el esfuerzo admisible a 10 cm. del terreno de fundación de este último tipo de muro mencionado, (Tablas 22 y 23 – Anexo A).

Trabajo de gabinete

Se realizó la comparación de la clasificación de suelos, esfuerzos admisibles, y alturas de taludes de todos los tipos de muros de contención, ya sea muros de concreto armado o muros de suelo reforzados.

Se calculó el esfuerzo actuante en la zona de contacto de cada altura y muro de contención, ya sea de concreto armado o suelo reforzado.

Para la determinación y comparación de la eficiencia, tiempo de ejecución y costo, se determinó que el muro de concreto armado del Km. 40+103,70 al Km. 40+193,70 cumple todas las condiciones de uso necesarias (clasificación de suelos, altura de talud y esfuerzo admisible), así como su ancho de plataforma para ser un muro de suelo reforzado (terramesh), por lo que se procedió a tomar datos del rendimiento de mano de obra y costo de cada partida correspondiente a cada muro de contención ya sea concreto armado o suelo reforzado (terramesh) del análisis de costos unitarios del estudio definitivo para el Mejoramiento de la carretera San Marcos – Cajabamba – Sausacocha, tramo San Marcos – Cajabamba, realizado por la empresa HOB CONSULTORES.

3.2.6. Análisis e interpretación de datos

Para el procesamiento de la información se utilizó aspectos de estadística descriptiva.

Se realizó la tabulación respectiva en tablas de datos recopilados mediante los instrumentos del caso, anexos de ensayos realizados; los resultados se presentan en comparación de tablas, gráficos estadísticos de acuerdo al objetivo planteado.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Los tipos de suelos en los que fueron construidos los muros de contención evaluados, ya sean muros con concreto armado o suelo reforzado (terramesh), se muestran en la Tabla 8, donde se observa que del total de muros de concreto armado: el 20% han sido construidos en suelos GM, el 60% CL, y el 20% ML y de los muros de suelo reforzados (terramesh): el 80% ha sido construidos en suelos GM y el 20% ML.

Tabla 8: Clasificación de suelo de los muros de contención evaluados

Progresiva Km.	Tipo de muro	Clasificación del suelo
12+735,00 – 12+770,00		GM
25+709,00 – 25+719,34		CL
34+330,00 – 34+405,00	MCA	CL
40+103,70 – 40+193,70		ML
48+380,00 – 48+440,00		CL
10+329,00 – 10+343,00		GM
11+380,00 – 11+420,00		GM
17+539,00 – 17+693,00	MSR	GM
18+138,00 – 18+168,50		GM
45+705,96 – 45+735,96		ML

4.1.2. El esfuerzo admisible de los muros de contención evaluados se muestran en las Tablas 9 y 10; de lo cual al comparar estos esfuerzos tanto en muros de concreto armado (MCA) como en muros de suelo reforzado (MSR), se observa que estos varían de acuerdo a la clasificación de suelo y altura del muro, tal y como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 9: Esfuerzo admisible en los muros de concreto armado.

MCA	Ubicación (Km.)		Altura (m)	Tipo de Suelo			Esfuerzo admisible (kg/cm ²)
	Inicial	Final		Muro	GM	CL	
	12+735,00	12+740,00	6,50	X			1,96
	12+740,00	12+745,00	6,00	X			1,79
	12+745,00	12+750,00	5,50	X			1,43
12+735,00 al 12+770,00	12+750,00	12+755,00	5,50	X			1,61
	12+755,00	12+760,00	5,00	X			1,43
	12+760,00	12+765,00	3,50	X			1,25
	12+765,00	12+767,50	2,50	X			1,07
	12+767,50	12+770,00	2,00	X			0,89
25+709,00 al 25+719,34	25+709,00	25+719,34	8,00		X		2,50
	34+330,00	34+365,00	4,50		X		1,25
34+330,00 al 34+405,00	34+365,00	34+380,00	5,00		X		1,43
	34+380,00	34+390,00	4,50		X		1,25
	34+390,00	34+405,00	5,00		X		1,43
	40+103,70	40+118,70	3,00			X	1,25
40+103,70 al 40+193,70	40+118,70	40+133,70	5,00			X	1,61
	40+133,70	40+158,70	4,00			X	1,43
	40+158,70	40+193,70	2,00			X	0,89

	48+380,00	48+385,00	3,00	X	1,07
	48+385,00	48+390,00	4,00	X	1,43
	48+390,00	48+395,00	5,00	X	1,61
48+380,00 al	48+395,00	48+400,00	6,00	X	1,79
48+440,00	48+400,00	48+420,00	7,00	X	2,14
	48+420,00	48+425,00	6,00	X	1,79
	48+425,00	48+435,00	7,00	X	2,14
	48+435,00	48+440,00	7,00	X	2,14

Tabla 10: Esfuerzo admisible en los muros de suelo reforzado.

MSR	Ubicación (Km.)		Altura (m) Muro	Tipo de Suelo			Esfuerzo admisible (kg/cm ²)
	Inicial	Final		GM	CL	ML	
10+329,00 al 10+343,00	10+329,00	10+343,00	3,00	X			1,25
	11+380,00	11+385,00	3,00	X			1,25
	11+385,00	11+387,50	4,00	X			1,43
	11+387,50	11+390,00	5,00	X			1,61
11+380,00 al	11+390,00	11+407,50	6,00	X			1,79
11+420,00	11+407,50	11+410,00	5,00	X			1,61
	11+410,00	11+412,50	4,00	X			1,43
	11+412,50	11+415,00	3,00	X			1,25
	11+415,00	11+420,00	2,00	X			1,07
17+539,00 al	17+539,00	17+579,00	3,00	X			1,25
17+693,00	17+579,00	17+619,00	4,00	X			1,43

	17+619,00	17+663,00	3,00	X		1,25
	17+663,00	17+673,00	4,00	X		1,43
	17+673,00	17+677,00	5,00	X		1,61
	17+677,00	17+683,00	7,00	X		2,32
	17+683,00	17+687,00	4,00	X		1,43
	17+687,00	17+693,00	3,00	X		1,25
	18+138,00	18+140,00	2,00	X		0,89
	18+140,00	18+141,00	3,00	X		1,25
	18+141,00	18+142,00	4,00	X		1,43
18+138,00 al 18+168,50	18+142,00	18+144,00	5,00	X		1,61
	18+144,00	18+157,40	8,00	X		2,50
	18+157,40	18+159,10	5,00	X		1,61
	18+159,10	18+168,50	4,00	X		1,43
	45+705,96	45+708,96	2,00		X	0,89
	45+708,96	45+713,96	3,00		X	1,25
45+705,96 al 45+735,96	45+713,96	45+720,96	5,00		X	1,61
	45+720,96	45+727,96	6,00		X	1,79
	45+727,96	45+732,96	4,00		X	1,43
	45+732,96	45+735,96	3,00		X	1,25

Tabla 11: Comparación de los esfuerzos admisibles del MCA y MSR

H	MCA			MSR		
	Clasificación de suelos					
	GM	CL	ML	GM	CL	ML
(m)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
2	0,89	-	-	0,89; 1,07	-	-
3	-	1,07	1,25	1,25	-	1,25
4	-	1,43	1,43	1,43	-	1,43
5	1,43	1,43	1,61	1,61	-	1,61
6	1,79	1,79	-	1,79	-	1,79
7	-	2,14	-	2,32	-	-
8	-	2,50	-	2,50	-	-

Se procedió a calcular el esfuerzo actuante en la zona de contacto, de lo cual se verificó que el esfuerzo admisible obtenido en el terreno de fundación es mayor (Tablas 22 y 23, Anexo - A), así mismo según cálculos se determinó que teniendo las mismas alturas en ambos muros de contención, el esfuerzo actuante en la zona de contacto del MCA (Tabla 12, Fig. 22) es menor que el MSR (terramesh) (Tabla 13 y Fig. 24), tal y como se muestra en la Tabla 14 y Fig. 25.

- a. Cálculo del esfuerzo actuante en la zona de contacto del muro de concreto armado, según las fuerzas que actúan en el (Fig. 21).

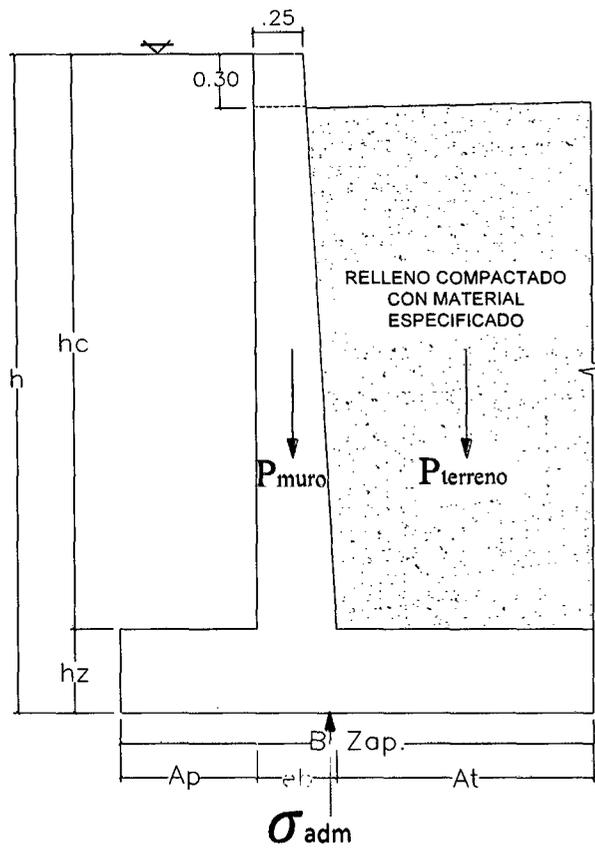


Figura 21: Fuerzas actuantes en el muro de concreto armado.

Dónde:

$A_m = A_p + A_z$	Área del muro (m^2)
$V_m = A_m * L$	Volumen del muro (m^3)
$P_m = V_m * \rho_c$	Peso del muro (Kg)
$\rho_c = 2400 \text{ kg}/m^3$	Peso específico del concreto
$V_r = A_r * L$	Volumen del relleno (m^3)
$P_r = V_r * \rho_s$	Peso del relleno (Kg)
$\rho_r = 1600 \text{ kg}/cm^3$	Peso específico del relleno
$P_T = P_m + P_r$	Peso total (Kg)
$\sigma_{act} = \frac{P_T}{A_c}$	Esfuerzo actuante en la zona de contacto (kg/cm^2)

h, L	Altura y longitud del muro (m)
B _{zap}	Ancho de la zapata (m)
A _p	Área de la pantalla (m)
A _z	Área de la zapata (m ²)
Pr	Peso del relleno (Kg)

Tabla 12: Esfuerzos actuantes en las zonas de contacto de los MCA

MCA			A _m	P _m	A _r	Pr	P _T	σ _{act}	
h	L	B _{zap}							
m	m	m	m ²	kg	m ²	kg	kg	kg/m ²	kg/cm ²
1,50	1,00	0,95	0,70	1680	0,35	560	2240	2357,89	0,24
2,00	1,00	1,30	1,07	2568	0,9	1440	4008	3083,08	0,31
2,50	1,00	1,65	1,34	3216	1,85	2960	6176	3743,03	0,37
3,00	1,00	1,90	1,76	4224	2,66	4256	8480	4463,16	0,45
3,50	1,00	2,30	2,18	5232	4,02	6432	11664	5071,30	0,51
4,00	1,00	2,60	2,68	6432	5,41	8656	15088	5803,08	0,58
4,50	1,00	2,90	3,11	7464	7,11	11376	18840	6496,55	0,65
5,00	1,00	3,20	3,83	9192	8,82	14112	23304	7282,50	0,73
5,50	1,00	3,50	4,33	10392	10,96	17536	27928	7979,43	0,80
6,00	1,00	3,90	5,54	13296	13,34	21344	34640	8882,05	0,89
6,50	1,00	4,20	6,12	14688	15,68	25088	39776	9470,48	0,95
7,00	1,00	4,50	7,53	18072	17,57	28112	46184	10263,11	1,03
7,50	1,00	8,28	19872	4,80	20,88	33408	53280	11100,00	1,11
8,00	1,00	8,98	21552	5,20	24,44	39104	60656	11664,62	1,17

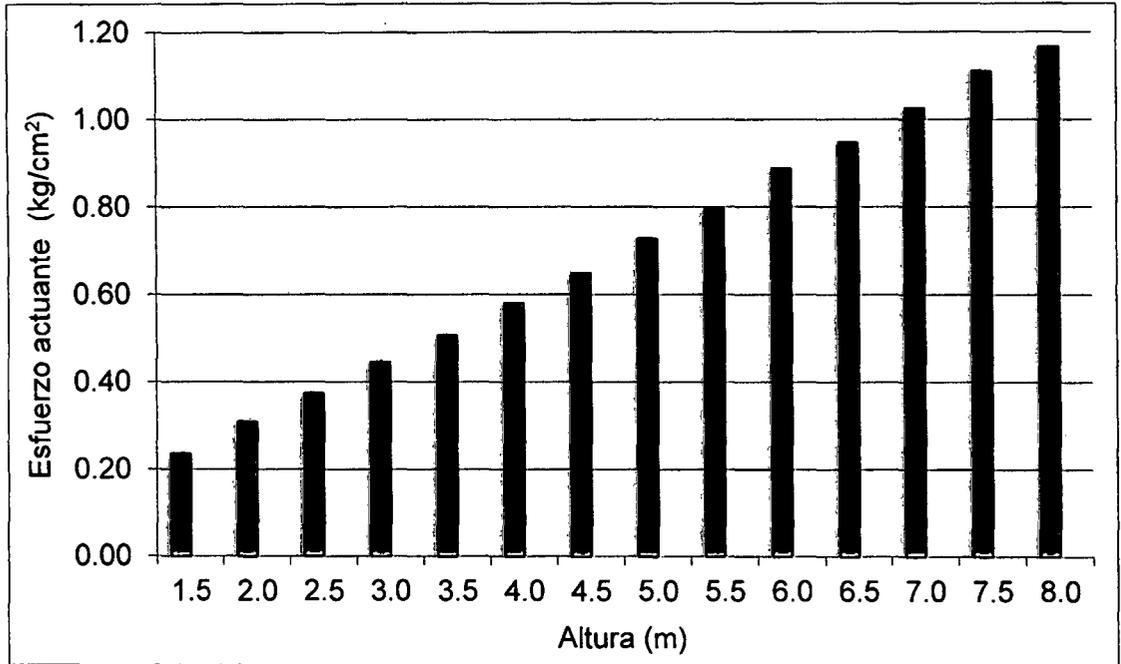


Figura 22: Esfuerzo actuante en la zona de contacto vs altura del MCA

b. Cálculo de los esfuerzos actuantes en las zonas de contacto del muro de suelo reforzado (terramesh), (Fig. 23).

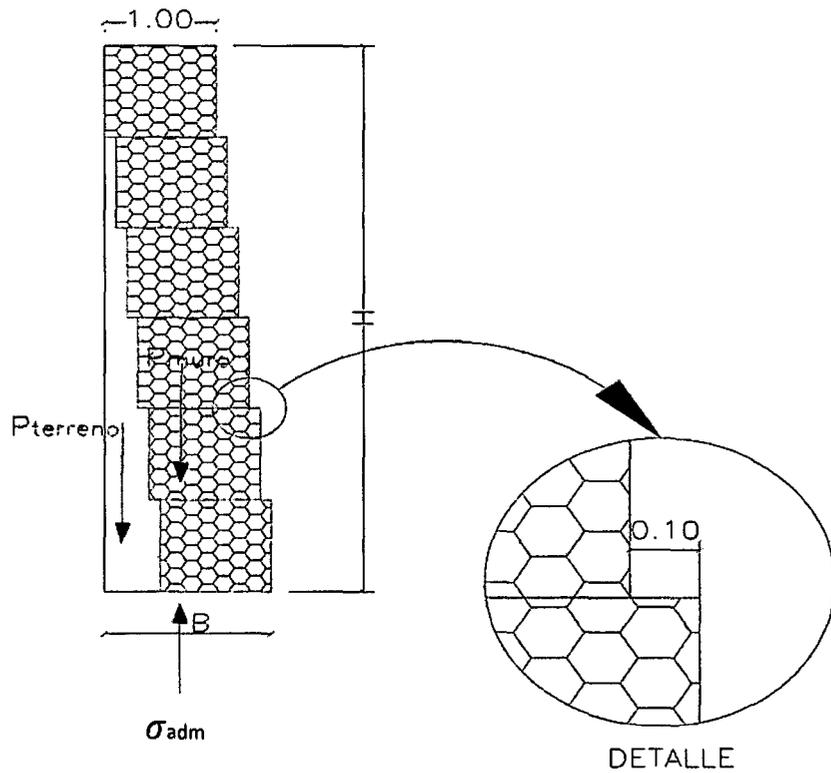


Figura 23: Fuerzas actuantes en el muro suelo reforzado (terramesh)

De la Fig. 23 se observa que conforme aumenta la altura del muro, el área de contacto se vuelve menor, pero para un mejor análisis se ha considerado como si el paramento gavión fuera recto, lo cual se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13: Esfuerzo actuante en la zona de contacto de los MSR

MSR			Volumen Caja Gavión	Área de Contacto	P_{mg}	σ_{act}	
H	B	L					
m	m	m	m^3	m^2	kg	kg/m^2	kg/cm^2
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2500	2500	0,25
2,00	1,00	1,00	2,00	1,00	5000	5000	0,50
3,00	1,00	1,00	3,00	1,00	7500	7500	0,75
4,00	1,00	1,00	4,00	1,00	10000	10000	1,00
5,00	1,00	1,00	5,00	1,00	12500	12500	1,25
6,00	1,00	1,00	6,00	1,00	15000	15000	1,50
7,00	1,00	1,00	7,00	1,00	17500	17500	1,75
8,00	1,00	1,00	8,00	1,00	20000	20000	2,00

Dónde:

$$V_{mg} = H * B * L \quad \text{Volumen del muro gavión (m}^3\text{)}$$

$$A_c = B * L \quad \text{Área de contacto (m}^2\text{)}$$

$$P_m = V_{mg} * \rho_p \quad \text{Peso del muro gavión (Kg)}$$

$$\rho_p = 2500 \text{ kg/m}^3 \quad \text{Peso específico de la piedra}$$

$$\sigma_{act} = \frac{P_m}{A_c} \quad \text{Esfuerzo actuante en la zona de contacto (kg/cm}^2\text{)}$$

$$H, B, L \quad \text{Altura, base y longitud (m)}$$

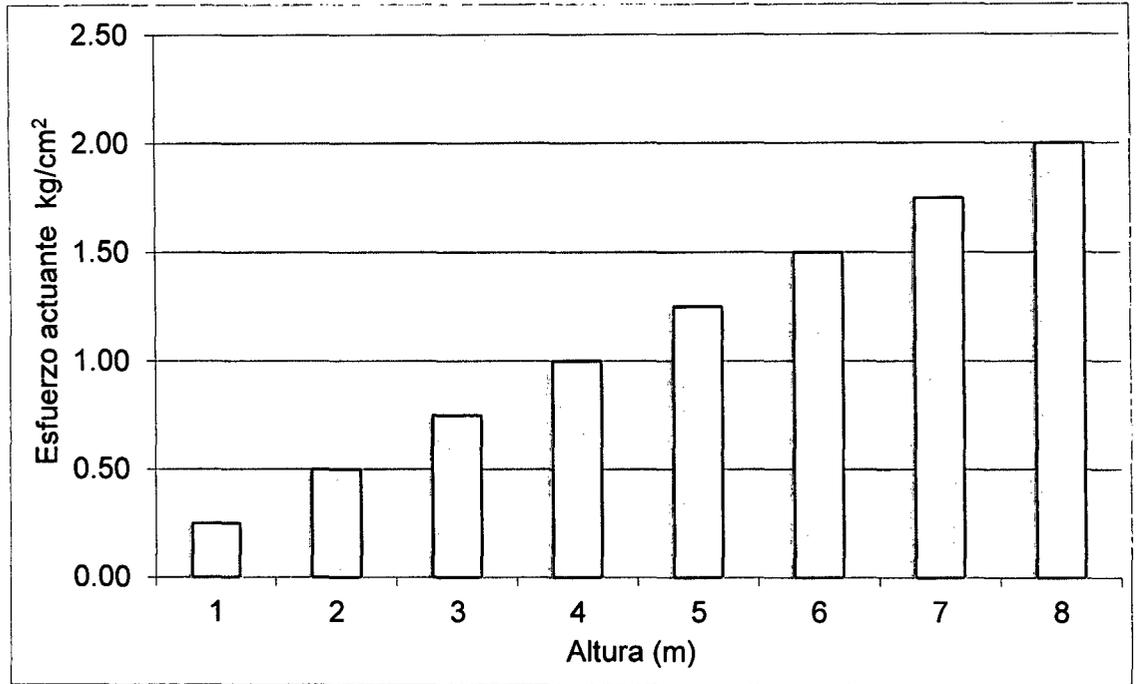


Figura 24. Esfuerzo actuante en la zona de contacto vs altura del MSR.

- c. Comparación de los esfuerzos actuantes en la zona de contacto de ambos muros de contención: concreto armado y suelo reforzado (terramesh).

Tabla 14: Comparación de esfuerzos actuantes en las zonas de contacto.

h m	σ actuante en la zona contacto		$\% = \frac{\sigma_{MSR} - \sigma_{MCA}}{\sigma_{MSR}}$
	MSR kg/cm ²	MCA kg/cm ²	
2	0,50	0,31	38,3
3	0,75	0,45	40,5
4	1,00	0,58	42,0
5	1,25	0,73	41,7
6	1,50	0,89	40,8
7	1,75	1,03	41,4
8	2,00	1,17	41,7

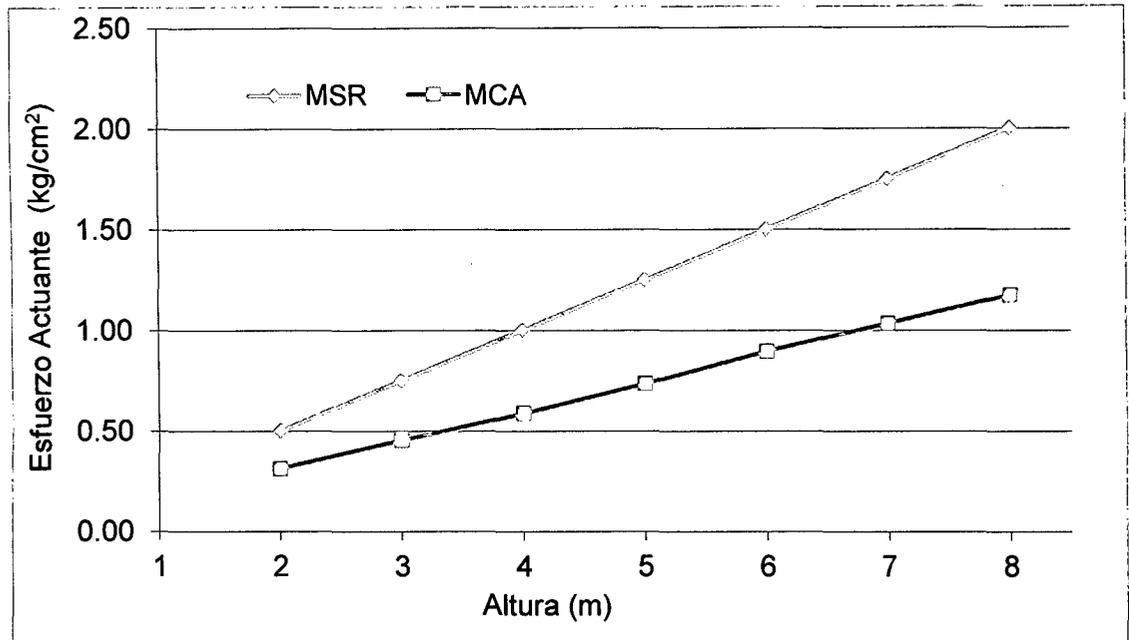


Figura 25: Comparación de esfuerzos actuantes vs alturas, de los MCA Y MSR

4.1.3. Con respecto a la altura de talud, para ambos tipos de muros de contención se ha medido tomando como nivel inicial el terreno de fundación hasta la subrasante (Tablas 22 y 23 – Anexo A), siendo en ocasiones mayor la altura de talud del muro de concreto armado y a veces la de suelo reforzado (terramesh), tal y como se muestra en la comparación de ambos tipos de muros en la Tabla 15.

Tabla 15: Altura de talud de MCA y MSR de acuerdo a la altura del muro

h_{muro}	h_{talud}	
	MCA	MSR
2	1,33	<1,60 a 1,62>
3	2,33	<2,60 a 2,68>
4	3,33	<3,61 a 3,67>
5	4,33	<4,62 a 4,74>
6	5,33	<5,58 a 5,63>
7	6,33	6,63
8	7,33	7,63

Para el desarrollo de los objetivos, sobre el tiempo de ejecución y costo, se ha determinado que el muro de concreto armado del Km. 40+103,70 al Km. 40+193,70 es uno de los muros de contención que cumplen con las condiciones de uso mínimas de ser un muro de suelo reforzado, ya que se han construido diversos MCA y MSR en el mismo tipo de suelo ML, además sus esfuerzos admisibles son mayores a los esfuerzos actuantes de acuerdo a cada altura para ambos tipos de muros de contención.

4.1.4. Para la comparación de la eficiencia y tiempo de ejecución, se ha tomado datos del rendimiento de la mano de obra (Tabla 16).

Tabla 16: Rendimiento de mano de obra diario de MCA Y MSR

Partidas	Unidades	Tipo de Muro	
		MCA	MSR
Excavación no clasificada para estructuras	m ³ /día	100	100
Relleno para estructuras	m ³ /día	360	
Concreto clase D f'c=210 kg/cm ²	m ³ /día	18	
Concreto clase H f'c=100 kg/cm ²	m ³ /día	18	
Encofrado y desencofrado	m ² /día	14	
Acero de refuerzo fy=4200kg/cm ²	Kg/día	250	
Tubería HDPE corrugada D=4"	m/día	90	90
Tubo PVC SAP D=2"	m/día	120	
Geocompuesto de drenaje	m ² /día	100	100
Junta para muros	m ² /día	40	
Relleno para suelo reforzado	m ³ /día		746
Geotextil no tejido clase 2	m ² /día		250
Geomalla de poliéster Tipo I	m ² /día		250
Elemento muro de suelo reforzado	m ³ /día		18

Fuente: HOB CONSULTORES, 2011.

