

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**PROPUESTA DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN TRAMOS
SINUOSOS EN LA CARRETERA MOLLEPATA - PALLASCA**

TESIS

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

PRESENTADA POR:

Bach. HOSPINAL VILCHEZ, MARCO ANTONIO
Bach. LAUREANO VISLAO, DIANA MANUELA

Asesor: Mg. Ing. TORRES CHUNG, CÉSAR ROBERTO

LIMA-PERÚ

2020

DEDICATORIA

A mis padres Elmer y Graciela, por todo el apoyo que me brindan en cada momento, por la comprensión y el amor que recibo de ellos.

Diana M. Laureano Vislao

A mis padres Argel y María, por su apoyo, su amor y la confianza que depositan en mi cada día.

Marco A. Hospinal Vilchez

AGRADECIMIENTO

A mi familia, amigos y al Ing. César Torres por la paciencia y apoyo en el proceso de elaboración de esta investigación. También agradecer a mi alma mater la universidad Ricardo Palma por darnos la oportunidad desarrollarnos profesionalmente.

Diana M. Laureano Vislao

Marco A. Hospinal Vilchez

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	XIV
ABSTRACT.....	XV
INTRODUCCIÓN	16
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.1 FORMULACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA (GENERAL Y ESPECÍFICO)	17
1.1.2 Formulación del problema.....	18
1.2 IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	18
1.3 LIMITACIONES DEL ESTUDIO	19
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.4.1 Objetivo General.....	19
1.4.2 Objetivos Específicos	19
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	20
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
2.1.1 Investigaciones nacionales.....	20
2.1.2 Investigaciones internacionales	20
2.2 ESTRUCTURA TEÓRICA Y CIENTÍFICA QUE SUSTENTA EL ESTUDIO	22
2.2.2 Geodinámica Externa.....	27
2.2.3 Análisis de Estabilidad de Taludes	28
2.2.4 Métodos Probabilísticos.....	29
2.2.5 Soil Nailing.....	30
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	61
2.3.1 Análisis de estabilidad de taludes	61
2.3.2 Coeficiente sísmico.....	61
2.3.3 Depósitos aluviales	61
2.3.4 Deslizamientos.....	61
2.3.5 Estabilización de Taludes	62
2.3.6 Factor de seguridad.....	62

2.3.7 Pernos de anclaje	62
2.3.8 Talud	62
2.3.9 Tramos sinuosos	62
2.3.10 Suelo	62
2.3.11 Shotcrete	62
2.4.- FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	62
2.4.1 Hipótesis general	62
2.4.2 Hipótesis específicas.....	63
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO.....	64
3.1 TIPO Y MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	64
3.2 POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	64
3.3 DISEÑO MUESTRAL.....	65
3.4 RELACIÓN ENTRE VARIABLES.....	65
3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	65
3.6 PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	66
3.7 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	66
CAPÍTULO IV: DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	69
4.1 UBICACIÓN	69
4.2 ACCESIBILIDAD	70
4.3 CLIMA Y VEGETACIÓN	70
4.4 GEOLOGÍA REGIONAL	70
4.4.1 Geomorfología.....	70
4.4.2 Estratigrafía.....	71
4.5 GEOLOGÍA LOCAL.....	73
4.5.1 Característica Geomorfológica y Geotécnica de los Depósitos Recientes Y Cuaternarios	73
4.6 ESTUDIO DE RIESGO SÍSMICO.....	73
4.7 CLASIFICACIÓN DE MATERIALES	74
4.8 SECCIONES A EVALUAR.....	75
4.9 DETALLE DE PERNOS	79
4.9.1 Sección 27+000	79

4.9.2 Sección 27+160	80
4.9.3 Sección 27+350	82
4.9.4 Sección 27+600	83
4.9.5 Sección 28+320	85
4.9.6 Sección 28+580	86
4.9.7 Sección 28+810	88
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	90
5.1 MODELAMIENTO Y ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES	90
5.1.1 Sección 27+000	90
5.1.2 Sección 27+160	95
5.1.3 Sección 27+350	100
5.1.4 Sección 27+600	105
5.1.5 Sección 28+320	110
5.1.6 Sección 28+580	115
5.1.7 Sección 28+810	120
5.2 MODELAMIENTO Y ANÁLISIS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO.....	125
5.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	139
CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS	140
CONCLUSIONES	141
RECOMENDACIONES	143
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	144
ANEXOS.....	146