De lo cual al dividir el metrado correspondiente del MCA y del MSR (Tablas 24 y 27 Anexo A) entre el rendimiento de la mano de obra (Tabla 16), se obtiene el tiempo de ejecución diaria por metro lineal de concreto armado (Tabla 25 – Anexo A, Fig. 26) y de suelo reforzado (Tabla 28 – Anexo A, Fig. 27), de acuerdo a las alturas de 2,00; 3,00; 4,00 y 5,00 m. correspondientes a este muro de contención ubicado entre los Km. 40+103,70 al Km. 40+193,70.

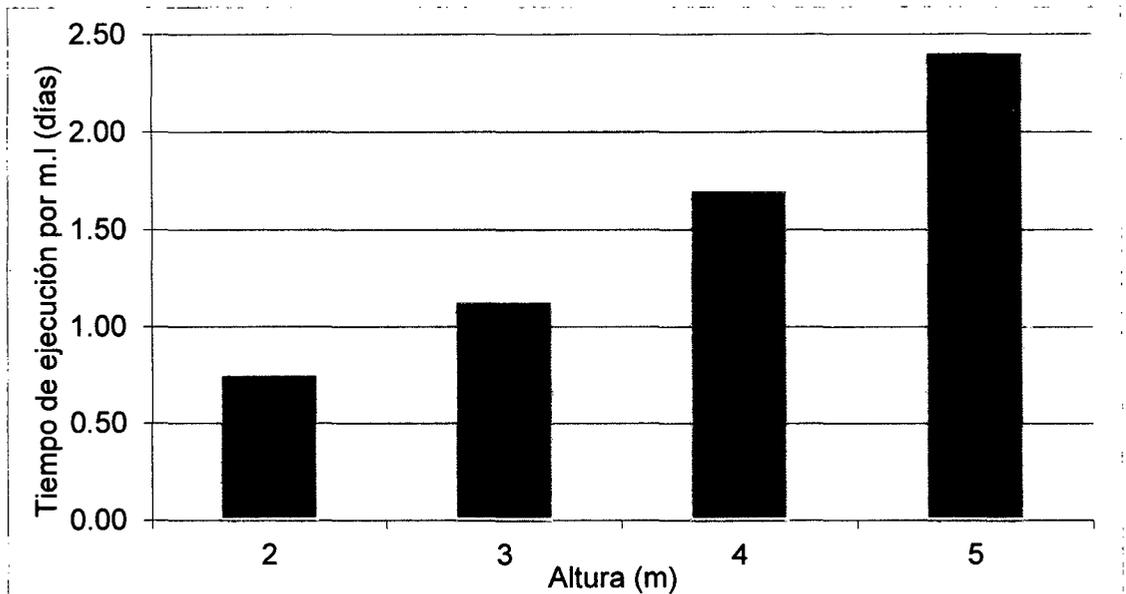


Figura 26: Tiempo de ejecución por m.l. vs alturas del muro de concreto armado.

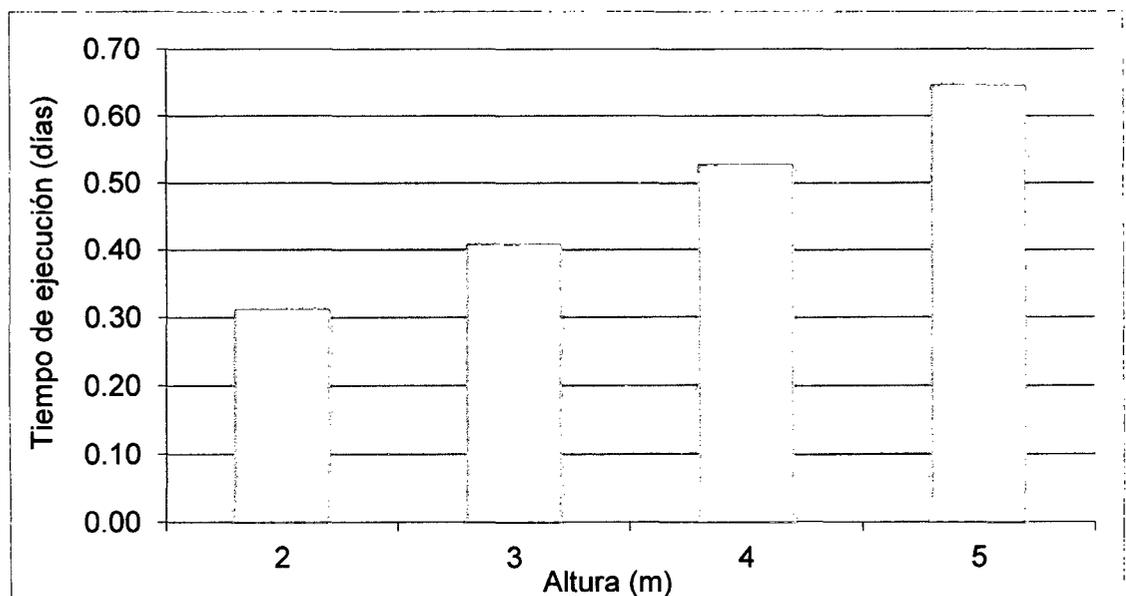


Figura 27: Tiempo de ejecución por m.l. vs alturas del muro de suelo reforzado.

Determinándose que el tiempo de ejecución por metro lineal del MCA es mayor al MSR, tal y como se indica en la Tabla 17 y Fig. 28.

Tabla 17: Tiempo de ejecución por metro lineal del MCA y MSR.

h (m)	L (m)	MCA días	MSR días	%
2,00	1,00	0,74	0,31	57,87
3,00	1,00	1,12	0,41	63,66
4,00	1,00	1,69	0,52	68,87
5,00	1,00	2,39	0,64	73,06

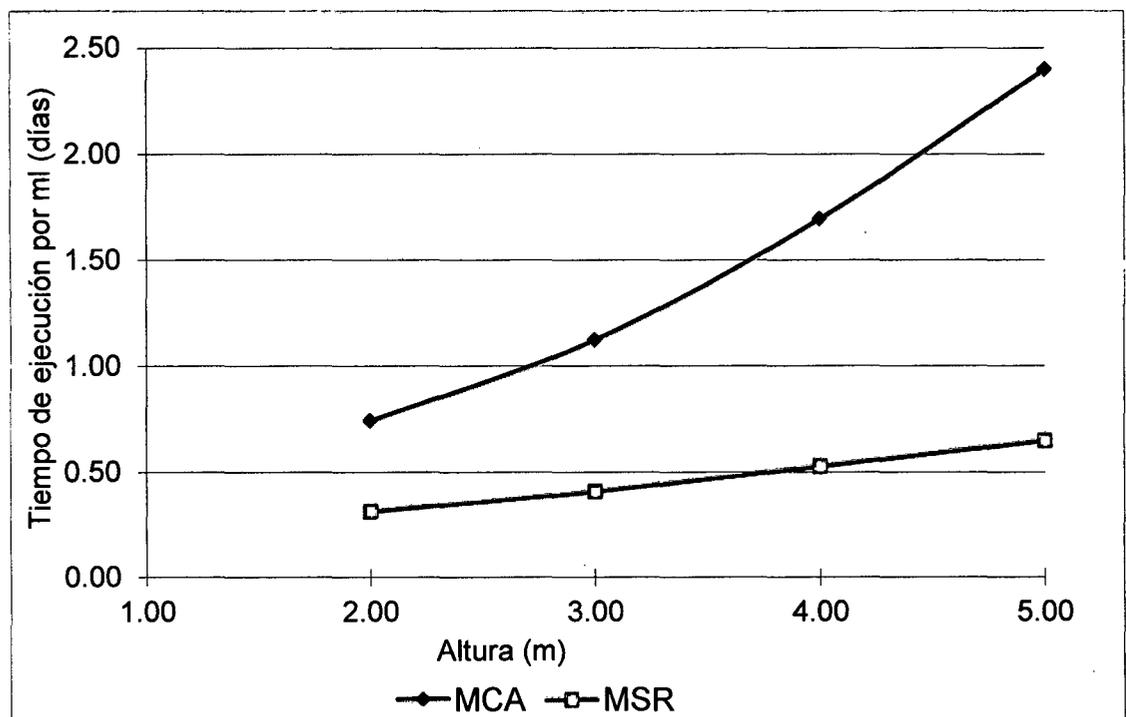


Figura 28: Comparación de tiempos de ejecución vs alturas por metro lineal

Se observa que el tiempo de ejecución y eficiencia teniendo la misma altura de muro y longitud; el MSR, es menor al MCA del Km. 40+103,70 al Km. 40+193,70 (Fig. 29 y Fig. 30), el cual se determinó de las (Tabla 31 y 34, Anexo A).

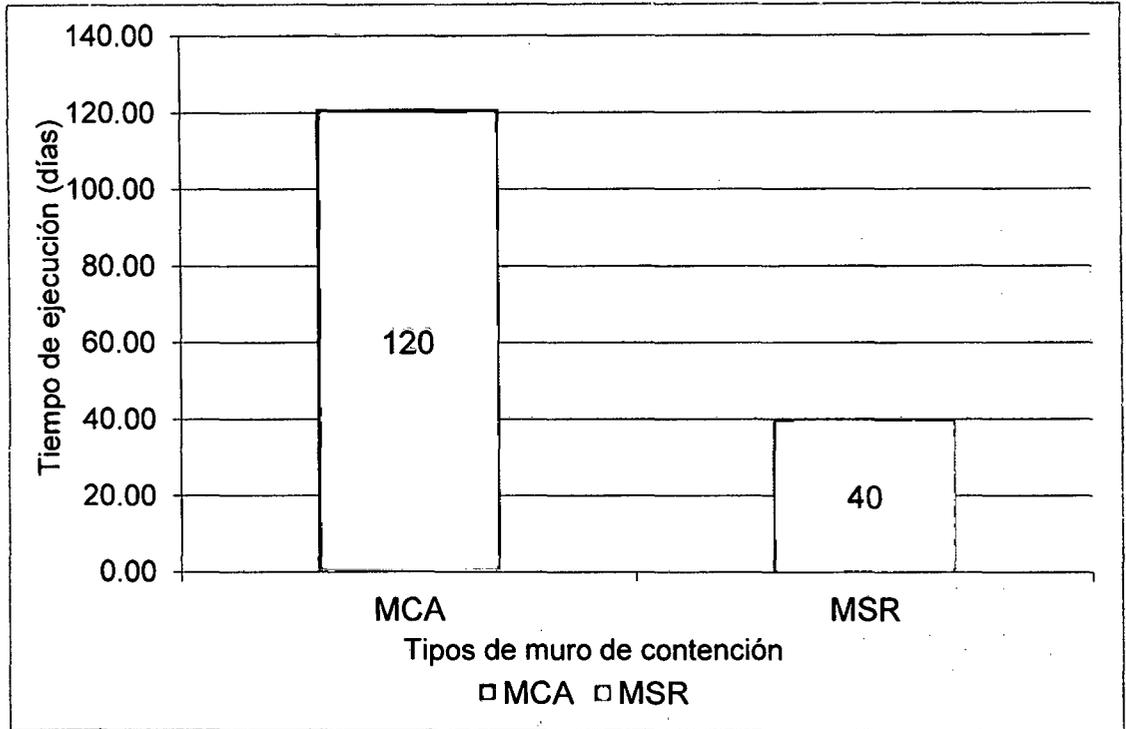


Figura 29: Tiempo de ejecución vs muro de contención del Km. 40+103,70 al Km. 40+193,70.

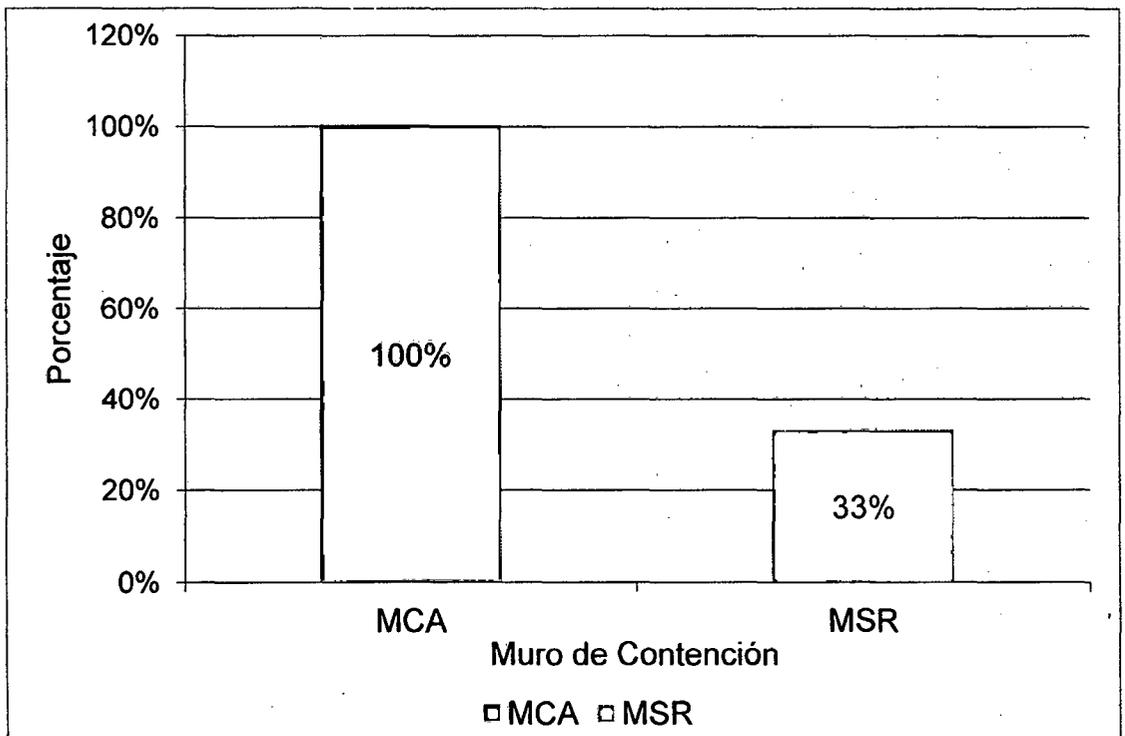


Figura 30: Eficiencia de los muros de contención de acuerdo al tiempo de ejecución.

4.1.5. Para la evaluación y comparación económica de la construcción de ambos tipos de muros de contención se tomó en cuenta los costos de Análisis de precios unitarios del proyecto: Mejoramiento de la Carretera San Marcos – Cajabamba – Sausacocha, Tramo San Marcos – Cajabamba, realizados por la empresa HOB CONSULTORES, correspondientes a cada partida, tanto para muros con concreto armado, como para muros de suelo reforzado, cabe mencionar que en cada partida está incluida la mano de obra, tal y como se muestra en la Tabla 18.

Tabla 18: Costo de partidas correspondientes a cada muro de contención

Partidas	Unidades	Tipo de Muro de Contención	
		MCA	MSR
Excavación no clasificada para estructuras	S/m ³	20,48	20,48
Relleno para estructuras	S/m ³	30,23	
Concreto clase D f'c=210 kg/cm ²	S/m ³	359,48	
Concreto clase H f'c=100 kg/cm ²	S/m ³	269,15	
Encofrado y desencofrado	S/m ²	49,41	
Acero de refuerzo fy=4200kg/cm ²	S/Kg	4,79	
Tubería HDPE corrugada D=4"	S/m	12,58	12,58
Tubo PVC SAP D=2"	S/m	6,53	
Geocompuesto de drenaje	S/m ²	23,64	23,64
Junta para muros	S/m ²	8,29	
Relleno para suelo reforzado	S/m ³		10,28
Geotextil no tejido clase 2	S/m ²		4,27
Geomalla de poliéster Tipo I	S/m ²		11,19
Elemento muro de suelo reforzado	S/m ³		234,22

Fuente: HOB CONSULTORES, 2011.

De lo cual al multiplicar el metrado correspondiente MCA o MSR (Tabla 25 y 28) por el costo de partidas correspondiente (Tabla 18), se obtiene el costo de construcción de concreto armado (Tabla 27 y Fig. 31) y de suelo reforzado (Tabla 30 y Fig. 32) de acuerdo a las alturas de 2,00; 3,00; 4,00; 5,00 m del muro de contención del Km. 40+103,70 al Km. 40+193,70.

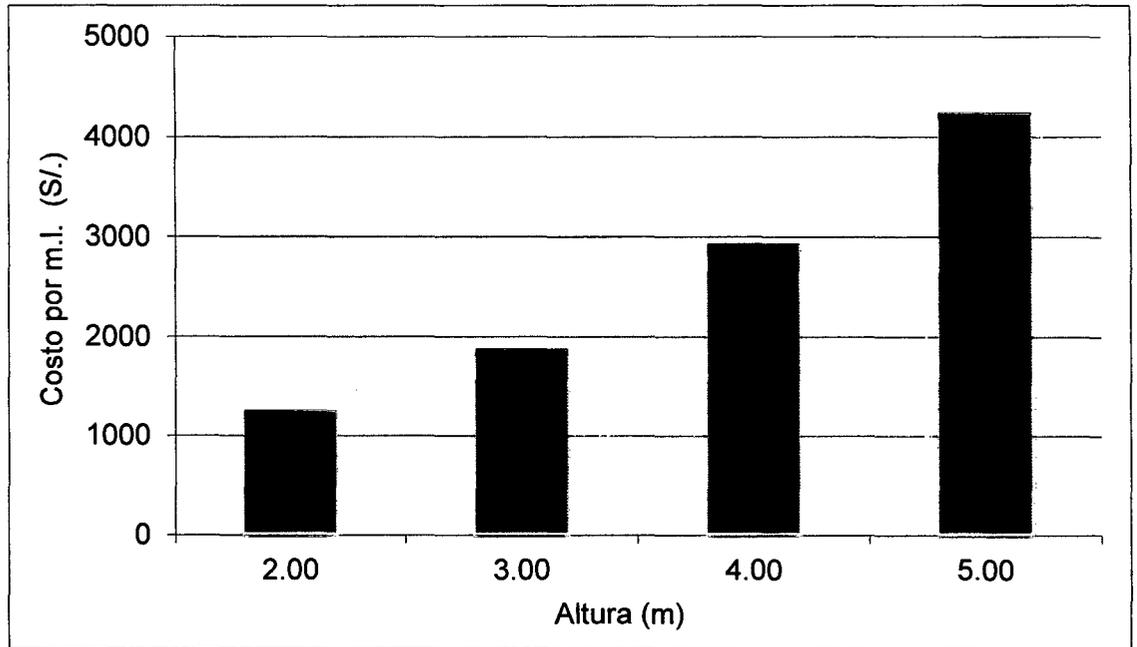


Figura 31: Costo vs alturas del muro de concreto armado.

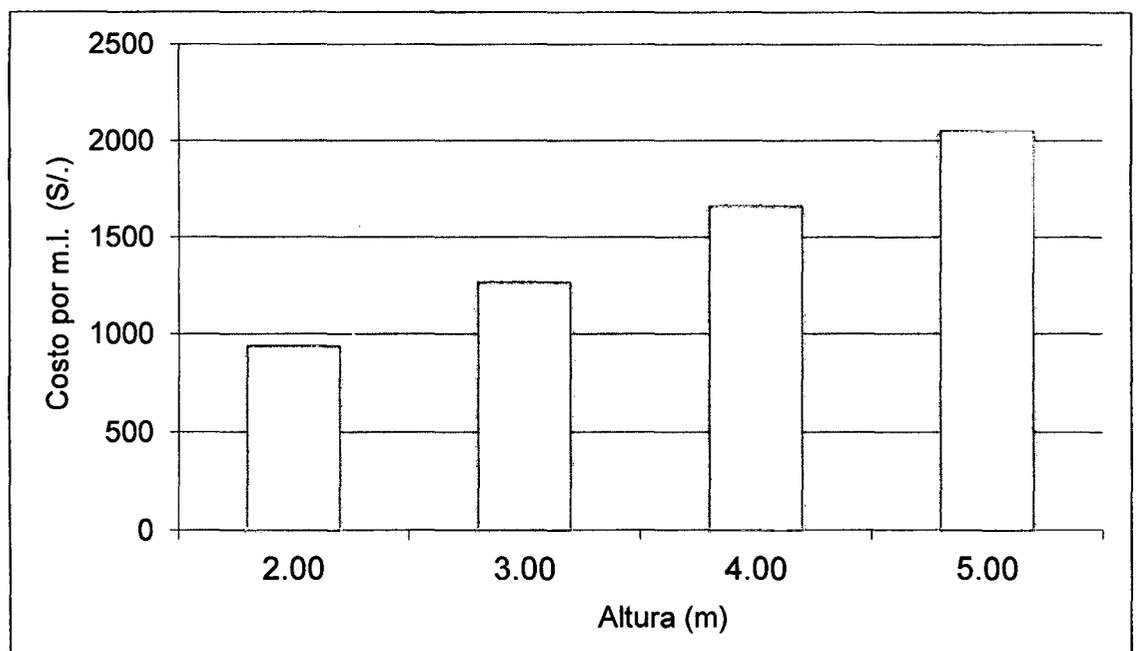


Figura 32: Costo vs altura del muro de suelo reforzado (terramesh).

Sosteniendo el criterio de comparación entre ambas tecnologías para construir muros de contención, en la Tabla 19 y Fig. 32 se observa cómo se vuelve menor costo los muros de suelo reforzados (Terramesh) respecto a diferentes alturas de 2,00; 3,00; 4,00; 5,00 m.

Tabla 19: Costo vs altura de los muros de concreto armado y suelo reforzado

h	L	Costo Total		Diferencia de costo	%	Relación de costo
		MSR	MCA			
m	m	S/.	S/.			
2	1,00	933	1243	309	24,90	1,33
3	1,00	1260	1870	610	32,61	1,48
4	1,00	1654	2919	1265	43,33	1,76
5	1,00	2049	4231	2182	51,57	2,07

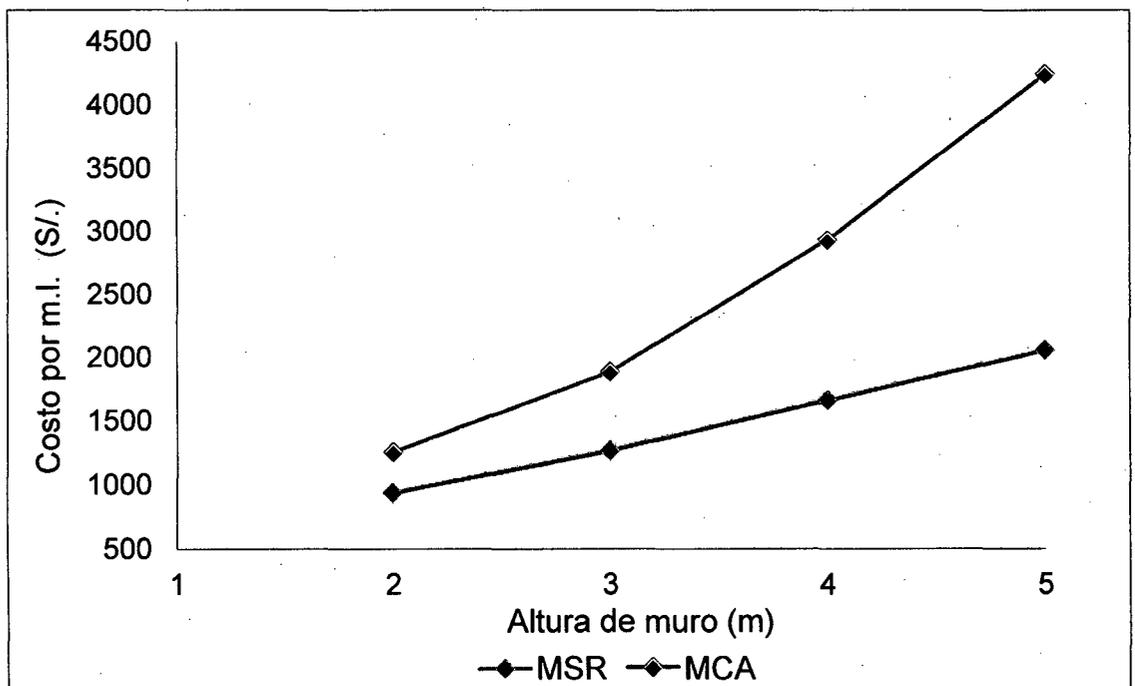


Figura 33: Comparación de costos vs altura, para alturas de 2, 3, 4, 5 m. del MCA y MSR.

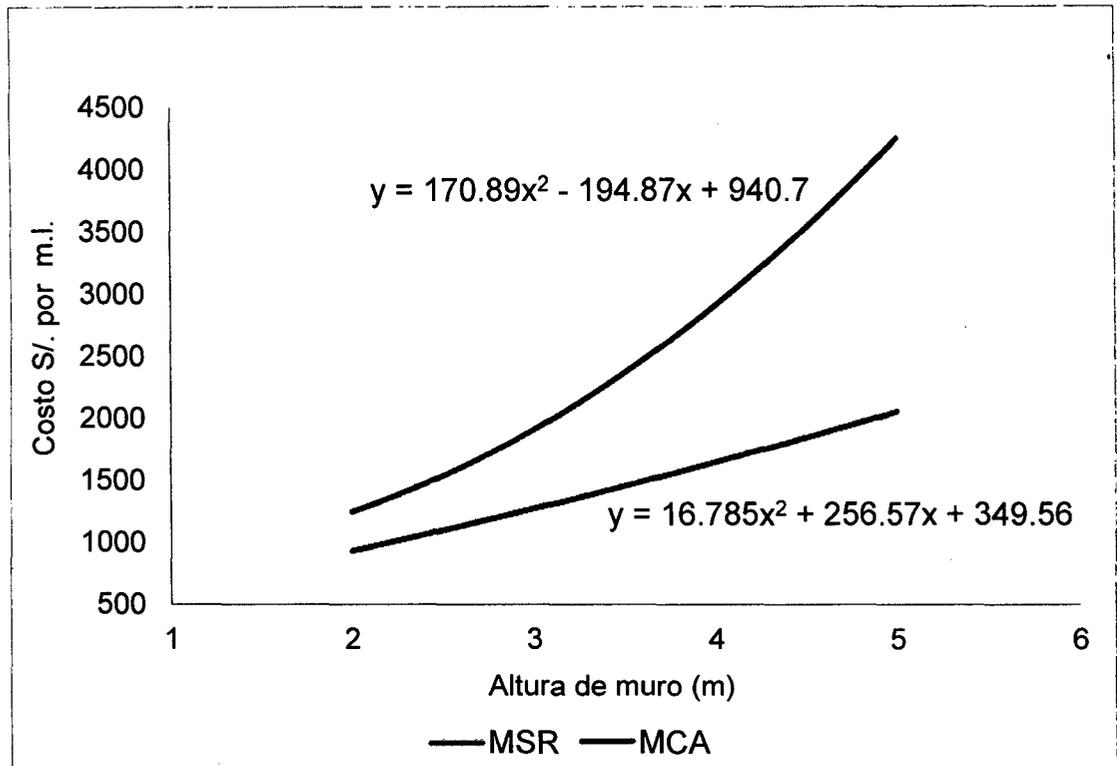


Figura 34: Líneas de tendencia de costos vs alturas, para alturas de 2, 3, 4, 5 m. del MCA y MSR.

La Fig. 34 se hizo en base a la dispersión de puntos presentada en la Fig. 33, en la cual, se procedió a graficar la tendencia que más se ajusta a los datos obtenidos, para este caso es una ecuación polinómica de grado 2. Al observar la gráfica, entre 2,00m y 5,00 m de altura, el costo del muro de concreto armado es mayor al de suelo reforzado desde un 24,90% hasta un 51,57%.

Así mismo al comparar el costo total del muro de contención del Km. 40+103,70 al Km. 40+193,70, ya sea para muro de concreto armado o muro de suelo reforzado (terramesh), resultó el terramesh ser 40,1% (Tablas 32 y 35 – Anexo A; Figs. 35 y 36), más económico que el muro de concreto armado.

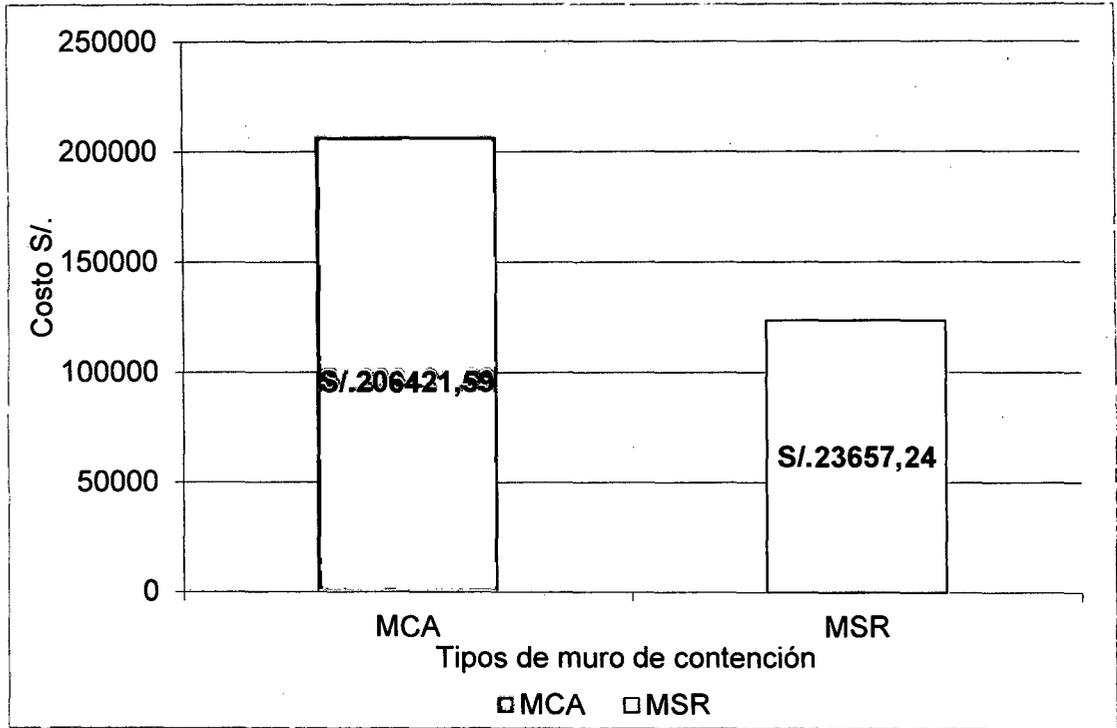


Figura 35: Costo vs muros de contención del Km.40+103,70 al Km.40+193,70.

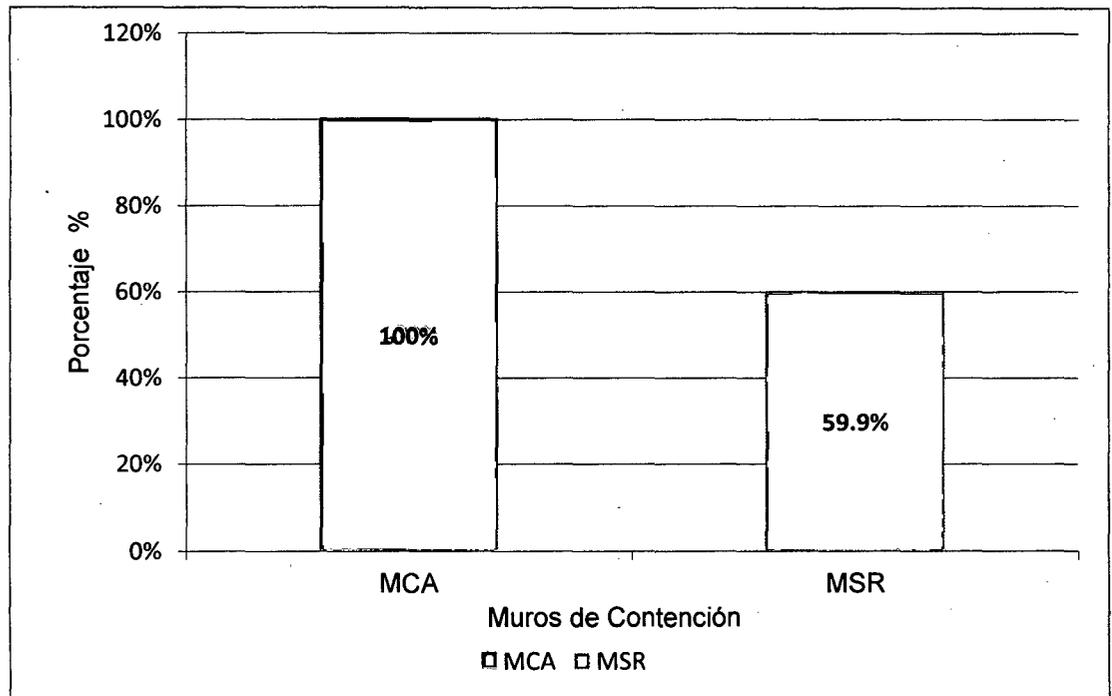


Figura 36: Porcentaje de muros de contención Km.40+103,70 al Km.40+193,70.

4.2. Contrastación de Hipótesis

En la presente investigación se observó que el muro de suelo reforzado resultó ser un 67% más eficiente respecto al tiempo de ejecución y un 40,1 % más económico que el muro de concreto armado, coincidiendo con la hipótesis propuesta en la investigación donde se planteó que teniendo las mismas condiciones de uso y geometría, el muro de suelo reforzado (terramesh) es más rápido en su proceso constructivo y más económico respecto al muro de concreto armado.

4.3. Discusión de resultados

Al comparar los costos de muro de concreto armado con los muros de suelo reforzado (terramesh), teniendo las mismas condiciones de terreno de fundación, altura de muro y longitud, el muro de suelo reforzado costó S/. 123657,24, mientras que el muro de concreto armado costó S/. 206421,59, por lo que la diferencia en costos entre las dos alternativas fue de S/. 82764,35; es decir, el muro en suelo reforzado resultó ser un 40,1% más barato que un muro de concreto armado. Aproximándose más a los estudios realizados por Rosero, et al; (2010) quien menciona que el muro de suelo reforzado es 33% más económico que el muro de concreto armado.

Teniendo en cuenta el marco teórico y proceso constructivo de ambos tipos de muros de contención se concluye que es necesario tener disponibilidad de materiales de construcción, ya que de no acceder a los materiales necesarios, el muro de suelo reforzado (terramesh) puede resultar antieconómico. Lo cual coincide con la hipótesis de Álvarez y Saurith (2010), quienes mencionan que es difícil determinar una respuesta única, ya que estas varían dependiendo del tipo de suelo, localización del muro y disponibilidad en la zona para acceder a estos materiales, debido a que en ocasiones el muro de concreto armado puede ser más económico que el muro de suelo reforzado.

Analizando los materiales de construcción de los muros de contención se observó que: es necesario en ambos tipos de muros los geosintéticos como

elementos de refuerzo; además los muros de suelo reforzado (terramesh) tienen ventajas técnicas y económicas frente al muro de concreto armado, ya que son estructuras flexibles, tienen un adecuado sistema de drenaje y permiten el aprovechamiento de los materiales del lugar, siempre y cuando cumplan con las especificaciones técnicas esperadas para el diseño, coincidiendo con Galindo quien menciona que los muros de suelo reforzado representan un tipo de muro con muchas ventajas técnicas y económicas frente a los muros convencionales de concreto armado,

Al comparar el tiempo de ejecución de los muros de concreto armado con los muros de suelo reforzado (terramesh), teniendo las mismas condiciones de uso, el terramesh resultó ser más eficiente ya que es más rápido de construir puesto que no necesita de encofrado, armado de acero, ni de fraguado, lo cual coincide con los estudios de Alvares y Saurith (2010), y con los estudios realizados por Galindo (2012), quienes mencionan que al no necesitar de encofrado ni de fraguado, la construcción del terramesh se vuelve cíclica, por ende más rápida.

El muro de suelo reforzado (terramesh) resultó en un 40,1 % más económico que el muro de concreto armado, lo cual al comparar con Ostos resultó un porcentaje menor, ya que según sus estudios el muro de suelo reforzado resultó ser un 50% menor que el muro de concreto armado.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

De los muros de concreto armado seleccionados 20% fueron construidos en suelos gravo limosos (GM), 60% en arcillas inorgánicas de media plasticidad (CL), el 20% en limos inorgánicos (ML); y de los muros de suelo reforzado 80% en GM y el 20% en ML, es decir ambos muros de contención han sido construidos en suelos GM y ML.

Los esfuerzos admisibles de los terrenos de fundación de los muros de contención evaluados varían de acuerdo a sus alturas y tipos de suelos, siendo estos desde $0,89 \text{ kg/cm}^2$ a $2,50 \text{ Kg/cm}^2$ para alturas de 2,00 a 8,00 m; así mismo se verificó que los esfuerzos admisibles son mayor que los esfuerzos actuantes en las zonas de contacto, siendo el esfuerzo actuante de los muros de suelo reforzado mayores que los de concreto armado, de 38,3% a 41,7%, para alturas de 2,00 m a 8,00m respectivamente.

La altura de talud en muros de contención de 2,00 m. a 8,00 m; fueron de 1,33 m. a 7,33 m. en muros de concreto armado y de 1,60 m. a 7,63 m. en los suelos reforzados, estas alturas se evaluaron a nivel de subrasante.

El tiempo de construcción de los muros de suelo reforzado (terramesh) fueron de 57,87% a 73,06% menores que los de concreto armado para alturas desde 2,00 m. a 5,00 m. por metro lineal; y para el mismo muro de contención teniendo una longitud de 90,00 m. del Km. 40+103,70 al Km. 40+193,70; el tiempo de ejecución del muro de suelo reforzado (terramesh) resultó ser 67,00% menor que el muro de concreto armado, puesto que no necesita de encofrado, amarre de acero, ni fraguado del concreto.

Para alturas de 2,00 m a 5,00 m del muro del Km.40+103,70 al Km.40+193,70, los muros de suelo reforzado (terramesh) fueron más económicos de 24,90% a 51,57% por metro lineal que los muros de concreto armado respectivamente, además al realizar la comparación según los análisis de precios unitarios, de los muros en suelo reforzado se obtuvo un costo total de S/.123657,24. El muro en concreto con las misma altura y longitud tuvo un costo total de S/. 206421,59, por lo tanto la diferencia en costos entre las dos alternativas es de S/. 82764,35 es decir, el muro en suelo reforzado resultó ser un 40,1% más económico que el muro en concreto armado.

El muro de suelo reforzado (terramesh), es la mejor alternativa de muro de contención, ya que puede reemplazar a un muro de concreto armado, mediante la economización de su costo y menor tiempo de construcción.

5.2. Recomendaciones

Antes de evaluar qué tipo de muro usar, ya sea concreto armado o suelo reforzado (terramesh), se debe determinar el esfuerzo admisible y tipo de suelo de fundación antes de la ejecución.

Se debe tener en cuenta las canteras para el transporte del material, de ser accesible a estos en la zona a construir, se debe diseñar muros de suelo reforzado (terramesh) ya que su tiempo y costo de ejecución es menor respecto al muro de concreto armado

En zonas inestables usar los muros de suelo reforzado (terramesh) ya que son estructuras flexibles y aceptan deformaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez Suárez, DY y Saurith Manjarrez, CA. 2010. Estudio comparativo entre sistemas de muros de contención de tierra mecánicamente estabilizada con geosintéticos y muros de concreto armado. Trabajo de investigación para optar el Título de Ingeniero Civil. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingeniería Física Mecánica. 153p.

CIP (Colegio de Ingenieros del Perú), 2010. Revista Técnica del Capítulo de Ingeniería Civil – CIP. Civil Ingeniería no 49. 36 p.

Egoavil, PH. s.f. Sistema de Suelo Reforzado Terramesh en Proyectos Mineros Reinforced Earth Walls Terramesh Systems in Mining Projects: Maccaferri.

Galindo Mondragón, A. 2012. Actualidad del diseño de muros de suelo reforzado: análisis comparativo entre la FHWA NHI-10-024, BS-8006 Y EBGEO 2010. Máster en Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica. Madrid. 218 p.

HOB CONSULTORES SA. 2011. Estudio Definitivo para el Mejoramiento de la Carretera San Marcos – Cajabamba – Sausacocha – Tramo: San Marcos – Cajabamba.

Lucero, FH; Pachacama, EA y Rodríguez, WA. 2012. Análisis y Diseño de Muros de Contención, Trabajo de Graduación previo a la Obtención de Título de Ingeniero Civil (Opción Estructuras). Ecuador: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemática. 393 p.

Maccaferri. 2005. “Encarte Técnico de Estructuras en Suelo Reforzado con Sistema Terramesh”

MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones). 2006. Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Caminos de Bajo Volumen De Transito. Perú: El Ministerio. 573 p.

Ostos, RR. 2004. Construcción de un muro mecánicamente estabilizado con el proceso de tierra armada, Tesis (para optar el título de Licenciado en Ingeniería de la Construcción). México: Instituto Tecnológico de la Construcción, 106 p.

Pinedo Arévalo, MA. 2013. Comparación entre Muros de Suelo Reforzado con elementos extensibles y no extensibles, Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería. 106 p.

Rosero, D; Falquez, D; Noboa, D; Proaño, G. 2010. Estudio Comparativo del Muro de Hormigón Armado y del Muro Reforzado con Geosintéticos para la Estabilidad del Talud en el sitio crítico de la Vía Zhud – Cochancay – El Triunfo de la Prov. Cañar Km. 44 +680, Artículo Científico. Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral Centro de Investigación Científica y Tecnológica, Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra. 6 p.

Skok, DM. 2010. Apunte de Estructuras de Contención en Suelo Reforzado. Cátedra de Geotecnia III, Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Ingeniería, área Geotecnia de la Facultad de Ingeniería, 78 p.

TDM (Tecnología de los materiales). 2009. Aplicación de gaviones y geosintéticos en obras de Ingeniería. Departamento técnico – Comercial. 65 p.

ANEXO A – TABLAS

Tabla 22: Resumen de datos obtenidos de los muros de concreto armado

MCA	Ubicación (Km.)		Altura (m)		Tipo de Suelo			Esfuerzo admisible (kg/cm ²)	Esfuerzo actuante (Kg/cm ²)
	Inicial	Final	Talud	Muro	GM	CL	ML		
12+735,00 al 12+770,00	12+735,00	12+740,00	5,83	6,50	X			1,96	0,95
	12+740,00	12+745,00	5,33	6,00	X			1,79	0,89
	12+745,00	12+750,00	4,83	5,50	X			1,43	0,80
	12+750,00	12+755,00	4,83	5,50	X			1,61	0,80
	12+755,00	12+760,00	4,33	5,00	X			1,43	0,73
	12+760,00	12+765,00	2,83	3,50	X			1,25	0,51
	12+765,00	12+767,50	1,83	2,50	X			1,07	0,37
12+767,50	12+770,00	1,33	2,00	X			0,89	0,31	
25+709,00 al 25+719,34	25+709,00	25+719,34	7,33	8,00		X		2,50	1,17
34+330,00 al 34+405,00	34+330,00	34+365,00	3,83	4,50		X		1,25	0,65
	34+365,00	34+380,00	4,33	5,00		X		1,43	0,73
	34+380,00	34+390,00	3,83	4,50		X		1,25	0,65
	34+390,00	34+405,00	4,33	5,00		X		1,43	0,73
40+103,70 al 40+193,70	40+103,70	40+118,70	2,33	3,00			X	1,25	0,45
	40+118,70	40+133,70	4,33	5,00			X	1,61	0,89
	40+133,70	40+158,70	3,33	4,00			X	1,43	0,37
	40+158,70	40+193,70	1,33	2,00			X	0,89	0,31
48+380,00 al 48+440,00	48+380,00	48+385,00	2,33	3,00		X		1,07	0,45
	48+385,00	48+390,00	3,33	4,00		X		1,43	0,58
	48+390,00	48+395,00	4,33	5,00		X		1,61	0,73
	48+395,00	48+400,00	5,33	6,00		X		1,79	0,89
	48+400,00	48+420,00	6,33	7,00		X		2,14	1,03
	48+420,00	48+425,00	5,33	6,00		X		1,79	0,89
	48+425,00	48+435,00	6,33	7,00		X		2,14	1,03
	48+435,00	48+440,00	6,33	7,00		X		2,14	1,03

Tabla 23: Resumen de datos obtenidos de los muros de suelo reforzado (terramesh)

MSR	Ubicación (Km.)		Altura (m)		Tipo de Suelo			Esfuerzo admisible (kg/cm ²)	Esfuerzo actuante (Kg/cm ²)
	Inicial	Final	Talud	Muro	GM	CL	ML		
10+329,00 al 10+343,00	10+329,00	10+343,00	2,62	3,00	X			1,25	0,75
	11+380,00	11+385,00	2,63	3,00	X			1,25	0,75
	11+385,00	11+387,50	3,63	4,00	X			1,43	1,00
	11+387,50	11+390,00	4,63	5,00	X			1,61	1,25
11+380,00 al 11+420,00	11+390,00	11+407,50	5,63	6,00	X			1,79	1,50
	11+407,50	11+410,00	4,63	5,00	X			1,61	1,25
	11+410,00	11+412,50	3,63	4,00	X			1,43	1,00
	11+412,50	11+415,00	2,63	3,00	X			1,25	0,75
	11+415,00	11+420,00	1,63	2,00	X			1,07	0,50
	17+539,00	17+579,00	2,60	3,00	X			1,25	0,75
	17+579,00	17+619,00	3,61	4,00	X			1,43	1,00
	17+619,00	17+663,00	2,62	3,00	X			1,25	0,75
17+539,00 al 17+693,00	17+663,00	17+673,00	3,62	4,00	X			1,43	1,00
	17+673,00	17+677,00	4,63	5,00	X			1,61	1,25
	17+677,00	17+683,00	6,63	7,00	X			2,32	1,75
	17+683,00	17+687,00	3,62	4,00	X			1,43	1,00
	17+687,00	17+693,00	2,62	3,00	X			1,25	0,75
	18+138,00	18+140,00	1,66	2,00	X			0,89	0,50
	18+140,00	18+141,00	2,68	3,00	X			1,25	0,75
18+138,00 al 18+168,50	18+141,00	18+142,00	3,74	4,00	X			1,43	1,00
	18+142,00	18+144,00	4,74	5,00	X			1,61	1,25
	18+144,00	18+157,40	7,68	8,00	X			2,50	2,00
	18+157,40	18+159,10	4,67	5,00	X			1,61	1,25
	18+159,10	18+168,50	3,67	4,00	X			1,43	1,00

	45+705,96	45+708,96	1,67	2,00	X	0,89	0,50
	45+708,96	45+713,96	2,67	3,00	X	1,25	0,75
45+705,96	45+713,96	45+720,96	4,63	5,00	X	1,61	1,25
al							
45+735,96	45+720,96	45+727,96	5,63	6,00	X	1,79	1,50
	45+727,96	45+732,96	4,63	4,00	X	1,43	1,00
	45+732,96	45+735,96	2,67	3,00	X	1,25	0,75

Tabla 24: Metrados del muro de concreto armado del Km. 40+103,70 al Km. 40+193,70 por metro lineal

Partidas	H	Long	Excavación no clasificada para estructuras	Relleno para estructuras	Concreto clase D f'c=210 Kg/cm ²	Concreto clase H f'c=100 Kg/cm ²	Encofrado y desencofrado	Acero de refuerzo fy = 4200 Kg/cm ²	Tubería HDPE Corrugada 4"	Tubo de PVC-SAP, D=2"	Geocompu esto de drenaje	Junta para muros
	(m)	(m)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(kg)	(m)	(m)	(m ²)	(m ²)
Metrados	2	1	8,23	4,98	1,07	0,17	5,07	38,43	1,00	0,23	1,50	1,07
	3	1	11,45	6,68	1,76	0,19	7,76	60,84	1,00	0,25	1,95	1,76
	4	1	19,92	11,33	2,68	0,26	10,68	104,79	1,00	0,26	2,95	2,68
	5	1	30,22	17,24	3,83	0,31	13,83	168,42	1,07	0,36	3,85	3,83

Se está considerando las alturas máximas según las secciones típicas para este muro, plano 03 del MCA

Tabla 25: Tiempo de ejecución del muro de concreto armado del Km. 40+103,70 al Km. 40+193,70 por metro lineal

	H (m)	Long. (m)	Excavación no clasificada para estructuras	Relleno para estructuras	Concreto clase D f'c=210 Kg/cm ²	Concreto clase H f'c=100 Kg/cm ²	Encofrado y desencofr ado	Acero de refuerzo fy = 4200 Kg/cm ²	Tubería HDPE Corrugada 4"	Tubo de PVC- SAP, D=2"	Geocom puesto de drenaje	Junta para muros	TOTAL (días)
	(m)	(m)	(m ³ /día)	(m ³ /día)	(m ³ /día)	(m ³ /día)	(m ³ /día)	(kg/día)	(m/día)	(m/día)	(m ² /día)	(m ² /día)	
Partidas	2,00	1,00	0,08	0,01	0,06	0,01	0,36	0,15	0,01	0,00	0,02	0,03	0,74
	3,00	1,00	0,11	0,02	0,10	0,01	0,55	0,24	0,01	0,00	0,02	0,04	1,12
	4,00	1,00	0,20	0,03	0,15	0,01	0,76	0,42	0,01	0,00	0,03	0,07	1,69
	5,00	1,00	0,30	0,05	0,21	0,02	0,99	0,67	0,01	0,00	0,04	0,10	2,39

Tabla 26: Costo de muro de concreto armado del Km. 40+103,70 al Km. 40+193,70 por metro lineal

Partidas	H (m)	Long (m)	Excavación no clasificada para estructuras	Relleno para estructuras	Concreto clase D f'c=210 Kg/cm ²	Concreto clase H f'c=100 Kg/cm ²	Encofrado y desencofrado	Acero de refuerzo fy = 4200 Kg/cm ²	Tubería HDPE corrugada 4"	Tubo de PVC-SAP, D=2"	Geocompuesto de drenaje	Junta para muros	TOTAL (día) S/.
	2,00	1,00	168,55	150,55	385,81	44,41	250,67	184,08	12,58	1,51	35,46	8,90	1242,52
Costo por metro lineal	3,00	1,00	234,50	201,94	632,77	51,14	383,43	291,42	12,58	1,62	46,10	14,59	1870,09
	4,00	1,00	407,96	342,51	964,31	68,63	527,82	501,94	12,58	1,72	69,74	22,24	2919,45
	5,00	1,00	618,91	521,17	1378,25	83,44	683,54	806,73	13,41	2,35	91,01	31,78	4230,58

Tabla 27: Metrados del muro de suelo reforzado (terramesh) del Km. 40+103,70 al Km. 40+193,70 por metro lineal

Partidas	H	Long.	Excavación no clasificada para estructuras	Relleno para suelo reforzado	Tubería HDPE corrugada 4"	Geotextil no tejido Clase 2	Geocompuesto de drenaje	Geomalla de Poliéster Tipo I	Elemento muro de suelo reforzado
	(m)	(m)	(m ³)	(m ³)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m ³)
	2,00	1,00	14,00	10,00	1,00	3,60	2,00	0,00	2,00
Metrados	3,00	1,00	16,00	12,00	1,00	5,40	3,00	0,00	3,00
	4,00	1,00	18,00	14,00	1,00	7,20	4,00	6,00	4,00
	5,00	1,00	20,00	16,00	1,00	9,00	5,00	12,00	5,00

Se está considerando las alturas máximas según las secciones típicas para este muro, plano 05 del MSR

Tabla 28: Tiempo de ejecución del muro de suelo reforzado (terramesh) del Km. 40+103,70 al Km. 40+193,70 por metro lineal

Partidas	H	Long.	Excavación no clasificada para estructuras	Relleno para suelo reforzado	Tubería HDPE corrugada 4"	Geotextil no tejido Clase 2	Geocompuesto de drenaje	Geomalla de Poliéster Tipo I	Elemento muro de suelo reforzado	TOTAL (día)
	(m)	(m)	(m ³ /día)	(m ³ /día)	(m/día)	(m ² /día)	(m ² /día)	(m ² /día)	(m ³ /día)	
Avance diario por metro lineal	2,00	1,00	0,14	0,01	0,01	0,01	0,02	0,00	0,11	0,31
	3,00	1,00	0,16	0,02	0,01	0,02	0,03	0,00	0,17	0,41
	4,00	1,00	0,18	0,02	0,01	0,03	0,04	0,02	0,22	0,52
	5,00	1,00	0,20	0,02	0,01	0,04	0,05	0,05	0,28	0,64

Tabla 29: Costo del muro de suelo reforzado (terramesh) del Km. 40+103,70 al Km. 40+193,70 por metro lineal

Partidas	H	Long.	Excavación no clasificada para estructuras	Relleno para suelo reforzado	Tubería HDPE corrugada 4"	Geotextil no tejido Clase 2	Geocompuesto de drenaje	Geomalla de Poliéster Tipo I	Elemento muro de suelo reforzado	COSTO TOTAL (S/.)
	2,00	1,00	286,72	102,80	12,58	15,37	47,28	0,00	468,44	933,19
Costo por metro lineal	3,00	1,00	327,68	123,36	12,58	23,06	70,92	0,00	702,66	1260,26
	4,00	1,00	368,64	143,92	12,58	30,74	94,56	67,14	936,88	1654,46
	5,00	1,00	409,60	164,48	12,58	38,43	118,20	134,28	1171,10	2048,67

Tabla 30: Resumen de metrados del muro de concreto armado del km. 40+103,70 al km. 40+193,70

Progresiva		Excavación no clasificada para estructuras	Relleno para estructuras	Concreto clase D f'c=210 Kg/cm ²	Concreto clase H f'c=100 Kg/cm ²	Encofrado y desencofrado	Acero de refuerzo fy = 4200 Kg/cm ²	Tubería HDPE corrugada 4"	Tubo de PVC-SAP, D=2"	Geocompuesto de drenaje	Junta para muros
Inicio Km.	Final Km.										
40+103,70	40+193,70	1411,10	816,35	188,54	19,65	768,54	7403,70	90,99	23,84	213,25	188,54

Según las secciones transversales para este muro, plano 04 del MCA

Tabla 31: Tiempo de ejecución del muro de concreto armado del km. 40+103,70 al km. 40+193,70

Progresiva		Excavación no clasificada para estructuras	Relleno para estructuras	Concreto clase D f'c=210 Kg/cm ²	Concreto clase H f'c=100 Kg/cm ²	Encofrado y desencofrado	Acero de refuerzo fy = 4200 Kg/cm ²	Tubería HDPE corrugada 4"	Tubo de PVC-SAP, D=2"	Geocompuesto de drenaje	Junta para muros
Inicio Km.	Final Km.										
40+103,70	40+193,70	14,11	2,27	10,47	1,09	54,90	29,61	1,01	0,20	2,13	4,71
Total:					120,51 días						

Tabla 32: Costo del muro de concreto armado del km. 40+103,70 al km. 40+193,70

Progresiva		Excavación no clasificada para estructuras	Relleno para estructuras	Concreto clase D f _c =210 Kg/cm ²	Concreto clase H f _c =100 Kg/cm ²	Encofrado y desencofrado	Acero de refuerzo f _y = 4200 Kg/cm ²	Tubería HDPE corrugada a 4"	Tubo de PVC-SAP, D=2"	Geocompuesto de drenaje	Junta para muros
Inicio	Final										
Km	Km	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.
40+103,70	40+193,70	28899,33	24678,26	67776,36	5288,80	37973,56	35463,72	1144,65	155,68	5041,23	1563,00
Total:					S/. 206421,59						

Tabla 33: Resumen de metrados del muro de suelo reforzado (terramesh) del km. 40+103,70 al km. 40+193,70

Progresiva		Excavación no clasificada para estructuras	Relleno para suelo reforzado	Tubería HDPE corrugada 4"	Geotextil no tejido Clase 2	Geocompuesto de drenaje	Geomalla de Poliéster Tipo I	Elemento muro de suelo reforzado
Inicio	Final							
Km	Km	(m ³)	(m ³)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m ³)
40+103,70	40+193,70	1480,00	1120,00	90,00	522,00	290,00	330,00	290,00

Según las secciones transversales para este muro, plano 06 del MSR

Tabla 34: Tiempo de ejecución del muro de suelo reforzado (terramesh) del km. 40+103,70 al km. 40+193,70

Progresiva		Excavación no clasificada para estructuras	Relleno para suelo reforzado	Tubería HDPE corrugada 4"	Geotextil no tejido Clase 2	Geocompuesto de drenaje	Geomalla de Poliéster Tipo I	Elemento muro de suelo reforzado
Inicio (Km.)	Final (Km.)							
40+103,70	40+193,70	14,80	1,50	1,00	2,09	2,90	1,32	16,11
Total:				39,72 días				

Tabla 35: Costo del muro de suelo reforzado (terramesh) del km. 40+103,70 al km. 40+193,70

Progresiva		Excavación no clasificada para estructuras	Relleno para suelo reforzado	Tubería HDPE corrugada 4"	Geotextil no tejido Clase 2	Geocompuesto de drenaje	Geomalla de Poliéster Tipo I	Elemento muro de suelo reforzado
Inicio (Km.)	Final (Km.)							
40+103,70	40+193,70	30310,40	11513,60	1132,20	2228,94	6855,60	3692,70	67923,80
Total:				\$. 123657,24				

ANEXO B: FICHAS TÉCNICAS

Tabla 36: Formato Análisis granulométrico de suelos por tamizados

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO						
Calicata Ubicación Lado						
(a) Peso Muestra Humeda : gr (b) Peso Muestra Seca : gr Humedad (a-b)/b x 100 (%) : %						
Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones
3"	75,000					
2" 1/2	62,500					
2"	50,000					
1 1/2"	37,500					
1"	25,000					
3/4"	19,000					
1/2"	12,500					
3/8"	9,500					
1/4"	6,250					
Nº4	4,750					
Nº8	2,360					
Nº10	2,000					
Nº16	1,100					
Nº30	0,600					
Nº40	0,425					
Nº50	0,300					
Nº100	0,150					
Nº200	0,075					
Fondo						

Límites de Consistencia	
Limite Líquido	
Limite Plástico	
Ind. Plasticidad	

Clasificación de Suelos	
Pasa Nº4	
Pasa Nº10	
Pasa Nº40	
Pasa Nº200	
D10	
D30	
D60	
SUCS	
AASHTO	

Tabla 37: Formato de límites de consistencia

LÍMITES DE CONSISTENCIA						
Calicata						
Ubicación						
Lado						
Muros						Fecha
Determinación del Limite Plástico						
ENSAYO N°	01	02	03	04	05	06
Recipiente N°						
Peso Recipiente+Suelo Húmedo						
Peso Recipiente+Suelo Seco						
Peso de agua						
Peso Recipiente						
Peso de Suelo Seco						
% de Humedad						
Limite Plástico (%)						
Determinación del Limite Liquido						
ENSAYO N°	01	02	03	04	05	06
Recipiente N°						
Numero de Golpes						
Peso Recipiente+Suelo Húmedo						
Peso Recipiente+Suelo Seco						
Peso de agua						
Peso Recipiente						
Peso de Suelo Seco						
% de Humedad						
Limite Liquido (%)						
Índice de Plasticidad (%)						

Limite Liquido

Tabla 38: Formato DPL para el cálculo del esfuerzo admisible

ENSAYO ESTANDAR PARA LA AUSCULTACION CON PENETROMETRO DINAMICO LIGERO (DPL)									
Calicata					Cota (msnm) : -				
Ubicación :					N. Freatico(m) : NP				
Lado :					N. Filtración(m) : NP				
Muros :					Fecha				

Prof. (m)	Muestra	Símbolo	Descripción	Clasi f. SUC S	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm (kg/cm ²)
0,2									
0,4									
0,6									
0,8									
1,0									
1,2									
1,4									
1,6									
1,8									
2,0									
2,2									
2,4									
2,6									
2,8									
3,0									
3,2									
3,4									
3,6									
3,8									
4,0									
4,2									
4,4									
4,6									
4,8									
5,0									
5,2									
5,4									

ANEXO C – PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 37: Ejecución del muro de suelo reforzado (terramesh) ubicado en el Km. 17+539,00 al Km.17+693,00.

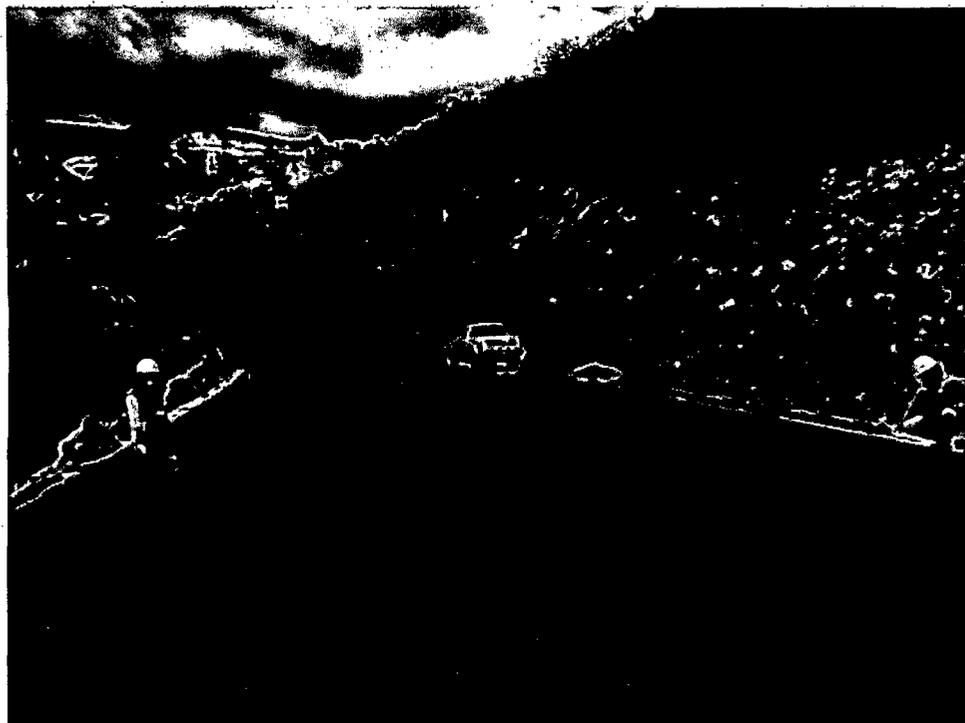


Figura 38: Medición del ancho de la plataforma del muro de concreto armado del Km. 48+380,00 al Km. 48+440,00.



Figura 39: Medición del muro: pantalla y zapata, y del talud del muro de concreto armado del Km. 48+380,00 al Km. 48+440,00.

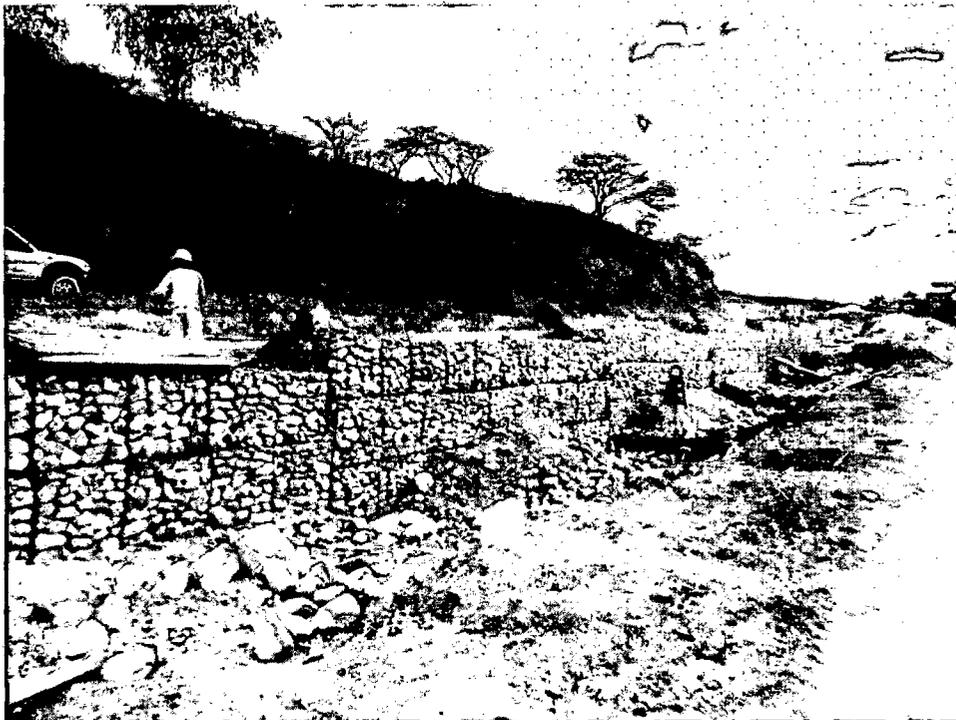


Figura 40: Verificación de altura de muro, talud del muro de suelo reforzado (terramesh) del Km.17+539,00 al Km.17+693,00.



Figura 41: Verificación del esfuerzo admisible de los muros de concreto armado, del Km. 40+503,00 al Km. 40+593,00.



Figura 42: Verificación del esfuerzo admisible de los muros de suelo reforzado (terramesh), Km. 45+705,96 al Km. 45+735,96.



Figura 43: Realización del análisis granulométrico.



Figura 44: Realización de los límites de consistencia.

ANEXO D – TABLAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

1. MCA Km.12+735,00 al Km.12+770,00

Progresiva	Km.	Lado de la carretera	Tipo de muro	Altura de muro (m)	Altura del talud (m)	Longitud del muro (m)	Esfuerzo admisible (Kg/cm ²)	Esfuerzo actuante en la zona de contacto (Kg/cm ²)	Tipo de suelo	Ancho de la plataforma (m)	Observaciones
Inicio	Final										
12+735,00	12+740,00	Der.	M11	6,50	5,83	5,00	1,96	0,95	GM	12,95	1. La altura de talud se ha medido a nivel de subrasante. 2. A partir del Km. 12+760,00 disminuye el ancho de la plataforma porque existe un muro de concreto ciclópeo al lado izquierdo.
12+740,00	12+745,00	Der.	M10	6,00	5,33	5,00	1,79	0,89	GM	12,5	
12+745,00	12+750,00	Der.	M9	5,50	4,83	5,00	1,43	0,80	GM	12,41	
12+750,00	12+755,00	Der.	M9	5,50	4,83	5,00	1,61	0,80	GM	12,32	
12+755,00	12+760,00	Der.	M8	5,00	4,33	5,00	1,43	0,73	GM	11,89	
12+760,00	12+765,00	Der.	M5	3,50	2,83	5,00	1,25	0,51	GM	10,66	
12+765,00	12+767,50	Der.	M3	2,50	1,83	2,50	1,07	0,37	GM	10,61	
12+767,50	12+770,00	Der.	M2	2,00	1,33	2,50	0,89	0,31	GM	10,58	
12+735,00	12+770,00	Der.				35,00					

GM: Grava limosa semicompacto de consistencia nula en estado seco 70% grava, 30% arena limpia.

CL: Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.

ML: Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.

2. MCA Km.25+709,00 al Km.25+719,34

Progresiva	Km.	Lado de la carretera	Tipo de muro	Altura de muro (m)	Altura del talud (m)	Longitud del muro (m)	Esfuerzo admisible (Kg/cm ²)	Esfuerzo actuante en la zona de contacto (Kg/cm ²)	Tipo de suelo	Ancho de la plataforma (m)	Observaciones
Inicio	Final										
25+709,00	25+719,34	Izq.	M14	8,00	7,33	10,50	2,50	1,17	CL	12,52	1. La altura de talud y ancho de la plataforma se ha medido a nivel de subrasante.
25+709,00	25+719,34	Izq.				10,50					

GM: Grava limosa semicompacto de consistencia nula en estado seco 70% grava, 30% arena limpia.

CL: Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.

ML: Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.

3. MCA Km.34+330,00 al Km.34+405,00

Progresiva	Km.	Lado de la carretera	Tipo de muro	Altura de muro (m)	Altura del talud (m)	Longitud del muro (m)	Esfuerzo admisible (Kg/cm ²)	Esfuerzo actuante en la zona de contacto (Kg/cm ²)	Tipo de suelo	Ancho de la plataforma (m)	Observaciones
Inicio	Final										
34+330,00	34+365,00	Der.	M7	4,50	3,83	35,00	1,25	0,65	CL	13,7	1. La altura de talud y ancho de la plataforma se ha medido a nivel de subrasante.
34+365,00	34+380,00	Der.	M8	5,00	4,33	15,00	1,43	0,73	CL	13,84	
34+380,00	34+390,00	Der.	M7	4,50	3,83	10,00	1,25	0,65	CL	13,71	
34+390,00	34+405,00	Der.	M8	5,00	4,33	15,00	1,43	0,73	CL	13,81	
34+330,00	34+405,00	Der.				75,00					

GM: Grava limosa semicomacto de consistencia nula en estado seco 70% grava, 30% arena limpia.

CL: Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.

ML: Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.

4. MCA Km.40+103,70 al Km.40+193,70

Progresiva	Km.	Lado de la carretera	Tipo de muro	Altura de muro (m)	Altura del talud (m)	Longitud del muro (m)	Esfuerzo admisible (Kg/cm²)	Esfuerzo actuante en la zona de contacto (Kg/cm²)	Tipo de suelo	Ancho de la plataforma (m)	Observaciones
Inicio	Final										
40+103,70	40+118,70	Der.	M4	3,00	2,33	15,00	1,25	0,45	ML	12,06	1. La altura de talud y ancho de la plataforma se ha medido a nivel de subrasante.
40+118,70	40+133,70	Der.	M8	5,00	4,33	15,00	1,61	0,89	ML	11,66	
40+133,70	40+158,70	Der.	M3	4,00	3,33	25,00	1,43	0,37	ML	11,66	
40+158,70	40+193,70	Der.	M2	2,00	1,33	35,00	0,89	0,31	ML	12,09	
40+103,70	40+193,70	Der.				90,00					

GM: Grava limosa semicompacto de consistencia nula en estado seco 70% grava, 30% arena limpia.

CL: Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.

ML: Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.

5. MCA Km.48+380,00 al Km.48+440,00

Progresiva	Km.	Lado de la carretera	Tipo de muro	Altura de muro (m)	Altura del talud (m)	Longitud del muro (m)	Esfuerzo admisible (Kg/cm ²)	Esfuerzo actuante en la zona de contacto (Kg/cm ²)	Tipo de suelo	Ancho de la plataforma (m)	Observaciones
Inicio	Final										
48+380,00	48+385,00	Der.	M4	3,00	2,33	5,00	1,07	0,45	CL	10,37	1. La altura de talud y ancho de la plataforma se ha medido a nivel de subrasante.
48+385,00	48+390,00	Der.	M6	4,00	3,33	5,00	1,43	0,58	CL	10,29	
48+390,00	48+395,00	Der.	M8	5,00	4,33	5,00	1,61	0,73	CL	10,31	
48+395,00	48+400,00	Der.	M10	6,00	5,33	5,00	1,79	0,89	CL	9,94	
48+400,00	48+420,00	Der.	M12	7,00	6,33	20,00	2,14	1,03	CL	9,96	
48+420,00	48+425,00	Der.	M10	6,00	5,33	5,00	1,79	0,89	CL	9,98	
48+425,00	48+435,00	Der.	M12	7,00	6,33	10,00	2,14	1,03	CL	10,23	
48+435,00	48+440,00	Der.	M12	7,00	6,33	5,00	2,14	1,03	CL	10,65	
48+380,00	48+440,00	Der.				60,00					

GM: Grava limosa semicompacto de consistencia nula en estado seco 70% grava, 30% arena limpia.

CL: Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.

ML: Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.

1. MSR Km. 10+329,00 al Km. 10+343,00

Progresiva Km.		Lado de la carretera	Altura de muro (m)	Altura del talud (m)	Longitud del muro (m)	Esfuerzo admisible (kg/cm ²)	Esfuerzo actuante en la zona de contacto (Kg/cm ²)	Tipo de suelo	Ancho de la plataforma (m)	Observaciones
Inicio	Final									
10+329,00	10+343,00	Izq.	3,00	2,62	14,00	1,25	0,75	GM	12,00	1. La altura de talud y ancho de la plataforma se ha medido a nivel de subrasante.
10+329,00	10+343,00	Izq.			14,00					

GM: Grava limosa semicompacto de consistencia nula en estado seco 70% grava, 30% arena limpia.

CL: Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.

ML: Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.

2. MSR Km.11+380,00 al Km.11+420,00

Progresiva Km.		Lado de la carretera	Altura de muro (m)	Altura del talud (m)	Longitud del muro (m)	Esfuerzo admisible (kg/cm ²)	Esfuerzo actuante en la zona de contacto (Kg/cm ²)	Tipo de suelo	Ancho de la plataforma (m)	Observaciones
Inicio	Final									
11+380,00	11+385,00	lza.	3,00	2,63	5,00	1,25	0,75	GM	12,95	1. La altura de talud y ancho de la plataforma se ha medido a nivel de subrasante.
11+385,00	11+387,50	lza.	4,00	3,63	2,50	1,43	1,00	GM	13,00	
11+387,50	11+390,00	lza.	5,00	4,63	2,50	1,61	1,25	GM	13,18	
11+390,00	11+407,50	lza.	6,00	5,63	17,50	1,79	1,50	GM	13,22	
11+407,50	11+410,00	lza.	5,00	4,63	2,50	1,61	1,25	GM	13,46	
11+410,00	11+412,50	lza.	4,00	3,63	2,50	1,43	1,00	GM	13,65	
11+412,50	11+415,00	lza.	3,00	2,63	2,50	1,25	0,75	GM	13,95	
11+415,00	11+420,00	lza.	2,00	1,63	5,00	1,07	0,50	GM	14,58	
11+380,00	11+420,00	lza.			40,00					

GM: Grava limosa semicomacto de consistencia nula en estado seco 70% grava, 30% arena limpia.

CL: Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.

ML: Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.

3. MSR Km.17+539,00 al Km.17+693,00

Progresiva Km.		Lado de la carretera	Altura de muro (m)	Altura del talud (m)	Longitud del muro (m)	Esfuerzo admisible (kg/cm ²)	Esfuerzo actuante en la zona de contacto (Kg/cm ²)	Tipo de suelo	Ancho de la plataforma (m)	Observaciones
Inicio	Final									
17+539,00	17+579,00	lza.	3,00	2,60	40,00	1,25	0,75	GM	13,64	1. La altura de talud y ancho de la plataforma se ha medido a nivel de subrasante.
17+579,00	17+619,00	lza.	4,00	3,61	40,00	1,43	1,00	GM	11,95	
17+619,00	17+663,00	lza.	3,00	2,62	44,00	1,25	0,75	GM	11,86	
17+663,00	17+673,00	lza.	4,00	3,62	10,00	1,43	1,00	GM	12,91	
17+673,00	17+677,00	lza.	5,00	4,63	4,00	1,61	1,25	GM	13,29	
17+677,00	17+683,00	lza.	7,00	6,63	6,00	2,32	1,75	GM	13,29	
17+683,00	17+687,00	lza.	4,00	3,62	6,00	1,43	1,00	GM	13,25	
17+687,00	17+693,00	lza.	3,00	2,62	4,00	1,25	0,75	GM	13,19	
17+539,00	17+693,00	lza.			154,00					

GM: Grava limosa semicompacto de consistencia nula en estado seco 70% grava, 30% arena limpia.

CL: Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.

ML: Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.

4. MSR Km. 18+138,00 al Km. 18+168,50

Progresiva Km.		Lado de la carretera	Altura de muro (m)	Altura del talud (m)	Longitud del muro (m)	Esfuerzo admisible (kg/cm ²)	Esfuerzo actuante en la zona de contacto (Kg/cm ²)	Tipo de suelo	Ancho de la plataforma (m)	Observaciones
Inicio	Final									
18+138,00	18+140,00	Izq.	2,00	1,66	2,00	0,89	0,50	GM	12,91	1. La altura de talud y ancho de la plataforma se ha medido a nivel de subrasante.
18+140,00	18+141,00	Izq.	3,00	2,68	1,00	1,25	0,75	GM	13,00	
18+141,00	18+142,00	Izq.	4,00	3,74	1,00	1,43	1,00	GM	13,47	
18+142,00	18+144,00	Izq.	5,00	4,74	1,00	1,61	1,25	GM	13,96	
18+144,00	18+157,40	Izq.	8,00	7,68	13,00	2,5	2,00	GM	14,14	
18+157,40	18+159,10	Izq.	5,00	4,67	2,00	1,61	1,25	GM	14,17	
18+159,10	18+168,50	Izq.	4,00	3,67	8,00	1,43	1,00	GM	14,04	
18+138,00	18+168,50	Izq.			28,00					

GM: Grava limosa semicompacto de consistencia nula en estado seco 70% grava, 30% arena limpia.

CL: Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.

ML: Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.

5. MSR Km. 45+705,96 al Km. 45+735,96

Progresiva Km.		Lado de la carretera	Altura de muro (m)	Altura del talud (m)	Longitud del muro (m)	Esfuerzo admisible (kg/cm ²)	Esfuerzo actuante en la zona de contacto (Kg/cm ²)	Tipo de suelo	Ancho de la plataforma (m)	Observaciones
Inicio	Final									
45+705,96	45+708,96	Izq.	2,00	1,67	3,00	0,89	0,50	ML	15,78	1. La altura de talud y ancho de la plataforma se ha medido a nivel de subrasante.
45+708,96	45+713,96	Izq.	3,00	2,67	5,00	1,25	0,75	ML	15,83	
45+713,96	45+720,96	Izq.	5,00	4,63	7,00	1,61	1,25	ML	15,94	
45+720,96	45+727,96	Izq.	6,00	5,63	7,00	1,79	1,50	ML	15,73	
45+727,96	45+732,96	Izq.	4,00	4,63	5,00	1,43	1,00	ML	15,66	
45+732,96	45+735,96	Izq.	3,00	2,67	3,00	1,25	0,75	ML	15,59	
45+705,96	45+735,96	Izq.			30,00					

GM: Grava limosa semicompacto de consistencia nula en estado seco 70% grava, 30% arena limpia.

CL: Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.

ML: Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.

ANEXO E – ENSAYOS ESTANDAR CON DPL

CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA

Fecha:
18/09/2014

1.1. MCA Km. 12+735,00 al Km. 12+770,00 LADO DERECHO
ENSAYO ESTANDAR PARA LA AUSCULTACION CON PENETROMETRO DINAMICO LIGERO (DPL)

h muro = 6,50m Km. 12+735.00 al Km. 12+740.00								hz=0,80m
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)
0,2				6	Media	21,42	1,07	
				7	Media	24,99	1,25	
				8	Media	28,56	1,43	
0,4				10	Media	35,70	1,79	
				10	Media	35,70	1,79	
0,6				11	Media	39,27	1,96	
				10	Media	35,70	1,79	
0,8				11	Media	39,27	1,96	
				12	Media	42,84	2,14	
1,0								
1,2								
1,4								
h muro = 6,00m Km. 12+740.00 al Km. 12+745.00								hz=0,80m
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)
0,2				6	Media	21,42	1,07	
				8	Media	28,56	1,43	
				9	Media	32,13	1,61	
0,4				8	Media	28,56	1,43	
				9	Media	32,13	1,61	
0,6				10	Media	35,70	1,79	
				11	Media	39,27	1,96	
0,8				10	Media	35,70	1,79	
				11	Media	39,27	1,96	
1,0								
1,2								
1,4								
h muro = 5,50m Km. 12+745.00 al Km. 12+750.00								hz=0,60m
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)
0,2				6	Media	21,42	1,07	
				7	Media	24,99	1,25	
				8	Media	28,56	1,43	
0,4				8	Media	28,56	1,43	
				7	Media	24,99	1,25	
0,6				8	Media	28,56	1,43	
				8	Media	28,56	1,43	
0,8								
1,0								
1,2								
1,4								
h muro = 5,50m Km. 12+750.00 al Km. 12+755.00								hz=0,60m
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)
0,2				5	Media	17,85	0,89	
				7	Media	24,99	1,25	
				8	Media	28,56	1,43	
0,4				7	Media	24,99	1,25	
				7	Media	24,99	1,25	
0,6				9	Media	32,13	1,61	
				9	Media	32,13	1,61	
0,8								
1,0								
1,2								
1,4								
h muro = 5,00m Km. 12+755.00 al Km. 12+760.00								hz=0,60m
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)
0,2				4	Blanda	14,28	0,71	
				5	Media	17,85	0,89	
				7	Media	24,99	1,25	
0,4				8	Media	28,56	1,43	
				7	Media	24,99	1,25	
0,6				8	Media	28,56	1,43	
				8	Media	28,56	1,43	
0,8								
1,0								
1,2								
1,4								

CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA

1.2. MCA Km. 12+735,00 al Km. 12+770,00 LADO DERECHO

Fecha:
18/09/2014

ENSAYO ESTANDAR PARA LA AUSCULTACIÓN CON PENETRÓMETRO DINÁMICO LIGERO (DPL)

h muro = 3,50m									Km. 12+760.00 al Km. 12+765.00		hz=0,45m	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)				
0,2				5	Media	17,85	0,89					
				4	Blanda	14,28	0,71					
				6	Media	21,42	1,07					
0,4				7	Media	24,99	1,25					
				7	Media	24,99	1,25					
0,6				7	Media	24,99	1,25					
0,8												
1,0												
1,2												
1,4												
h muro = 2,50m									Km. 12+765.00 al Km. 12+767.50		hz=0,45m	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)				
0,2				5	Media	17,85	0,89					
				4	Blanda	14,28	0,71					
				6	Media	21,42	1,07					
0,4				5	Media	17,85	0,89					
				6	Media	21,42	1,07					
0,6				6	Media	21,42	1,07					
0,8												
1,0												
1,2												
1,4												
h muro = 2,00m									Km. 12+767.50 al Km. 12+770.00		hz=0,45m	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)				
0,2				4	Blanda	14,28	0,71					
				3	Blanda	10,71	0,54					
				4	Blanda	14,28	0,71					
0,4				3	Blanda	10,71	0,54					
				5	Media	17,85	0,89					
0,6				5	Media	17,85	0,89					
0,8												
1,0												
1,2												
1,4												

CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA

3.1. MCA Km. 34+330,00 al Km. 34+405,00 LADO DERECHO

Fecha:
23/09/2014

ENSAYO ESTANDAR PARA LA AUSCULTACION CON PENETROMETRO DINAMICO LIGERO (DPL)

h muro = 4,50m								Km. 34+330.00 al Km. 34+365.00		hz=0,50m	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)			
0,2				5	Media	17,85	0,89				
				6	Media	21,42	1,07				
0,4				5	Media	17,85	0,89				
				6	Media	21,42	1,07				
0,6				7	Media	24,99	1,25				
				8	Media	28,56	1,43				
0,8											
1,0											
1,2											
1,4											
h muro = 5,00m								Km. 34+365.00 al Km. 34+380.00		hz=0,60m	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)			
0,2				4	Blanda	14,28	0,71				
				5	Media	17,85	0,89				
0,4				6	Media	21,42	1,07				
				5	Media	17,85	0,89				
0,6				7	Media	24,99	1,25				
				8	Media	28,56	1,43				
0,8											
1,0											
1,2											
1,4											
h muro = 4,50m								Km. 34+380.00 al Km. 34+390.00		hz=0,50m	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)			
0,2				5	Media	17,85	0,89				
				6	Media	21,42	1,07				
0,4				7	Media	24,99	1,25				
				5	Media	17,85	0,89				
0,6				7	Media	24,99	1,25				
				8	Media	28,56	1,43				
0,8											
1,0											
1,2											
1,4											
h muro = 5,00m								Km. 34+390.00 al Km. 34+405.00		hz=0,60m	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)			
0,2				5	Media	17,85	0,89				
				7	Media	24,99	1,25				
0,4				8	Media	28,56	1,43				
				7	Media	24,99	1,25				
0,6				7	Media	24,99	1,25				
				8	Media	28,56	1,43				
0,8				9	Media	32,13	1,61				
1,0											
1,2											
1,4											

CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA

4.1. MCA Km. 40+103.70 al Km. 40+193.70 LADO DERECHO

Fecha:
24/09/2014

ENSAYO ESTANDAR PARA LA AUSCULTACION CON PENETROMETRO DINAMICO LIGERO (DPL)

h muro = 3,00 m								Km. 40+103.70 al Km. 40+118.70		hz=0,45m	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)			
0,2				6	Media	21,42	1,07				
				7	Media	24,99	1,25				
				7	Media	24,99	1,25				
0,4				8	Media	28,56	1,43				
				7	Media	24,99	1,25				
0,6				8	Media	28,56	1,43				
0,8											
1,0											
1,2											
1,4											
h muro = 5,00 m								Km. 40+118.70 al Km. 40+133.70		hz=0,60m	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)			
0,2				5	Media	17,85	0,89				
				7	Media	24,99	1,25				
				7	Media	24,99	1,25				
0,4				8	Media	28,56	1,43				
				9	Media	32,13	1,61				
0,6				9	Media	32,13	1,61				
0,8											
1,0											
1,2											
1,4											
h muro = 4,00 m								Km. 40+133.70 al Km. 40+158.70		hz=0,50m	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)			
0,2				6	Media	21,42	1,07				
				7	Media	24,99	1,25				
				8	Media	28,56	1,43				
0,4				7	Media	24,99	1,25				
				8	Media	28,56	1,43				
0,6				8	Media	28,56	1,43				
0,8											
1,0											
1,2											
1,4											
h muro = 2,00 m								Km. 40+158.70 al Km. 40+193.70		hz=0,45m	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)			
0,2				4	Blanda	14,28	0,71				
				5	Media	17,85	0,89				
				5	Media	17,85	0,89				
0,4				4	Blanda	14,28	0,71				
				5	Media	17,85	0,89				
0,6				6	Media	21,42	1,07				
0,8											
1,0											
1,2											
1,4											

CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA

5.1. MCA Km. 48+380,00 al Km. 48+440,00 LADO DERECHO

Fecha:
25/09/2014

ENSAYO ESTANDAR PARA LA AUSCULTACION CON PENETROMETRO DINAMICO LIGERO (DPL)

h muro = 3,00 m								Km. 48+380.00 al Km. 48+385.00		hz=0,45m
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)		
0.2				3	Blanda	10,71	0,54			
0.4				4	Blanda	14,28	0,71			
0.6				4	Blanda	14,28	0,71			
0.8				5	Media	17,85	0,89			
1.0				6	Media	21,42	1,07			
1.4				6	Media	21,42	1,07			
h muro = 4,00 m								Km. 48+385.00 al Km. 48+390.00		hz=0,50m
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)		
0.2				4	Blanda	14,28	0,71			
0.4				6	Media	21,42	1,07			
0.6				5	Media	17,85	0,89			
0.8				7	Media	24,99	1,25			
1.0				8	Media	28,56	1,43			
1.4				8	Media	28,56	1,43			
h muro = 5,00 m								Km. 48+390.00 al Km. 48+395.00		hz=0,60m
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)		
0.2				5	Media	17,85	0,89			
0.4				6	Media	21,42	1,07			
0.6				8	Media	28,56	1,43			
0.8				8	Media	28,56	1,43			
1.0				7	Media	24,99	1,25			
1.4				9	Media	32,13	1,61			
h muro = 6,00 m								Km. 48+395.00 al Km. 48+400.00		hz=0,80m
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)		
0.2				5	Media	17,85	0,89			
0.4				7	Media	24,99	1,25			
0.6				6	Media	21,42	1,07			
0.8				8	Media	28,56	1,43			
1.0				9	Media	32,13	1,61			
1.4				8	Media	28,56	1,43			
h muro = 7,00 m								Km. 48+400.00 al Km. 48+420.00		hz=1,00m
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)		
0.2				6	Media	21,42	1,07			
0.4				7	Media	24,99	1,25			
0.6				8	Media	28,56	1,43			
0.8				9	Media	32,13	1,61			
1.0				8	Media	28,56	1,43			
1.4				9	Media	32,13	1,61			
				10	Media	35,70	1,79			
				9	Media	32,13	1,61			
				11	Media	39,27	1,96			
				12	Media	42,84	2,14			
				15	Firme	44,37	2,22			

CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA

5.2. MCA Km. 48+380,00 al Km. 48+440,00 LADO DERECHO

Fecha:
25/09/2014

ENSAYO ESTANDAR PARA LA AUSCULTACION CON PENETROMETRO DINAMICO LIGERO (DPL)

h muro = 6,00 m		Km. 48+420.00 al Km. 48+425.00					hz=0,80m	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)
0.2				6	Media	21,42	1,07	
0.4				8	Media	28,56	1,43	
0.4				8	Media	28,56	1,43	
0.4				7	Media	24,99	1,25	
0.6				9	Media	32,13	1,61	
0.6				10	Media	35,70	1,79	
0.8				9	Media	32,13	1,61	
0.8				10	Media	35,70	1,79	
1.0								
1.2								
1.4								
h muro = 7,00 m		Km. 48+425.00 al Km. 48+435.00					hz=1,00m	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)
0.2				5	Media	17,85	0,89	
0.2				7	Media	24,99	1,25	
0.4				8	Media	28,56	1,43	
0.4				7	Media	24,99	1,25	
0.4				8	Media	28,56	1,43	
0.6				9	Media	32,13	1,61	
0.6				10	Media	35,70	1,79	
0.8				9	Media	32,13	1,61	
0.8				10	Media	35,70	1,79	
1.0				12	Media	42,84	2,14	
1.0				15	Firme	44,37	2,22	
1.2								
1.4								
h muro = 7,00 m		Km. 48+435.00 al Km. 48+440.00					hz=1,00m	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)
0.2				6	Media	21,42	1,07	
0.2				8	Media	28,56	1,43	
0.2				9	Media	32,13	1,61	
0.4				9	Media	32,13	1,61	
0.4				8	Media	28,56	1,43	
0.6				10	Media	35,70	1,79	
0.6				9	Media	32,13	1,61	
0.8				11	Media	39,27	1,96	
0.8				10	Media	35,70	1,79	
1.0				12	Media	42,84	2,14	
1.0				14	Media	41,41	2,07	
1.2								
1.4								

CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA

1.1. MSR Km. 10+329,00 al Km. 10+343,00 LADO IZQUIERDO

Fecha:
27/09/2014

ENSAYO ESTANDAR PARA LA AUSCULTACION CON PENETROMETRO DINAMICO LIGERO (DPL)

h muro = 3,00 m

Km. 10+329.00 al Km. 10+343.00

Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)
0,2				7	Media	24,99	1,25	
0,4				8	Media	28,56	1,43	
0,6				9	Media	32,13	1,61	
0,8								
1,0								
1,2								
1,4								
1,6								
1,8								
2,0								
2,2								
2,4								
2,6								
2,8								
3,0								
3,2								
3,4								
3,6								
3,8								
4,0								
4,2								
4,4								
4,6								
4,8								
5,0								
5,2								
5,4								
5,6								
5,8								
6,0								
6,2								
6,4								
6,6								
6,8								
7,0								

CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA

2.1. MSR Km. 11+380,00 al Km. 11+420,00 LADO IZQUIERDO

Fecha:
26/09/2014

ENSAYO ESTANDAR PARA LA AUSCULTACION CON PENETROMETRO DINAMICO LIGERO (DPL)

h muro = 3,00 m								Km. 11+380.00 al km. 11+385.00		Q adm. (Kg/cm ²)
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)			
0.2				7	Media	24,99	1,25			
0.4				7	Media	24,99	1,25			
0.6				7	Media	24,99	1,25			
0.8										
1.0										
1.4										
h muro = 4,00 m								Km. 11+385.00 al km. 11+387.50		Q adm. (Kg/cm ²)
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)			
0.2				8	Media	28,56	1,43			
0.4				8	Media	28,56	1,43			
0.6										
0.8										
1.0										
1.4										
h muro = 5,00 m								Km. 11+387.50 al km. 11+390.00		Q adm. (Kg/cm ²)
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)			
0.2				9	Media	32,13	1,61			
0.4				9	Media	32,13	1,61			
0.6										
0.8										
1.0										
1.4										
h muro = 6,00 m								Km. 11+390.00 al Km. 11+407.50		Q adm. (Kg/cm ²)
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)			
0.2				10	Media	35,70	1,79			
0.4				10	Media	35,70	1,79			
0.6										
0.8										
1.0										
1.4										

CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA

2.2. MSR Km. 11+380,00 al Km. 11+420,00 LADO IZQUIERDO

Fecha:
26/09/2014

ENSAYO ESTANDAR PARA LA AUSCULTACION CON PENETROMETRO DINAMICO LIGERO (DPL)

h muro = 5,00 m								Km. 11+407.50 al Km. 11+410.00	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	
0,2				9	Media	32,13	1,61		
0,4			10	Media	35,70	1,79			
0,6									
0,8									
1,0									
1,2									
1,4									
h muro = 4,00 m								Km. 11+410.00 al Km. 11+412.50	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	
0,2				8	Media	28,56	1,43		
0,4				8	Media	28,56	1,43		
0,6									
0,8									
1,0									
1,2									
1,4									
h muro = 3,00 m								Km. 11+412.50 al Km. 11+415.00	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	
0,2				7	Media	24,99	1,25		
0,4				8	Media	28,56	1,43		
0,6									
0,8									
1,0									
1,2									
1,4									
h muro = 2,00 m								Km. 11+415.50 al Km. 11+420.00	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	
0,2				6	Media	21,42	1,07		
0,4				6	Media	21,42	1,07		
0,6									
0,8									
1,0									
1,2									
1,4									

CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA

3.1. MSR Km. 17+539,00 al Km. 17+693,00 LADO IZQUIERDO

Fecha:
26/09/2014

ENSAYO ESTANDAR PARA LA AUSCULTACION CON PENETROMETRO DINAMICO LIGERO (DPL)

h muro = 3,00 m								Km. 17+539.00 al Km. 17+579.00	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	
0,2				7	Media	24,99	1,25		
0,4			7	Media	24,99	1,25			
0,6									
0,8									
1,0									
1,4									
h muro = 4,00 m								Km. 17+579.00 al Km. 17+619.00	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	
0,2				8	Media	28,56	1,43		
0,4				8	Media	28,56	1,43		
0,6									
0,8									
1,0									
1,4									
h muro = 3,00 m								Km. 17+619.00 al Km. 17+663.00	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	
0,2				7	Media	24,99	1,25		
0,4				7	Media	24,99	1,25		
0,6									
0,8									
1,0									
1,4									
h muro = 4,00 m								Km. 17+663.00 al Km. 17+673.00	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	
0,2				8	Media	28,56	1,43		
0,4				7	Media	24,99	1,25		
0,6									
0,8									
1,0									
1,4									

CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA

3.2. MSR Km. 17+539,00 al Km. 17+693,00 LADO IZQUIERDO

Fecha:
26/09/2014

ENSAYO ESTANDAR PARA LA AUSCULTACION CON PENETROMETRO DINAMICO LIGERO (DPL)

h muro = 5,00 m								Km. 17+673.00 al Km. 17+677.00	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	NGolpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	
0.2				9	Media	32,13	1,61		
0.4			9	Media	32,13	1,61			
0.6									
0.8									
1.0									
1.4									
h muro = 7,00 m								Km. 17+677.00 al Km. 17+683.00	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	NGolpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	
0.2				13	Media	46,41	2,32		
0.4				12	Media	42,84	2,14		
0.6				13	Media	46,41	2,32		
0.8									
1.0									
1.4									
h muro = 4,00 m								Km. 17+683.00 al Km. 17+687.00	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	NGolpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	
0.2				8	Media	28,56	1,43		
0.4				9	Media	32,13	1,61		
0.6									
0.8									
1.0									
1.4									
h muro = 3,00 m								Km. 17+687.00 al Km. 17+693.00	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	NGolpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	
0.2				7	Media	24,99	1,25		
0.4				7	Media	24,99	1,25		
0.6									
0.8									
1.0									
1.4									

CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA

4.1. MSR Km. 18+138,00 al Km. 18+168,50

Fecha:
27/09/2014

ENSAYO ESTANDAR PARA LA AUSCULTACION CON PENETROMETRO DINAMICO LIGERO (DPL)

h muro = 2,00 m								Km. 18+138.00 al Km. 18+140.00	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	
0.2				5	Media	17,85	0,89		
0.4			5	Media	17,85	0,89			
0.6				6	Media	21,42	1,07		
0.8									
1.0									
1.2									
1.4									
h muro = 3,00 m								Km. 18+140.00 al Km. 18+141.00	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	
0.2				7	Media	24,99	1,25		
0.4				7	Media	24,99	1,25		
0.6									
0.8									
1.0									
1.2									
1.4									
h muro = 4,00 m								Km. 18+141.00 al Km. 18+142.50	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	
0.2				8	Media	28,56	1,43		
0.4				7	Media	24,99	1,25		
0.6				9	Media	32,13	1,61		
0.8									
1.0									
1.2									
1.4									
h muro = 5,00 m								Km. 18+142.50 al Km. 18+144.00	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	
0.2				9	Media	32,13	1,61		
0.4				10	Media	35,70	1,79		
0.6									
0.8									
1.0									
1.2									
1.4									

CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA

4.2. MSR Km. 18+138,00 al Km. 18+168,50

Fecha:
27/09/2014

ENSAYO ESTANDAR PARA LA AUSCULTACION CON PENETROMETRO DINAMICO LIGERO (DPL)

h muro = 8,00 m Km. 18+144.00 al Km. 18+157.40

Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)
0.2				14	Media	49,98	2,50	
0.4				15	Firme	53,55	2,68	
0.6				14	Media	49,98	2,50	
0.8								
1.0								
1.2								
1.4								

h muro = 5,00 m Km. 18+157.40 al Km. 18+159.10

Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)
0.2				9	Media	32,13	1,61	
0.4				9	Media	32,13	1,61	
0.6				9	Media	32,13	1,61	
0.8								
1.0								
1.2								
1.4								

h muro = 4,00 m Km. 18+159.10 al Km. 18+168.50

Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)
0.2				8	Media	28,56	1,43	
0.4				8	Media	28,56	1,43	
0.6				9	Media	32,13	1,61	
0.8								
1.0								
1.2								
1.4								

CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA

5.1. MSR Km. 45+705,00 al Km. 45+735,00 LADO DERECHO

Fecha:
03/10/2014

ENSAYO ESTANDAR PARA LA AUSCULTACION CON PENETROMETRO DINAMICO LIGERO (DPL)

h muro = 2,00 m								Km. 45+705.00 al Km. 45+708.00	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	
0,2				5	Media	17,85	0,89		
0,4			6	Media	21,42	1,07			
0,6				6	Media	21,42	1,07		
0,8									
1,0									
1,2									
1,4									
h muro = 3,00 m								Km. 45+708.00 al Km.45+713.00	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	
0,2				7	Media	24,99	1,25		
0,4				8	Media	28,56	1,43		
0,6									
0,8									
1,0									
1,2									
1,4									
h muro = 5,00 m								Km. 45+713.00 al Km. 45+720.00	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	
0,2				9	Media	32,13	1,61		
0,4				10	Media	35,70	1,79		
0,6				9	Media	32,13	1,61		
0,8									
1,0									
1,2									
1,4									
h muro = 6,00 m								Km. 45+720.00 al Km. 45+727.00	
Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	
0,2				10	Media	35,70	1,79		
0,4				11	Media	39,27	1,96		
0,6				11	Media	39,27	1,96		
0,8									
1,0									
1,2									
1,4									

CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA

5.2. MSR Km. 45+705,00 al Km. 45+735,00 LADO DERECHO

Fecha:
04/10/2014

ENSAYO ESTANDAR PARA LA AUSCULTACION CON PENETROMETRO DINAMICO LIGERO (DPL)

h muro = 4,00 m Km. 45+727.00 al Km. 45+732.00

Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)
0,2				8	Media	28,56	1,43	
0,4			7	Media	24,99	1,25		
0,6			8	Media	28,56	1,43		
0,8								
1,0								
1,2								
1,4								

h muro = 3,00 m Km. 45+732.00 al Km. 45+735.00

Prof. (m)	Muestra	Simbolo	Clasif. SUCS	N Golpes / 10 cm	Compac. / Consist.	qc (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)	Q adm. (Kg/cm ²)
0,2				7	Media	24,99	1,25	
0,4				8	Media	28,56	1,43	
0,6				7	Media	24,99	1,25	
0,8								
1,0								
1,2								
1,4								

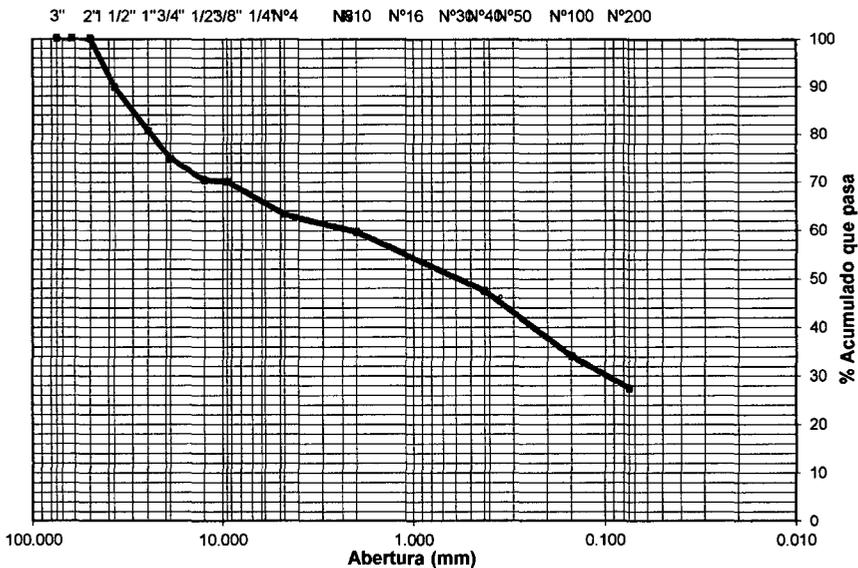
ANEXO F – ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS Y LÍMITES DE CONSISTENCIA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

Calicata : DPL 01
 Ubicación : km 12+745,00
 Lado : Derecho
 Muro 1 : MCA Km. 12+735,00 al Km. 12+770,00

(a) Peso Muestra Húmeda : 1000,00 gr
 (b) Peso Muestra Seca : 955,00 gr
 Humedad (a-b)/b x 100 (%) : 4,71 %

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	%Retenido o Parcial	%Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones
3"	75,000					
2" 1/2	62,500					
2"	50,000				100,00	
1 1/2"	37,500	98,00	10,26	10,26	89,74	
1"	25,000	88,00	9,21	19,48	80,52	
3/4"	19,000	55,00	5,76	25,24	74,76	
1/2"	12,500	43,00	4,50	29,74	70,26	
3/8"	9,500	3,20	0,34	30,07	69,93	
1/4"	6,250					
Nº4	4,750	65,00	6,81	36,88	63,12	
Nº8	2,360					
Nº10	2,000	34,50	3,61	40,49	59,51	
Nº16	1,100					
Nº30	0,600					
Nº40	0,425	115,50	12,09	52,59	47,41	
Nº50	0,300					
Nº100	0,150	127,90	13,39	65,98	34,02	
Nº200	0,075	63,30	6,63	72,61	27,39	
Fondo		261,60	27,39	100,00		



Límites de Consistencia

Limite Líquido	30,11
Limite Plástico	26,39
Ind. Plasticidad	3,72

Clasificación de Suelos

Pasa Nº4	63,1
Pasa Nº10	59,5
Pasa Nº40	47,4
Pasa Nº200	27,4
D10	--
D30	0,121
D60	2,375
SUCS	GM
AASHTO	A-2-4 (0)

LÍMITES DE CONSISTENCIA

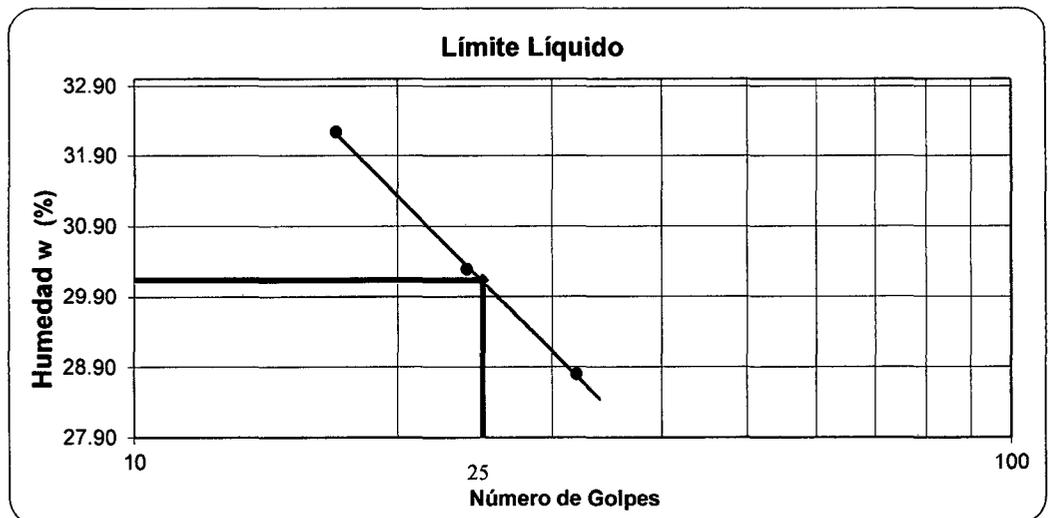
Calicata : DPL 01
 Ubicación : km 12+745,00
 Lado : Derecho
 Muro 1 : MCA Km. 12+735,00 al Km. 12+770,00

Determinación del Limite Plástico

ENSAYO N°	01	02	03	04	05	06
Recipiente N°	5	3				
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	10,30	10,30				
Peso Recipiente+Suelo Seco	9,13	9,12				
Peso de agua	1,17	1,18				
Peso Recipiente	4,78	4,56				
Peso de Suelo Seco	4,35	4,56				
% de Humedad	26,90	25,88				
Limite Plástico (%)	26,39					

Determinación del Limite Liquido

ENSAYO N°	01	02	03	04	05	06
Recipiente N°	8	7	4			
Numero de Golpes	32	24	17			
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	24,70	25,07	25,42			
Peso Recipiente+Suelo Seco	21,47	21,57	21,66			
Peso de agua	3,23	3,50	3,76			
Peso Recipiente	10,25	10,01	9,99			
Peso de Suelo Seco	11,22	11,56	11,67			
% de Humedad	28,79	30,28	32,22			
Limite Liquido (%)	30,11					
Índice de Plasticidad (%)	3,72					

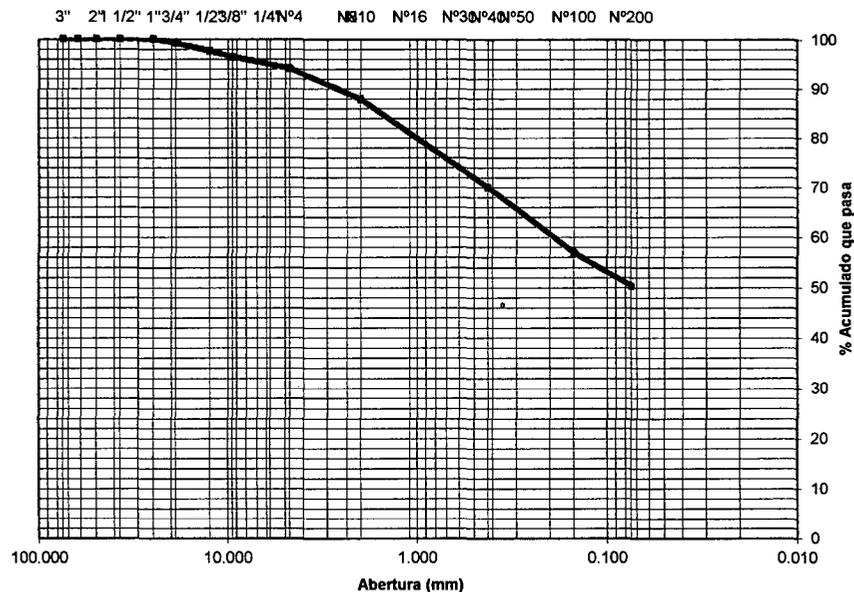


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

Calicata : DPL-2
 Ubicación : Km 25+714,00
 Lado : Izquierdo
 Muro 2 : MCA Km. 25+709,00 al Km. 25+719,34

(a) Peso Muestra Húmeda:..... 994,00 g r
 (b) Peso Muestra Seca:..... 646,00 gr
 Humedad (a-b)/b x 100 (%):..... 53,87 %

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones
3"	75,000					
2" 1/2	62,500					
2"	50,000				100,00	
1 1/2"	37,500				100,00	
1"	25,000				100,00	
3/4"	19,000	5,00	0,77	0,77	99,23	
1/2"	12,500	11,00	1,70	2,48	97,52	
3/8"	9,500	7,40	1,15	3,62	96,38	
1/4"	6,250					
Nº4	4,750	15,30	2,37	5,99	94,01	
Nº8	2,360					
Nº10	2,000	40,20	6,22	12,21	87,79	
Nº16	1,100					
Nº30	0,600					
Nº40	0,425	115,30	17,85	30,06	69,94	
Nº50	0,300					
Nº100	0,150	84,50	13,08	43,14	56,86	
Nº200	0,075	42,50	6,58	49,72	50,28	
Fondo		324,80	50,28	100,00		



Límites de Consistencia

Limite Líquido	30,72
Limite Plástico	18,69
Ind. Plasticidad	12,03

Clasificación de Suelos

Pasa Nº4	94,0
Pasa Nº10	87,8
Pasa Nº40	69,9
Pasa Nº200	50,3
D10	--
D30	--
D60	0,248
SUCS	CL
AASHTO	A-6 (1)

LÍMITES DE CONSISTENCIA

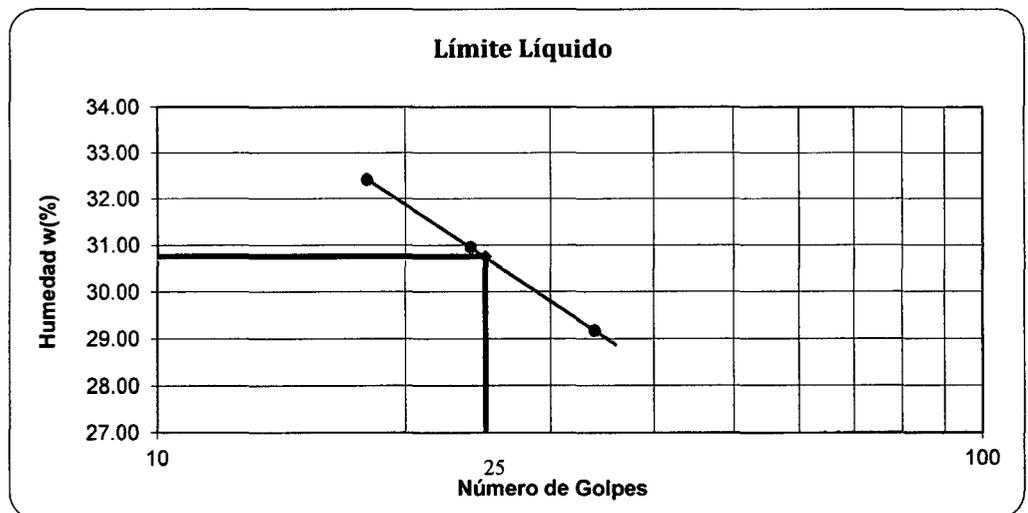
Calicata : DPL-2
 Ubicación : Km 25+714,00
 Lado : Izquierdo
 Muro 2 : MCA Km. 25+709,00 al Km. 25+719,34

Determinación del Límite Plástico

ENSAYO N°	01	02	03	04	05	06
Recipiente N°	14	11				
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	14,23	11,24				
Peso Recipiente+Suelo Seco	13,16	10,55				
Peso de agua	1,07	0,69				
Peso Recipiente	7,43	6,86				
Peso de Suelo Seco	5,73	3,69				
% de Humedad	18,67	18,70				
Límite Plástico (%)	18,69					

Determinación del Límite Líquido

ENSAYO N°	01	02	03	04	05	06
Recipiente N°	15	13	16			
Numero de Golpes	34	24	18			
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	27,19	26,98	27,75			
Peso Recipiente+Suelo Seco	24,80	24,19	24,78			
Peso de agua	2,39	2,79	2,97			
Peso Recipiente	16,60	15,17	15,61			
Peso de Suelo Seco	8,20	9,02	9,17			
% de Humedad	29,15	30,93	32,39			
Límite Líquido (%)	30,72					
Índice de Plasticidad (%)	12,03					

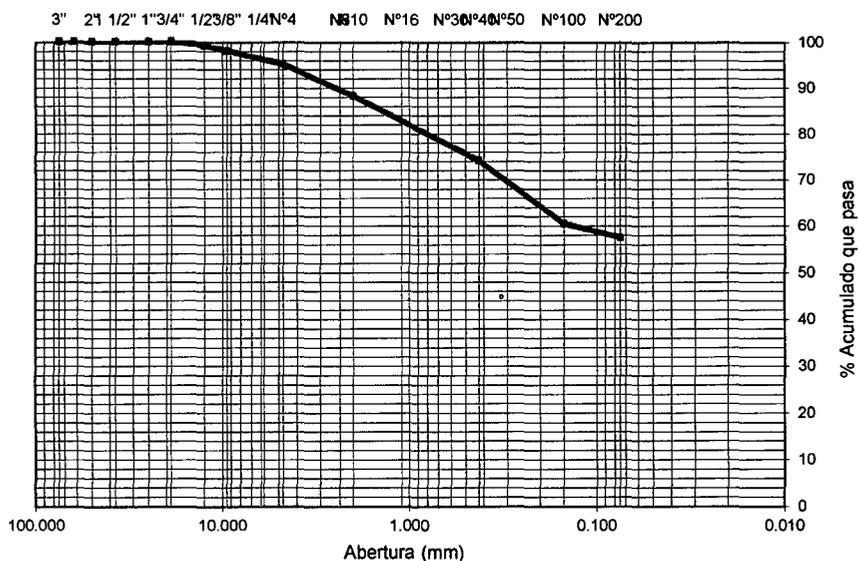


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

Calicata : DPL - 3
 Ubicación : Km 34+370,00
 Lado : Derecho
 Muro 3 : MCA Km. 34+330,00 al Km. 34+405,00

(a) Peso Muestra Húmeda: 540,50 gr
 (b) Peso Muestra Seca : 390,81 gr
 Humedad (a-b)/b x 100 (%): 38,30 %

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones
3"	75,000					
2" 1/2	62,500					
2"	50,000				100,00	
1 1/2"	37,500				100,00	
1"	25,000				100,00	
3/4"	19,000				100,00	
1/2"	12,500	3,10	0,79	0,79	99,21	
3/8"	9,500	4,90	1,25	2,05	97,95	
1/4"	6,250					
Nº4	4,750	11,20	2,87	4,91	95,09	
Nº8	2,360					
Nº10	2,000	27,10	6,93	11,85	88,15	
Nº16	1,100					
Nº30	0,600					
Nº40	0,425	55,20	14,12	25,97	74,03	
Nº50	0,300					
Nº100	0,150	53,30	13,64	39,61	60,39	
Nº200	0,075	11,70	2,99	42,60	57,40	
Fondo		224,31	57,40	100,00		



Límites de Consistencia

Limite Líquido	34,38
Limite Plástico	23,30
Ind. Plasticidad	11,08

Clasificación de Suelos

Pasa Nº4	95,1
Pasa Nº10	88,2
Pasa Nº40	74,0
Pasa Nº200	57,4
D10	--
D30	--
D60	0,130
SUCS	CL
AASHTO	A-6 (0)

LÍMITES DE CONSISTENCIA

Calicata : DPL - 3
 Ubicación : Km 34+370,00
 Lado : Derecho
 Muro 3 : MCA Km. 34+330,00 al Km. 34+405,00

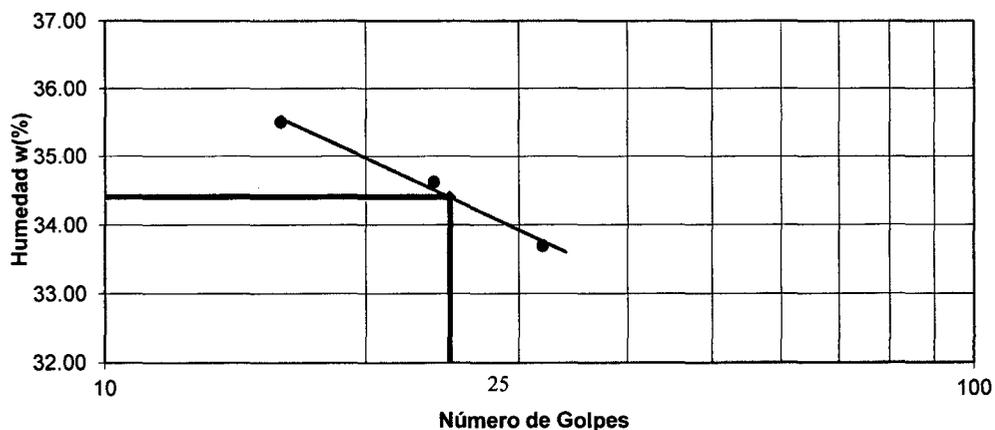
Determinación del Límite Plástico

ENSAYO Nº	01	02	03	04	05	06
Recipiente Nº	13	12				
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	10,04	9,71				
Peso Recipiente+Suelo Seco	9,13	8,77				
Peso de agua	0,91	0,94				
Peso Recipiente	5,14	4,82				
Peso de Suelo Seco	3,99	3,95				
% de Humedad	22,81	23,80				
Límite Plástico (%)	23,30					

Determinación del Límite Líquido

ENSAYO Nº	01	02	03	04	05	06
Recipiente Nº	6	7	1			
Numero de Golpes	32	24	16			
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	26,35	25,43	26,58			
Peso Recipiente+Suelo Seco	23,44	22,53	23,29			
Peso de agua	2,91	2,90	3,29			
Peso Recipiente	14,80	14,15	14,02			
Peso de Suelo Seco	8,64	8,38	9,27			
% de Humedad	33,68	34,61	35,49			
Límite Líquido (%)	34,38					
Índice de Plasticidad (%)	11,08					

Límite Líquido

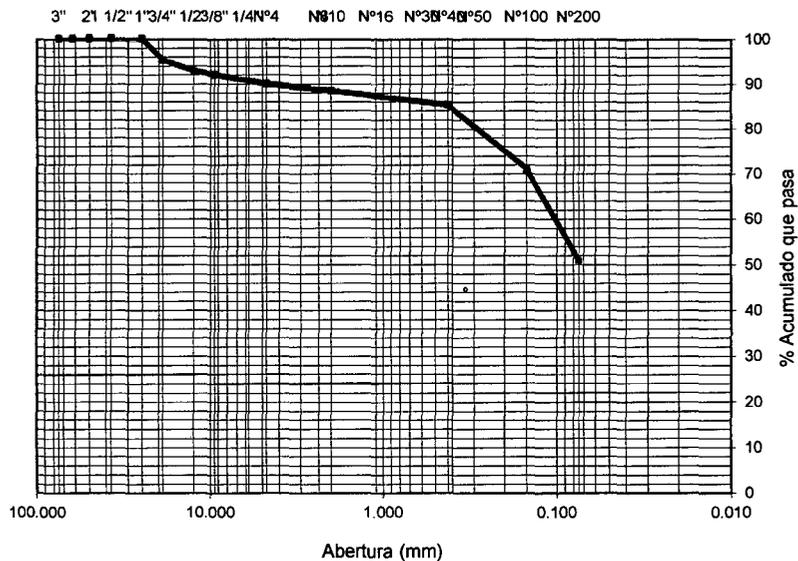


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

Calicata : DPL - 4
 Ubicación : Km 40+150,00
 Lado : Derecho
 Muro 4 : MCA Km. 40+103,0 al Km. 40+193,70

(a) Peso Muestra Húmeda: 1020,00 gr
 (b) Peso Muestra Seca: 984,00 gr
 Humedad (a-b)/b x 100 (%): 3,66 %

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones
3"	75,000					
2" 1/2	62,500					
2"	50,000				100,00	
1 1/2"	37,500				100,00	
1"	25,000				100,00	
3/4"	19,000	47,30	4,81	4,81	95,19	
1/2"	12,500	22,80	2,32	7,12	92,88	
3/8"	9,500	9,60	0,98	8,10	91,90	
1/4"	6,250					
Nº4	4,750	19,40	1,97	10,07	89,93	
Nº8	2,360					
Nº10	2,000	15,30	1,55	11,63	88,37	
Nº16	1,100					
Nº30	0,600					
Nº40	0,425	31,30	3,18	14,81	85,19	
Nº50	0,300					
Nº100	0,150	140,00	14,23	29,03	70,97	
Nº200	0,075	198,90	20,21	49,25	50,75	
Fondo		499,40	50,75	100,00		



Límites de Consistencia	
Límite Líquido	28,92
Límite Plástico	NP
Ind. Plasticidad	NP

Clasificación de Suelos	
Pasa Nº4	89,9
Pasa Nº10	88,4
Pasa Nº40	85,2
Pasa Nº200	50,8
D10	--
D30	--
D60	0,169
SUCS	ML
AASHTO	A-4 (7)

LÍMITES DE CONSISTENCIA

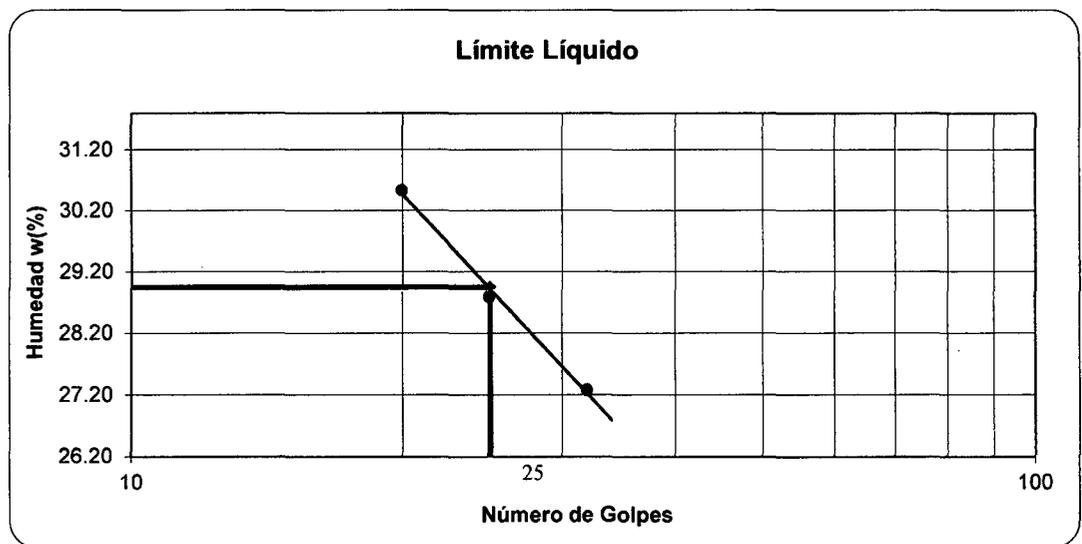
Calicata : DPL - 4
 Ubicación : Km 40+150,00
 Lado : Derecho
 Muro 4 :MCA Km. 40+103,0 al Km. 40+193,70

Determinación del Límite Plástico

ENSAYO N°	01	02	03	04	05	06
Recipiente N°	17	20				
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	12,48	12,42				
Peso Recipiente+Suelo Seco	11,86	11,82				
Peso de agua	0,62	0,60				
Peso Recipiente	8,27	8,30				
Peso de Suelo Seco	3,59	3,52				
% de Humedad	17,27	17,05				
Límite Plástico (%)	NP					

Determinación del Límite Líquido

ENSAYO N°	01	02	03	04	05	06
Recipiente N°	22	11	7			
Numero de Golpes	32	25	20			
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	27,52	25,15	26,20			
Peso Recipiente+Suelo Seco	24,93	22,77	23,35			
Peso de agua	2,59	2,38	2,85			
Peso Recipiente	15,43	14,50	14,01			
Peso de Suelo Seco	9,50	8,27	9,34			
% de Humedad	27,26	28,78	30,51			
Límite Líquido (%)	28,92					
Índice de Plasticidad (%)	NP					

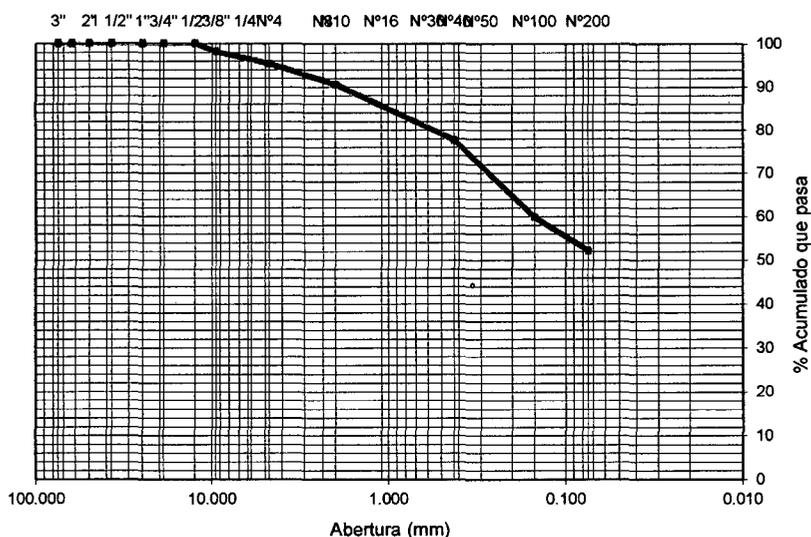


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

Calicata : DPL - 5
 Ubicación : km 48+400,00
 Lado :Derecho
 Muro 5 : MCA Km. 48+380,00 al Km. 48+440,00

(a) Peso Muestra Humeda:..... 627,40 gr
 (b) Peso Muestra Seca: 475,00 gr
 Humedad (a-b)/b x 100 (%):. 32,08 %

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones
3"	75,000					
2" 1/2	62,500					
2"	50,000				100,00	
1 1/2"	37,500				100,00	
1"	25,000				100,00	
3/4"	19,000				100,00	
1/2"	12,500				100,00	
3/8"	9,500	9,15	1,93	1,93	98,07	
1/4"	6,250					
Nº4	4,750	13,50	2,84	4,77	95,23	
Nº8	2,360					
Nº10	2,000	22,60	4,76	9,53	90,47	
Nº16	1,100					
Nº30	0,600					
Nº40	0,425	61,10	12,86	22,39	77,61	
Nº50	0,300					
Nº100	0,150	85,10	17,92	40,31	59,69	
Nº200	0,075	36,10	7,60	47,91	52,09	
Fondo		247,45	52,09	100,00		



Límites de Consistencia

Limite Líquido	43,66
Limite Plástico	23,41
Ind. Plasticidad	20,25

Clasificación de Suelos

Pasa Nº4	95,2
Pasa Nº10	90,5
Pasa Nº40	77,6
Pasa Nº200	52,1
D10	--
D30	--
D60	0,183
SUCS	CL
AASHTO	A-7-6 (4)

LÍMITES DE CONSISTENCIA

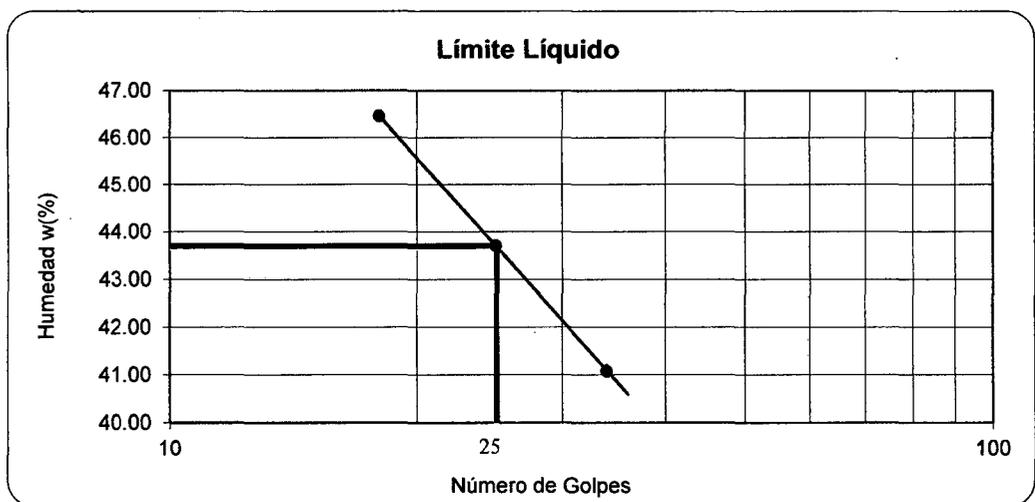
Calicata : DPL - 5
 Ubicación : km 48+400,00
 Lado :Derecho
 Muro 5 : MCA Km. 48+380,00 al Km. 48+440,00

Determinación del Limite Plástico

ENSAYO N°	01	02	03	04	05	06
Recipiente N°	12	15				
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	13,31	12,85				
Peso Recipiente+Suelo Seco	12,70	11,99				
Peso de agua	0,61	0,86				
Peso Recipiente	9,08	9,12				
Peso de Suelo Seco	3,62	2,87				
% de Humedad	16,85	29,97				
Limite Plástico (%)	23,41					

Determinación del Limite Liquido

ENSAYO N°	01	02	03	04	05	06
Recipiente N°	15	18	20			
Numero de Golpes	34	25	18			
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	28,75	29,03	28,77			
Peso Recipiente+Suelo Seco	24,18	24,02	23,50			
Peso de agua	4,57	5,01	5,27			
Peso Recipiente	13,05	12,55	12,15			
Peso de Suelo Seco	11,13	11,47	11,35			
% de Humedad	41,06	43,68	46,43			
Limite Liquido (%)	43,66					
Índice de Plasticidad (%)	20,25					

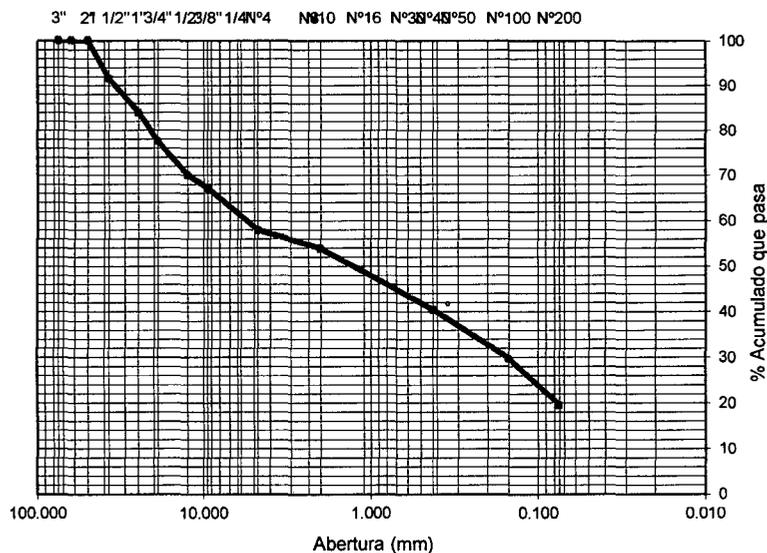


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

Calicata : DPL - 6
 Ubicación : Km 10+335,00
 Lado : Izquierdo
 Muro 1 : MSR Km. 10+329,00 al Km. 10+343,00

(a) Peso Muestra Húmeda: ... 1004,00 gr
 (b) Peso Muestra Seca: 932,40 gr
 Humedad (a-b)/b x 100 (%): . 7,68 %

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido o (gr)	% Retenido Parcial	%Retenido o Acumulad o	% que pasa	Especificaciones
3"	75,000					
2" 1/2	62,500					
2"	50,000				100,00	
1 1/2"	37,500	80,00	8,58	8,58	91,42	
1"	25,000	70,00	7,51	16,09	83,91	
3/4"	19,000	60,00	6,44	22,52	77,48	
1/2"	12,500	70,00	7,51	30,03	69,97	
3/8"	9,500	27,00	2,90	32,93	67,07	
1/4"	6,250	16,00	1,72			
Nº4	4,750	70,00	7,51	42,15	57,85	
Nº8	2,360					
Nº10	2,000	38,00	4,08	46,22	53,78	
Nº16	1,100					
Nº30	0,600					
Nº40	0,425	125,00	13,41	59,63	40,37	
Nº50	0,300					
Nº100	0,150	100,00	10,73	70,36	29,64	
Nº200	0,075	95,40	10,23	80,59	19,41	
Fondo		181,00	19,41	100,00		



Límites de Consistencia

Límite Líquido	31,88
Límite Plástico	28,01
Ind. Plasticidad	3,87

Clasificación de Suelos

Pasa Nº4	57,9
Pasa Nº10	53,8
Pasa Nº40	40,4
Pasa Nº200	19,4
D10	--
D30	0,252
D60	5,857
SUCS	GM
AASHTO	A-1-b (0)

LÍMITES DE CONSISTENCIA

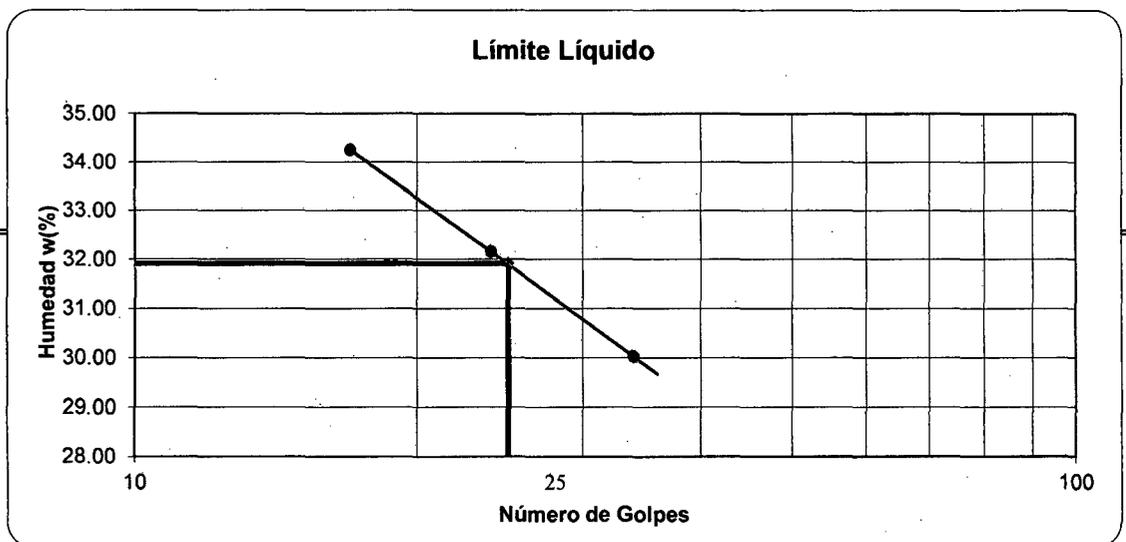
Calicata : DPL - 6
 Ubicación : km 10+335,00
 Lado : Izquierdo
 Muros : MSR Km. 10+329,00 al Km. 10+343,00

Determinación del Limite Plástico

ENSAYO Nº	01	02	03	04	05	06
Recipiente Nº	9	14				
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	15,40	15,75				
Peso Recipiente+Suelo Seco	14,10	14,45				
Peso de agua	1,30	1,30				
Peso Recipiente	9,66	9,59				
Peso de Suelo Seco	4,44	4,86				
% de Humedad	29,28	26,75				
Limite Plástico (%)	28,01					

Determinación del Limite Liquido

ENSAYO Nº	01	02	03	04	05	06
Recipiente Nº	13	15	18			
Numero de Golpes	34	24	17			
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	28,00	28,40	29,10			
Peso Recipiente+Suelo Seco	24,70	24,67	25,00			
Peso de agua	3,30	3,73	4,10			
Peso Recipiente	13,70	13,06	13,02			
Peso de Suelo Seco	11,00	11,61	11,98			
% de Humedad	30,00	32,13	34,22			
Limite Liquido (%)	31,88					
Índice de Plasticidad (%)	3,87					

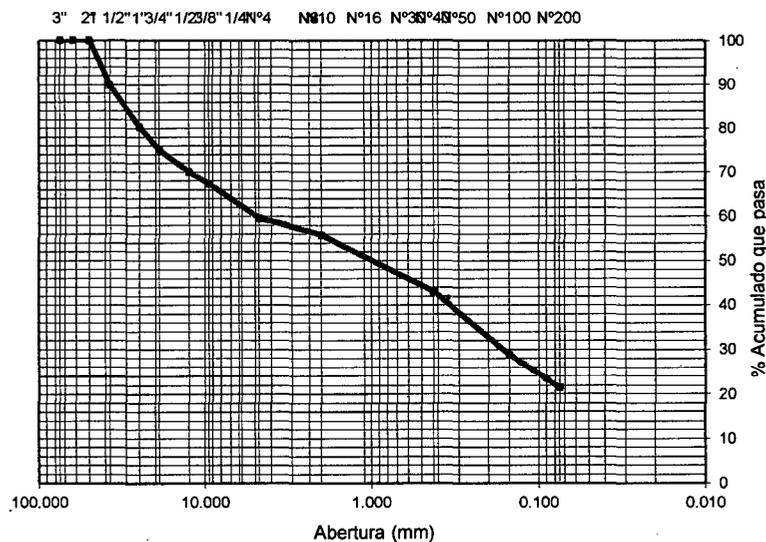


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

Calicata : DPL - 7
 Ubicación : Km 11+395,00
 Lado : Izquierdo
 Muro 2 : MSR Km. 11+380,00 al Km. 11+420,00

(a) Peso Muestra Húmeda: 985,00 gr
 (b) Peso Muestra Seca: 944,60 gr
 Humedad (a-b)/b x 100 (%):... 4,28 %

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones
3"	75,000					
2" 1/2	62,500					
2"	50,000				100,00	
1 1/2"	37,500	96,00	10,16	10,16	89,84	
1"	25,000	90,00	9,53	19,69	80,31	
3/4"	19,000	50,00	5,29	24,98	75,02	
1/2"	12,500	48,00	5,08	30,07	69,93	
3/8"	9,500	25,50	2,70	32,77	67,23	
1/4"	6,250	5,00	0,53			
Nº4	4,750	68,00	7,20	40,49	59,51	
Nº8	2,360					
Nº10	2,000	35,60	3,77	44,26	55,74	
Nº16	1,100					
Nº30	0,600					
Nº40	0,425	120,10	12,71	56,98	43,02	
Nº50	0,300					
Nº100	0,150	135,40	14,33	71,31	28,69	
Nº200	0,075	68,90	7,29	78,60	21,40	
Fondo		202,10	21,40	100,00		



Límites de Consistencia

Límite Líquido	30,74
Límite Plástico	26,97
Ind. Plasticidad	3,77

Clasificación de Suelos

Pasa Nº4	59,5
Pasa Nº10	55,7
Pasa Nº40	43,0
Pasa Nº200	21,4
D10	--
D30	0,214
D60	5,053
SUCS	GM
AASHTO	A-1-b (0)

LÍMITES DE CONSISTENCIA

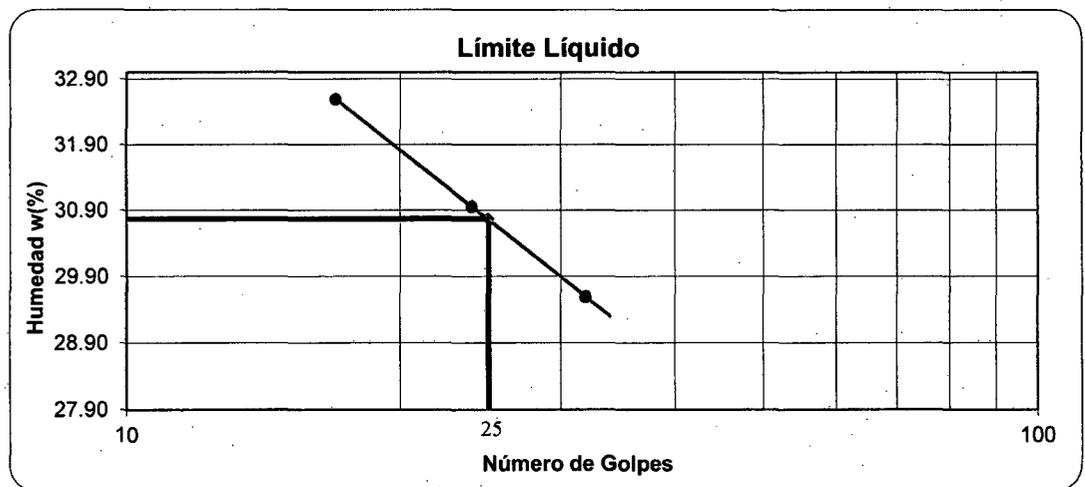
Calicata : DPL - 7
 Ubicación : km 11+395,00
 Lado : Izquierdo
 Muro 2 : MSR Km. 11+380,00 al Km. 11+420,00

Determinación del Limite Plástico

ENSAYO N°	01	02	03	04	05	06
Recipiente N°	4	5				
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	10,30	10,35				
Peso Recipiente+Suelo Seco	9,15	9,14				
Peso de agua	1,15	1,21				
Peso Recipiente	4,86	4,68				
Peso de Suelo Seco	4,29	4,46				
% de Humedad	26,81	27,13				
Limite Plástico (%)	26,97					

Determinación del Limite Líquido

ENSAYO N°	01	02	03	04	05	06
Recipiente N°	7	9	6			
Numero de Golpes	32	24	17			
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	24,80	25,12	25,72			
Peso Recipiente+Suelo Seco	21,47	21,55	21,86			
Peso de agua	3,33	3,57	3,86			
Peso Recipiente	10,21	10,01	10,01			
Peso de Suelo Seco	11,26	11,54	11,85			
% de Humedad	29,57	30,94	32,57			
Limite Líquido (%)	30,74					
Índice de Plasticidad (%)	3,77					

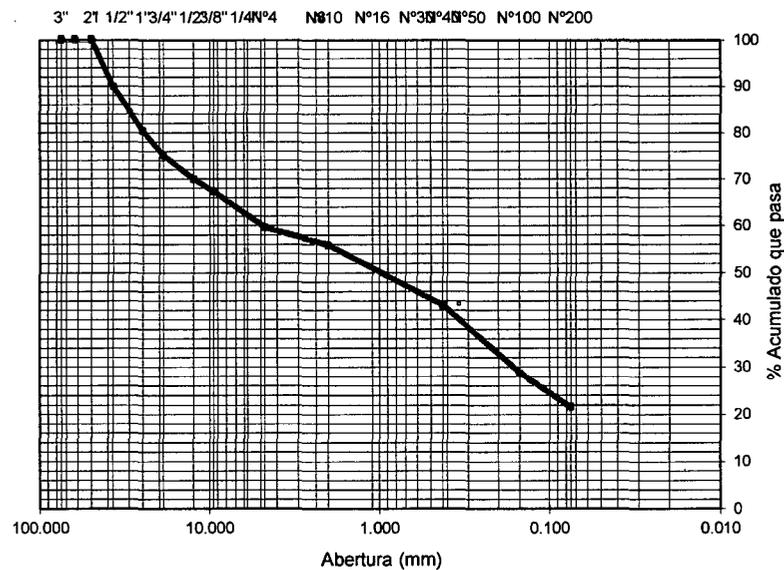


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

Calicata : DPL - 8
 Ubicación : km 17+600,00
 Lado : Izquierdo
 Muro 3 : MSR Km. 17+539,00 al Km. 17+693,00

(a) Peso Muestra Húmeda:..... 985,00 gr
 (b) Peso Muestra Seca: 944,60 gr
 Humedad (a-b)/b x 100 (%):.. 4,28 %

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones
3"	75,000					
2" 1/2	62,500					
2"	50,000				100,00	
1 1/2"	37,500	96,00	10,16	10,16	89,84	
1"	25,000	90,00	9,53	19,69	80,31	
3/4"	19,000	50,00	5,29	24,98	75,02	
1/2"	12,500	48,00	5,08	30,07	69,93	
3/8"	9,500	25,50	2,70	32,77	67,23	
1/4"	6,250	5,00	0,53			
Nº4	4,750	68,00	7,20	40,49	59,51	
Nº8	2,360					
Nº10	2,000	35,60	3,77	44,26	55,74	
Nº16	1,100					
Nº30	0,600					
Nº40	0,425	120,10	12,71	56,98	43,02	
Nº50	0,300					
Nº100	0,150	135,40	14,33	71,31	28,69	
Nº200	0,075	68,90	7,29	78,60	21,40	
Fondo		202,10	21,40	100,00		



Límites de Consistencia

Limite Líquido	29,89
Limite Plástico	26,27
Ind. Plasticidad	3,62

Clasificación de Suelos

Pasa Nº4	59,5
Pasa Nº10	55,7
Pasa Nº40	43,0
Pasa Nº200	21,4
D10	--
D30	0,214
D60	5,053
SUCS	GM
AASHTO	A-1-b (0)

LÍMITES DE CONSISTENCIA

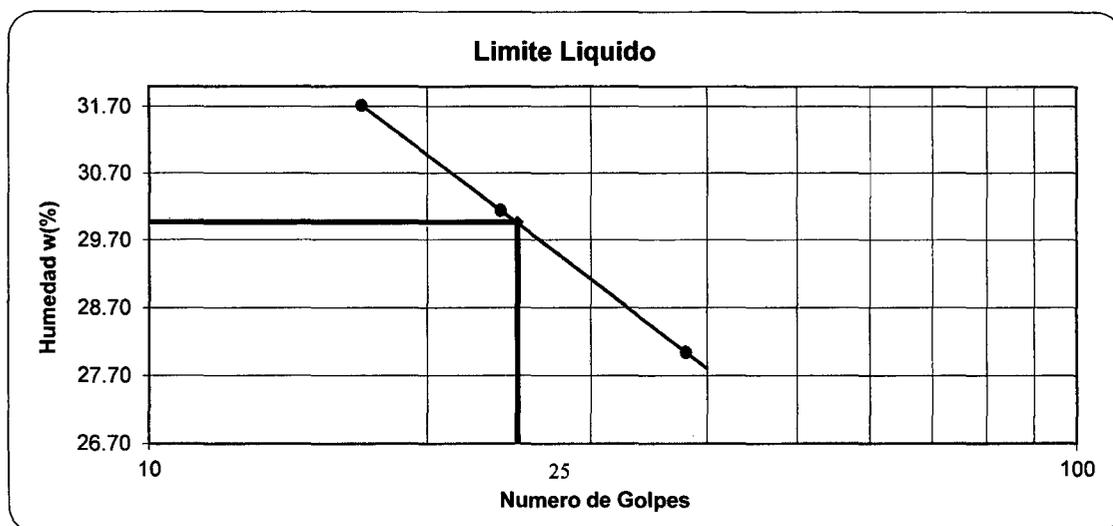
Calicata : DPL - 8
 Ubicación : km 17+600,00
 Lado : Izquierdo
 Muro 3 :MSR Km. 17+539,00 al Km. 17+693,00

Determinación del Limite Plástico

ENSAYO Nº	01	02	03	04	05	06
Recipiente Nº	6	8				
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	10,25	10,13				
Peso Recipiente+Suelo Seco	9,21	8,99				
Peso de agua	1,04	1,14				
Peso Recipiente	4,92	4,96				
Peso de Suelo Seco	4,29	4,03				
% de Humedad	24,24	28,29				
Limite Plástico (%)	26,27					

Determinación del Limite Liquido

ENSAYO Nº	01	02	03	04	05	06
Recipiente Nº	12	14	16			
Numero de Golpes	38	24	17			
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	24,60	24,82	24,95			
Peso Recipiente+Suelo Seco	21,45	21,38	21,52			
Peso de agua	3,15	3,44	3,43			
Peso Recipiente	10,21	9,96	10,70			
Peso de Suelo Seco	11,24	11,42	10,82			
% de Humedad	28,02	30,12	31,70			
Limite Liquido (%)	29,94					
Índice de Plasticidad (%)	3,67					

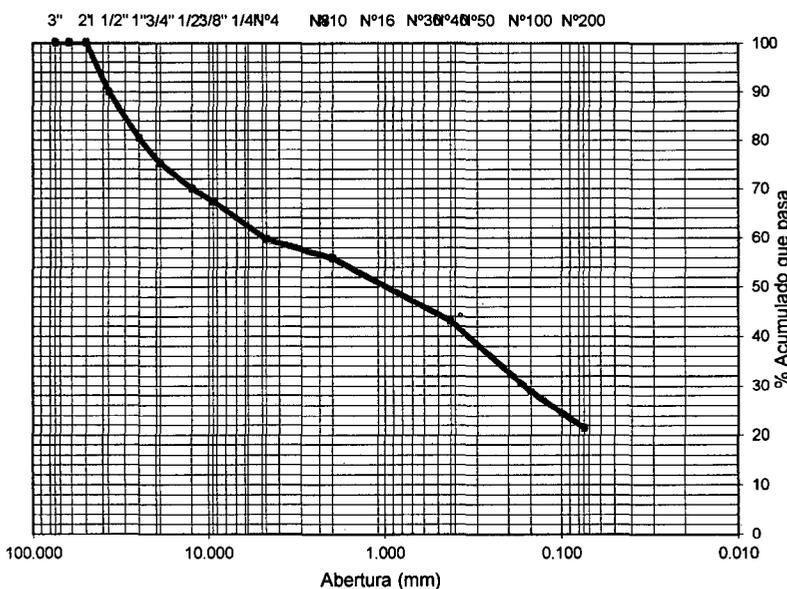


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

Calicata : DPL - 9
 Ubicación : km 18+150,00
 Lado : Izquierdo
 Muro 4 : MSR Km. 18+138,00 al Km. 18+168,50

(a) Peso Muestra Húmeda: 985,00 gr
 (b) Peso Muestra Seca: 944,60 gr
 Humedad (a-b)/b x 100 (%): 4,28 %

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones
3"	75,000					
2" 1/2	62,500					
2"	50,000				100,00	
1 1/2"	37,500	96,00	10,16	10,16	89,84	
1"	25,000	90,00	9,53	19,69	80,31	
3/4"	19,000	50,00	5,29	24,98	75,02	
1/2"	12,500	48,00	5,08	30,07	69,93	
3/8"	9,500	25,50	2,70	32,77	67,23	
1/4"	6,250	5,00	0,53			
Nº4	4,750	68,00	7,20	40,49	59,51	
Nº8	2,360					
Nº10	2,000	35,60	3,77	44,26	55,74	
Nº16	1,100					
Nº30	0,600					
Nº40	0,425	120,10	12,71	56,98	43,02	
Nº50	0,300					
Nº100	0,150	135,40	14,33	71,31	28,69	
Nº200	0,075	68,90	7,29	78,60	21,40	
Fondo		202,10	21,40	100,00		



Límites de Consistencia	
Limite Líquido	31,03
Limite Plástico	27,16
Ind. Plasticidad	3,87

Clasificación de Suelos	
Pasa Nº4	59,5
Pasa Nº10	55,7
Pasa Nº40	43,0
Pasa Nº200	21,4
D10	--
D30	0,214
D60	5,053
SUCS	GM
AASHTO	A-1-b (0)

LÍMITES DE CONSISTENCIA

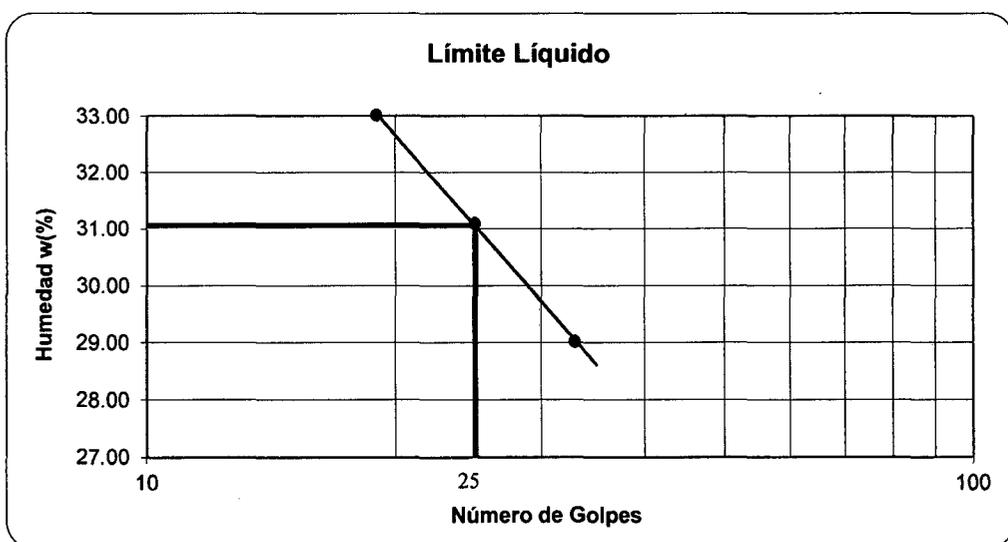
Calicata : DPL - 9
 Ubicación : km 18+150,00
 Lado : Izquierdo
 Muro 4 : Km. 18+138,00 al Km. 18+168,50

Determinación del Limite Plástico

ENSAYO N°	01	02	03	04	05	06
Recipiente N°	7	8				
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	11,50	11,85				
Peso Recipiente+Suelo Seco	10,20	10,55				
Peso de agua	1,30	1,30				
Peso Recipiente	5,66	5,49				
Peso de Suelo Seco	4,54	5,06				
% de Humedad	28,63	25,69				
Limite Plástico (%)	27,16					

Determinación del Limite Liquido

ENSAYO N°	01	02	03	04	05	06
Recipiente N°	21	24	27			
Numero de Golpes	33	25	19			
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	25,10	25,32	25,96			
Peso Recipiente+Suelo Seco	21,82	21,79	22,03			
Peso de agua	3,28	3,53	3,93			
Peso Recipiente	10,51	10,43	10,12			
Peso de Suelo Seco	11,31	11,36	11,91			
% de Humedad	29,00	31,07	33,00			
Limite Liquido (%)	31,03					
Índice de Plasticidad (%)	3,87					

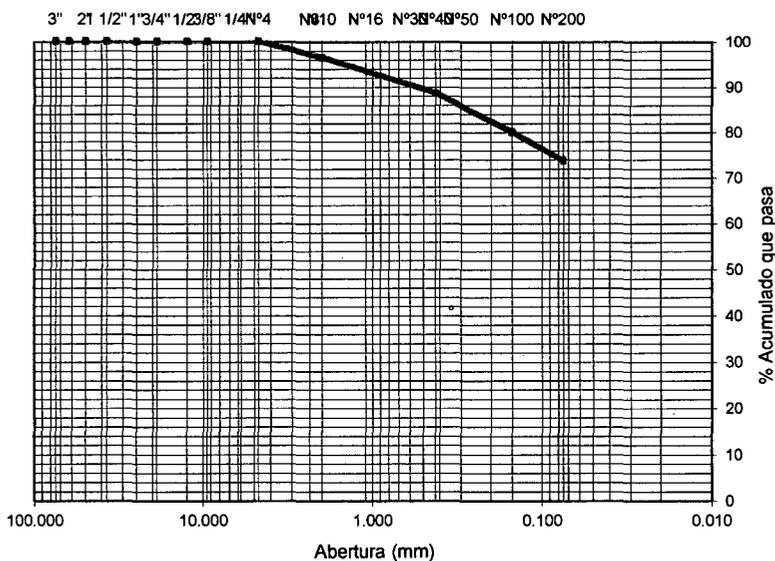


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

Calicata : DPL - 10
 Ubicación : Km.45+710,00
 Lado : Derecho
 Muro 5 : MSR Km.45+705.96 al Km. 45+735.96

(a) Peso Muestra Húmeda: 440,00 gr
 (b) Peso Muestra Seca: 348,00 gr
 Humedad (a-b)/b x 100 (%): 26,44 %

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones
3"	75,000					
2" 1/2	62,500					
2"	50,000				100,00	
1 1/2"	37,500				100,00	
1"	25,000				100,00	
3/4"	19,000				100,00	
1/2"	12,500				100,00	
3/8"	9,500				100,00	
1/4"	6,250					
Nº4	4,750				100,00	
Nº8	2,360					
Nº10	2,000	12,50	3,59	3,59	96,41	
Nº16	1,100					
Nº30	0,600					
Nº40	0,425	27,00	7,76	11,35	88,65	
Nº50	0,300					
Nº100	0,150	30,00	8,62	19,97	80,03	
Nº200	0,075	22,10	6,35	26,32	73,68	
Fondo		256,40	73,68	100,00		



Límites de Consistencia

Limite Líquido	39,16
Limite Plástico	31,83
Ind. Plasticidad	7,33

Clasificación de Suelos

Pasa Nº4	100,0
Pasa Nº10	96,4
Pasa Nº40	88,6
Pasa Nº200	73,7
D10	--
D30	--
D60	--
SUCS	ML
AASHTO	A-4 (0)

LÍMITES DE CONSISTENCIA

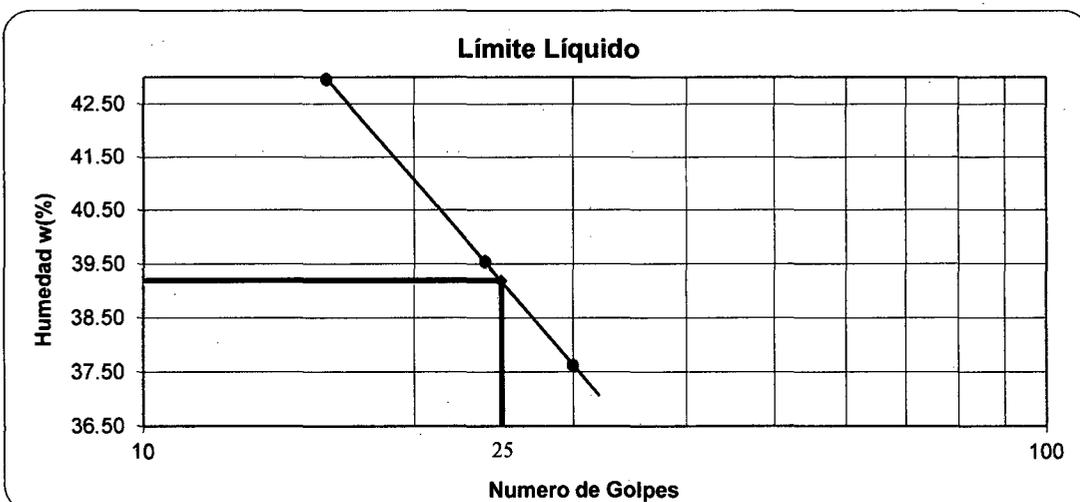
Calicata : DPL - 10
 Ubicación : Km.45+710,00
 Lado : Derecho
 Muro 5 : Km.45+705,96 al Km. 45+735,96

Determinación del Limite Plástico

ENSAYO N°	01	02	03	04	05	06
Recipiente N°	25	43				
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	15,40	16,37				
Peso Recipiente+Suelo Seco	12,02	12,89				
Peso de agua	3,38	3,48				
Peso Recipiente	1,37	1,99				
Peso de Suelo Seco	10,65	10,90				
% de Humedad	31,74	31,93				
Limite Plástico (%)	31,83					

Determinación del Limite Líquido

ENSAYO N°	01	02	03	04	05	06
Recipiente N°	24	31	35			
Numero de Golpes	30	24	16			
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	21,15	21,68	22,44			
Peso Recipiente+Suelo Seco	16,60	16,70	16,90			
Peso de agua	4,55	4,98	5,54			
Peso Recipiente	4,50	4,10	4,00			
Peso de Suelo Seco	12,10	12,60	12,90			
% de Humedad	37,60	39,52	42,95			
Límite Líquido (%)	39,16					
Índice de Plasticidad (%)	7,33					



ANEXO G – ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201023 ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA - SAUSOCOCHA, TRAMO: SAN MARCOS - CAJABAMBA
 Subpresupuesto 002 ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA - SAUSOCOCHA, TRAMO: SAN MARCOS - CAJABAMBA Fecha presupuesto 30/06/2012

Partida 503.D JUNTA DE AISLAMIENTO

Rendimiento m/DIA MO. 80.0000 EQ. 80.0000 Costo unitario directo por : m 12.37

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.1000	15.69	1.57
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.1000	12.15	1.22
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0100	20.40	0.20
2.99						
Materiales						
0230150042	SELLANTE ELASTICO DE POLIURETANO	gal		0.0270	189.22	5.11
0230150047	PRIMER PARA SELLANTE	gal		0.0040	181.96	0.73
0230150049	MATERIAL DE RESPALDO 5/8" PARA JUNTA 1/2"	m		1.0000	0.56	0.56
0230990121	DISCO DE CORTE PARA CONCRETO 20"	u		0.0010	763.35	0.76
0239020093	POLIESTIRENO EXPANDIDO DE 1/2"	m2		0.2500	1.26	0.32
7.48						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.99	0.15
910312020112	CORTADORA DE PAVIMENTO	hm	1.0000	0.1000	9.63	0.96
1.11						
Subpartidas						
910304110101	AGUA PARA LA OBRA	m3		0.0256	31.04	0.79
0.79						

Partida 601.A EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS

Rendimiento m3/DIA MO. 100.0000 EQ. 100.0000 Costo unitario directo por : m3 20.48

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0800	15.69	1.26
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.3200	12.15	3.89
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0080	20.40	0.16
5.31						
Materiales						
0230020096	BARRENO 5' X 39 mm	u		0.0160	334.73	5.36
5.36						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	5.31	0.27
910312020113	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM	hm	0.2500	0.0200	76.74	1.53
910312020130	RETROEXCAVADOR SOBRE LLANTAS 58 HP 1 yd3	hm	1.0000	0.0800	98.13	7.85
910312020131	MARTILLO NEUMATICO DE 25-29 kg (***)	hm	0.5000	0.0400	3.89	0.16
9.81						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0201023 ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA - SAUSOCOCHA, TRAMO: SAN MARCOS - CAJABAMBA**
 Subpresupuesto **002 ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA - SAUSOCOCHA, TRAMO: SAN MARCOS - CAJABAMBA** Fecha presupuesto **30/06/2012**

Partida	605.A RELLENOS PARA ESTRUCTURAS						30.23
Rendimiento	m3/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m3			
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.1600	13.46	2.15	
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.6400	12.15	7.78	
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0160	20.40	0.33	
10.26							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	10.26	0.51	
910312020110	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP	hm	2.0000	0.3200	26.06	8.34	
910312020127	RODILLO LISO VIBRATORIO MANUAL 10.8HP 0.8-1.1 ton	hm	1.0000	0.1600	30.67	4.91	
13.76							
Subpartidas							
910304110101	AGUA PARA LA OBRA	m3		0.2000	31.04	6.21	
6.21							
Partida	605.C RELLENO PARA SUELO REFORZADO						10.28
Rendimiento	m3/DIA	MO. 746.0000	EQ. 746.0000	Costo unitario directo por : m3			
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.0322	12.15	0.39	
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	1.0000	0.0107	20.40	0.22	
0.61							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.61	0.03	
910312020125	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	0.5000	0.0054	339.63	1.83	
910312020126	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	1.0000	0.0107	148.84	1.59	
910312020127	RODILLO LISO VIBRATORIO MANUAL 10.8HP 0.8-1.1 ton	hm	1.0000	0.0107	30.67	0.33	
910312020140	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	hm	1.0000	0.0107	202.59	2.17	
5.95							
Subpartidas							
910304110101	AGUA PARA LA OBRA	m3		0.1200	31.04	3.72	
3.72							
Partida	605.D RELLENO NO ESTRUCTURAL						3.67
Rendimiento	m3/DIA	MO. 360.0000	EQ. 360.0000	Costo unitario directo por : m3			
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0222	13.46	0.30	
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0889	12.15	1.08	
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0022	20.40	0.04	
1.42							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.42	0.07	
910312020130	RETROEXCAVADOR SOBRE LLANTAS 58 HP 1 yd3	hm	1.0000	0.0222	98.13	2.18	
2.25							

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0201023 ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA - SAUSOCOCHA, TRAMO: SAN MARCOS - CAJABAMBA**
 Subpresupuesto **002 ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA - SAUSOCOCHA, TRAMO: SAN MARCOS - CAJABAMBA** Fecha presupuesto **30/06/2012**

Partida	610.D1 CONCRETO CLASE D (F'c = 210 KG/CM2)						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000	Costo unitario directo por : m3			359.48
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	3.0000	1.3333	15.69	20.92	
0147010003	OFICIAL	hh	3.0000	1.3333	13.46	17.95	
0147010004	PEON	hh	6.0000	2.6667	12.15	32.40	
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.5000	0.2222	20.40	4.53	
						75.80	
Materiales							
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		9.0000	19.20	172.80	
0230190000	ADITIVO CURADOR	gal		0.1760	10.20	1.80	
0230520007	ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	kg		0.4500	6.56	2.95	
0253000008	GASOLINA	gal		0.3800	9.89	3.76	
0266060008	LUBRICANTES, GRASAS Y FILTROS	%EQ.		5.0000	6.54	0.33	
						181.64	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	75.80	3.79	
910312020123	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50" (***)	hm	1.0000	0.4444	5.20	2.31	
910312020136	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 11p3 18 HP	hm	1.0000	0.4444	9.52	4.23	
						10.33	
Subpartidas							
910304110101	AGUA PARA LA OBRA	m3		0.1700	31.04	5.28	
910307010192	TRANSPORTE DE AGREGADOS	m3		1.2500	34.64	43.30	
910308010128	PIEDRA CHANCADA	m3		0.7500	39.02	29.27	
910308010130	ARENA ZARANDEADA	m3		0.5000	27.71	13.86	
						91.71	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0201023 ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA - SAUSOCOCHA, TRAMO: SAN MARCOS - CAJABAMBA**
 Subpresupuesto **002 ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA - SAUSOCOCHA, TRAMO: SAN MARCOS - CAJABAMBA** Fecha presupuesto **30/06/2012**

Partida	610.H CONCRETO CLASE H (F'C = 100 KG/CM2)						Costo unitario directo por : m3	269.15
Rendimiento	m3/DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0147010002	OPERARIO	hh	3.0000	1.3333	15.69	20.92		
0147010003	OFICIAL	hh	3.0000	1.3333	13.46	17.95		
0147010004	PEON	hh	6.0000	2.6667	12.15	32.40		
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.5000	0.2222	20.40	4.53		
75.80								
Materiales								
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		4.5000	19.20	86.40		
0230190000	ADITIVO CURADOR	gal		0.1760	10.20	1.80		
0230520007	ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	kg		0.2300	6.56	1.51		
0253000008	GASOLINA	gal		0.3800	9.89	3.76		
0266060008	LUBRICANTES, GRASAS Y FILTROS	%EQ		5.0000	6.54	0.33		
93.80								
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	75.80	3.79		
910312020123	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50" (***)	hm	1.0000	0.4444	5.20	2.31		
910312020136	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 11p3 18 HP	hm	1.0000	0.4444	9.52	4.23		
10.33								
Subpartidas								
910304110101	AGUA PARA LA OBRA	m3		0.0900	31.04	2.79		
910307010192	TRANSPORTE DE AGREGADOS	m3		1.2500	34.64	43.30		
910308010128	PIEDRA CHANCADA	m3		0.7500	39.02	29.27		
910308010130	ARENA ZARANDEADA	m3		0.5000	27.71	13.86		
89.22								
Partida	610.J CONCRETO CLASE J (F'C = 175 KG/CM2 + 30% P.G)						Costo unitario directo por : m3	274.00
Rendimiento	m3/DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0147010004	PEON	hh	4.0000	1.7778	12.15	21.60		
21.60								
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	21.60	1.08		
1.08								
Subpartidas								
910301061005	CONCRETO CLASE E (F'C = 175 KG/CM2)	m3		0.7000	329.29	230.50		
910301100508	PIEDRA GRANDE	m3		0.3000	69.41	20.82		
251.32								

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0201023 ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA - SAUSOCOCHA, TRAMO: SAN MARCOS - CAJABAMBA**
 Subpresupuesto **002 ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA - SAUSOCOCHA, TRAMO: SAN MARCOS - CAJABAMBA** Fecha presupuesto **30/06/2012**

Partida	612.A ENCOFRADO Y DESENCOFRADO						Costo unitario directo por : m2	49.41
Rendimiento	m2/DIA	MO. 14.0000	EQ. 14.0000					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	15.69	8.97		
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	13.46	7.69		
0147010004	PEON	hh	2.0000	1.1429	12.15	13.89		
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0571	20.40	1.16		
							31.71	
Materiales								
0202000015	ALAMBRE NEGRO # 8	kg		0.2000	3.13	0.63		
0202010022	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.2000	3.43	0.69		
0230110014	DESMOLDANTE PARA MADERA	gal		0.0600	27.11	1.63		
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		1.7500	3.70	6.48		
0245010002	TRIPLAY DE 18 mm PARA ENCOFRADO	pl		0.0700	95.45	6.68		
							16.11	
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	31.71	1.59		
							1.59	
Partida	612.B ENCOFRADO Y DESENCOFRADO BAJO AGUA						Costo unitario directo por : m2	95.13
Rendimiento	m2/DIA	MO. 14.0000	EQ. 14.0000					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	15.69	8.97		
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	13.46	7.69		
0147010004	PEON	hh	2.0000	1.1429	12.15	13.89		
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0571	20.40	1.16		
							31.71	
Materiales								
0202000015	ALAMBRE NEGRO # 8	kg		0.2000	3.13	0.63		
0202010022	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.2000	3.43	0.69		
0230110014	DESMOLDANTE PARA MADERA	gal		0.0600	27.11	1.63		
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		3.5000	3.70	12.95		
0245010002	TRIPLAY DE 18 mm PARA ENCOFRADO	pl		0.0700	95.45	6.68		
							22.58	
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	31.71	1.59		
910312020133	MOTOBOMBA 34 HP 8" (***)	hm	1.0000	0.5714	63.15	36.08		
							37.67	
Subcontratos								
0401210001	BONIFICACION POR TRABAJOS BAJO AGUA	%MO		10.0000	31.71	3.17		
							3.17	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201023 ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA - SAUSOCOCHA, TRAMO: SAN MARCOS - CAJABAMBA
 Subpresupuesto 002 ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA - SAUSOCOCHA, TRAMO: SAN MARCOS - CAJABAMBA Fecha presupuesto 30/06/2012

Partida 612.C ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA

Rendimiento m2/DIA MO. 12.0000 EQ. 12.0000 Costo unitario directo por : m2 62.96

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	15.69	10.46
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	13.46	8.97
0147010004	PEON	hh	2.0000	1.3333	12.15	16.20
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0667	20.40	1.36
36.99						
Materiales						
0202000015	ALAMBRE NEGRO # 8	kg		0.2000	3.13	0.63
0202010022	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.2000	3.43	0.69
0230110015	DESMOLDANTE PARA MADERA CARAVISTA	gal		0.0600	52.82	3.17
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		3.5000	3.70	12.95
0245010002	TRIPLAY DE 18 mm PARA ENCOFRADO	pl		0.0700	95.45	6.68
24.12						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	36.99	1.85
1.85						

Partida 615 ACERO DE REFUERZO FY=4200KG/CM2

Rendimiento kg/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo unitario directo por : kg 4.79

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	15.69	0.50
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	13.46	0.43
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0320	12.15	0.39
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0032	20.40	0.07
1.39						
Materiales						
0202000010	ALAMBRE NEGRO # 16	kg		0.0500	3.23	0.16
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	3.02	3.17
3.33						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.39	0.07
0.07						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0201023 ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA - SAUSOCOCHA, TRAMO: SAN MARCOS - CAJABAMBA**
 Subpresupuesto **002 ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA - SAUSOCOCHA, TRAMO: SAN MARCOS - CAJABAMBA** Fecha presupuesto **30/06/2012**

Partida **622.F ALCANTARILLA MULTIPLATE ABOVEDADA (4.32x3.00) m x 0.25 m**

Rendimiento **m/DIA MO. 3.0000 EQ. 3.0000** Costo unitario directo por : m **3,981.31**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	2.6667	13.46	35.89
0147010004	PEON	hh	6.0000	16.0000	12.15	194.40
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	1.0000	2.6667	20.40	54.40
284.69						
Materiales						
0209010054	ALCANTARILLA MULTIPLATE (4.32 x 3.00)M x 3.5 mm	m		1.0000	3,630.06	3,630.06
3,630.06						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	284.69	14.23
910312020130	RETROEXCAVADOR SOBRE LLANTAS 58 HP 1 yd3	hm	0.2000	0.5333	98.13	52.33
66.56						

Partida **622.G ALCANTARILLA DE GRAN LUZ ARCO PERFIL BAJO (6.50x2.36) m x 5 mm**

Rendimiento **m/DIA MO. 1.5000 EQ. 1.5000** Costo unitario directo por : m **4,299.42**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	5.3333	13.46	71.79
0147010004	PEON	hh	6.0000	32.0000	12.15	388.80
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	1.0000	5.3333	20.40	108.80
569.39						
Materiales						
0209010055	ALCANTARILLA DE GRAN LUZ ARCO PERFIL BAJO (6.50x2.36) m m x 5 mm			1.0000	3,492.88	3,492.88
3,492.88						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	569.39	28.47
0337900074	ANDAMIOS	hm	13.0000	69.3333	1.50	104.00
910312020130	RETROEXCAVADOR SOBRE LLANTAS 58 HP 1 yd3	hm	0.2000	1.0667	98.13	104.68
237.15						

Partida **623.A TUBERIA HDPE CORRUGADA 4"**

Rendimiento **m/DIA MO. 90.0000 EQ. 90.0000** Costo unitario directo por : m **12.58**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0889	15.69	1.39
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0889	12.15	1.08
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0089	20.40	0.18
2.65						
Materiales						
0230170011	ACCESORIOS	%MT		10.0000	8.91	0.89
0251070004	TUBO CORRUGADO HDPE Ø4"	m		1.0000	8.91	8.91
9.80						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.65	0.13
0.13						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201023 ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA - SAUSOCOCHA, TRAMO: SAN MARCOS - CAJABAMBA
 Subpresupuesto 002 ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA - SAUSOCOCHA, TRAMO: SAN MARCOS - CAJABAMBA Fecha presupuesto 30/06/2012

Partida		623.G		TUBERIA HDPE CORRUGADA 24"				
Rendimiento	m/DIA	MO. 35.0000	EQ. 35.0000	Costo unitario directo por : m			204.14	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.2286	15.69	3.59		
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.2286	12.15	2.78		
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0229	20.40	0.47	6.84	
Materiales								
0230170011	ACCESORIOS	%MT		10.0000	179.05	17.91		
0251070011	TUBO CORRUGADO HDPE Ø 24"	m		1.0000	179.05	179.05	196.96	
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	6.84	0.34	0.34	

Partida		624.A		TUBO DE PVC-SAP , D=1"				
Rendimiento	m/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m			3.49	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0667	13.46	0.90		
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0667	12.15	0.81		
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0067	20.40	0.14	1.85	
Materiales								
0230170013	ACCESORIOS Y PEGAMENTO	%MT		10.0000	1.41	0.14		
0274010043	TUBERIA PVC S.P C-10 D=1"	m		1.0500	1.34	1.41	1.55	
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.85	0.09	0.09	

Partida		624.B		TUBO DE PVC-SAP , D=2"				
Rendimiento	m/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m			6.53	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0667	13.46	0.90		
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0667	12.15	0.81		
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0067	20.40	0.14	1.85	
Materiales								
0230170013	ACCESORIOS Y PEGAMENTO	%MT		10.0000	4.17	0.42		
0272000120	TUBERIA PVC S.P C-10 D= 2"	m		1.0500	3.97	4.17	4.59	
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.85	0.09	0.09	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0201023 ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA - SAUSOCOCHA, TRAMO: SAN MARCOS - CAJABAMBA**
 Subpresupuesto **002 ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA - SAUSOCOCHA, TRAMO: SAN MARCOS - CAJABAMBA** Fecha presupuesto **30/06/2012**

Partida	625.F TUBERÍA DE VENTILACIÓN PARA SUBDRENAJE						Costo unitario directo por : m	16.42	
Rendimiento	m/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000					Costo unitario directo por : m	16.42
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra									
0147010003	OFICIAL			hh	1.0000	0.0800	13.46	1.08	
0147010004	PEON			hh	1.0000	0.0800	12.15	0.97	
0147010031	CAPATAZ "A"			hh	0.1000	0.0080	20.40	0.16	
2.21									
Materiales									
0230170011	ACCESORIOS			%MT		10.0000	12.82	1.28	
0230990056	CINTA TEFLON			u		0.1000	2.70	0.27	
0265000057	TUBO DE FIERRO GALVANIZADO DE 1 1/2"			m		1.0000	12.55	12.55	
14.10									
Equipos									
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		5.0000	2.21	0.11	
0.11									
Partida	630.A GEOCOMPUESTO DE DRENAJE						Costo unitario directo por : m2	23.64	
Rendimiento	m2/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000					Costo unitario directo por : m2	23.64
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra									
0147010002	OPERARIO			hh	1.0000	0.0800	15.69	1.26	
0147010004	PEON			hh	1.0000	0.0800	12.15	0.97	
0147010031	CAPATAZ "A"			hh	0.1000	0.0080	20.40	0.16	
2.39									
Materiales									
0230170011	ACCESORIOS			%MT		5.0000	20.12	1.01	
0231810003	GEOCOMPUESTO DE DRENAJE			m2		1.1000	18.29	20.12	
21.13									
Equipos									
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		5.0000	2.39	0.12	
0.12									
Partida	634.A COLECTOR DE DRENAJE TIPO I						Costo unitario directo por : m	1,479.23	
Rendimiento	m/DIA	MO.	EQ.					Costo unitario directo por : m	1,479.23
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Subpartidas									
910301060106	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS			m3		3.8347	20.48	78.53	
910301060501	RELLENOS PARA ESTRUCTURAS			m3		1.7700	30.23	53.51	
910301061004	CONCRETO CLASE D (F'c = 210 KG/CM2)			m3		0.9800	359.48	352.29	
910301061008	CONCRETO CLASE H (F'c = 100 KG/CM2)			m3		0.1050	269.15	28.26	
910301061106	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO			m2		5.9157	49.41	292.29	
910301061501	ACERO DE REFUERZO FY=4200KG/CM2			kg		59.6950	4.79	285.94	
910301080505	TAPA DE CONCRETO PARA CAMARA			u		3.0000	109.11	327.33	
910301100642	PERFILADO Y COMPACTADO MANUAL			m2		4.4431	11.77	52.30	
910310020166	JUNTA DE DILATACION EN COLECTOR TIPO I			m		0.0400	14.21	0.57	
910310020170	JUNTA DE CONSTRUCCION EN COLECTOR TIPO I			m		0.5333	15.39	8.21	
1,479.23									

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0201023 ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA - SAUSOCOCHA, TRAMO: SAN MARCOS - CAJABAMBA**
 Subpresupuesto **002 ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA - SAUSOCOCHA, TRAMO: SAN MARCOS - CAJABAMBA** Fecha presupuesto **30/06/2012**

Partida				Costo unitario directo por : m2	66.86	
645.A	VEREDAS e=4"					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Subpartidas						
910301061005	CONCRETO CLASE E (FC = 175 KG/CM2)	m3		0.1333	329.29	43.89
910301061106	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2		0.1000	49.41	4.94
910301100675	JUNTA DE SARDINEL Y VEREDAS	m		1.0000	11.16	11.16
910308020702	SUB BASE GRANULAR EN VEREDAS INCLUIDO CONFORMACION	m3		0.1000	68.68	6.87
						66.86
650.G	GEOTEXTIL NO TEJIDO CLASE 1					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 300.0000	EQ. 300.0000			
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0267	13.46	0.36
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0533	12.15	0.65
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0027	20.40	0.06
						1.07
Materiales						
0231810005	GEOTEXTIL NO TEJIDO CLASE 1	m2		1.1000	5.21	5.73
						5.73
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.07	0.05
						0.05
650.H	GEOTEXTIL NO TEJIDO CLASE 2					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000			
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	13.46	0.43
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0640	12.15	0.78
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0032	20.40	0.07
						1.28
Materiales						
0231810007	GEOTEXTIL NO TEJIDO CLASE 2	m2		1.1000	2.66	2.93
						2.93
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.28	0.06
						0.06

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0201023 ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA - SAUSOCOCHA, TRAMO: SAN MARCOS - CAJABAMBA**
 Subpresupuesto **002 ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA - SAUSOCOCHA, TRAMO: SAN MARCOS - CAJABAMBA** Fecha presupuesto **30/06/2012**

Partida **651.A GEOMALLA DE POLIESTER TIPO I**

Rendimiento **m2/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000** Costo unitario directo por : m2 **11.19**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	13.46	0.43
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0640	12.15	0.78
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0032	20.40	0.07
1.28						
Materiales						
0231810009	GEOMALLA DE POLIESTER TIPO I	m2		1.1000	8.95	9.85
9.85						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.28	0.06
0.06						

Partida **655.A JUNTA PARA BADENES**

Rendimiento **m/DIA MO. EQ.** Costo unitario directo por : m **17.09**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Subpartidas						
910301061606	JUNTA LONGITUDINAL DE CONSTRUCCIÓN	m		0.3900	14.84	5.79
910301061607	JUNTA TRANSVERSAL DE CONTRACCIÓN	m		0.5300	18.20	9.65
910301061610	JUNTA DE DILATACION	m		0.0800	20.67	1.65
17.09						

Partida **655.B JUNTA PARA MUROS**

Rendimiento **m2/DIA MO. 40.0000 EQ. 40.0000** Costo unitario directo por : m2 **8.29**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.2000	13.46	2.69
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.2000	12.15	2.43
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0200	20.40	0.41
5.53						
Materiales						
0239020095	POLIESTIRENO EXPANDIDO DE 1"	m2		1.0000	2.48	2.48
2.48						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	5.53	0.28
0.28						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0201023** ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA - SAUSOCOCHA, TRAMO: SAN MARCOS - CAJABAMBA
 Subpresupuesto **002** ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SAN MARCOS - CAJABAMBA - SAUSOCOCHA, TRAMO: SAN MARCOS - CAJABAMBA Fecha presupuesto **30/06/2012**

Partida	660.C GAVION TIPO COLCHON H= 0.50M						Costo unitario directo por : m2	85.68
Rendimiento	m2/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.2667	13.46	3.59		
0147010004	PEON	hh	6.0000	1.6000	12.15	19.44		
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0267	20.40	0.54		
23.57								
Materiales								
0246900005	GAVION COLCHON 10 X 12 CM, 3.40 MM (H=0.50M)	m2		1.0000	43.92	43.92		
43.92								
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	23.57	1.18		
1.18								
Subpartidas								
910304110113	PIEDRA 5" A 6"	m3		0.5000	34.02	17.01		
17.01								
Partida	665.A ELEMENTO MURO DE SUELO REFORZADO						Costo unitario directo por : m3	234.22
Rendimiento	m3/DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.4444	13.46	5.98		
0147010004	PEON	hh	6.0000	2.6667	12.15	32.40		
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.1000	0.0444	20.40	0.91		
39.29								
Materiales								
0246900004	ELEMENTO DE SUELO REFORZADO	m3		1.0500	151.38	158.95		
158.95								
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	39.29	1.96		
1.96								
Subpartidas								
910301100511	PIEDRA 6" A 10"	m3		1.0000	34.02	34.02		
34.02								
Partida	671.A ENROCADO						Costo unitario directo por : m3	49.57
Rendimiento	m3/DIA	MO.	EQ.					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Subpartidas								
910308010138	EXTRACCION DE MATERIAL PARA ENROCADO C/VOLADURA	m3		1.0000	28.37	28.37		
910308020902	ACOMODO DE MATERIAL DE ENROCADO	m3		1.2000	17.67	21.20		
49.57								

ANEXO H - PLANOS