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 MAPA SÍSMICO DEL PERÚ.....	23
FIGURA 2 ONDAS SÍSMICAS PRINCIPALES.....	25
FIGURA 3 ZONAS SÍSMICAS	26
FIGURA 4 COMPONENTES DEL SOIL NAILING	32
FIGURA 5 PROCESO CONSTRUCTIVO SOIL NAILING	33
FIGURA 6 ESTIMACIÓN DEL PESO UNITARIO DEL SUELO	43
FIGURA 7 ÁNGULO DE FRICCIÓN DE SUELOS SIN COHESIÓN COMO UNA FUNCIÓN DE SOBRECARGA NORMALIZADA.....	44
FIGURA 8 POSIBLES SUPERFICIES DE DESLIZAMIENTO Y FUERZAS DE TRACCIÓN DE LOS CLAVOS DEL SUELO	47
FIGURA 9 MECANISMO DE TRANSFERENCIA DE TENSIÓN EN CLAVOS DEL SUELO	48
FIGURA 10	49
FIGURA 11 RESUMEN DE LAS FUERZAS MÁXIMAS DE TRACCIÓN DE LOS CLAVOS MEDIDAS EN LAS PAREDES DE LOS CLAVOS DEL SUELO	50
FIGURA 12 RESUMEN DE LAS FUERZAS DE TRACCIÓN DEL REVESTIMIENTO MEDIDAS EN LAS PAREDES DE LOS CLAVOS DEL SUELO	52
FIGURA 13 LIMITACIONES A LAS FUERZAS DE TRACCIÓN EN LOS PERNOS	53
FIGURA 14 SOIL NAILING – ZONA FRANCA BES.....	54
FIGURA 15 SOIL NAILING – EDIFICIO E23	54
FIGURA 16 SOIL NAILING – CONDOMINIO DEL PRADO	55
FIGURA 17 SOIL NAILING – PASEO LAPAS	55
FIGURA 18 SOIL NAILING – PLAYA ESCONDIDA.....	56
FIGURA 19 TÚNEL SANTA ROSA FASE II – SOIL NAILING	56
FIGURA 20 VILLA VERDE CHALLAPAMPA – SOIL NAILING	57
FIGURA 21 VÍA EXPRESA LÍNEA AMARILLA – SOIL NAILING.....	57
FIGURA 22 HOTEL MARRIOT CUSCO – SOIL NAILING	58
FIGURA 23 SOIL NAILING – UPAO, TRUJILLO	58
FIGURA 24 SOIL NAILING – EDIFICIO ÁLVAREZ, CHILE	59
FIGURA 25 SOIL NAILING – EDIFICIO INACAP, CHILE.....	59
FIGURA 26 LO GALINDO, CHILE – SOIL NAILING	60
FIGURA 27 ACB FASE II CODELCO, CHILE – SOIL NAILING.....	60

FIGURA 28 TÚNEL LAUTARO Y JUANITA – SOIL NAILING	61
FIGURA 29 TRAMO DE LA CARRETERA MOLLEPATA - PALLASCA A EVALUAR.....	69
FIGURA 30 CARTA CATASTRAL.....	72
FIGURA 31 SECCIÓN 27+000.....	75
FIGURA 32 SECCIÓN 27+160.....	75
FIGURA 33 SECCIÓN 27+350.....	76
FIGURA 34 SECCIÓN 27+600.....	76
FIGURA 35 SECCIÓN 28+320.....	77
FIGURA 36 SECCIÓN 28+580.....	77
FIGURA 37 SECCIÓN 28+810.....	78
FIGURA 38 SECCIÓN 27+000 SIN PROYECTO ANÁLISIS ESTÁTICO.....	90
FIGURA 39 SECCIÓN 27+000 SIN PROYECTO ANÁLISIS PSEUDOESTÁTICO	91
FIGURA 40 SECCIÓN 27+000 CON PROYECTO ANÁLISIS ESTÁTICO	92
FIGURA 41 SECCIÓN 27+000 CON PROYECTO ANÁLISIS PSEUDOESTÁTICO.....	93
FIGURA 42 SECCIÓN 27+000 CARGA MÁXIMA DEL PERNO VS FACTOR DE SEGURIDAD ...	94
FIGURA 43 SECCIÓN 27+000 COHESIÓN VS FACTOR DE SEGURIDAD.....	94
FIGURA 44 SECCIÓN 27+160 SIN PROYECTO ANÁLISIS ESTÁTICO.....	95
FIGURA 45 SECCIÓN 27+160 SIN PROYECTO ANÁLISIS PSEUDOESTÁTICO	96
FIGURA 46 SECCIÓN 27+160 CON PROYECTO ANÁLISIS ESTÁTICO	97
FIGURA 47 SECCIÓN 27+160 CON PROYECTO ANÁLISIS PSEUDOESTÁTICO.....	98
FIGURA 48 SECCIÓN 27+160 CARGA MÁXIMA DEL PERNO VS FACTOR DE SEGURIDAD ...	99
FIGURA 49 SECCIÓN 27+160 COHESIÓN VS FACTOR DE SEGURIDAD.....	99
FIGURA 50 SECCIÓN 27+350 SIN PROYECTO ANÁLISIS ESTÁTICO.....	100
FIGURA 51 SECCIÓN 27+350 SIN PROYECTO ANÁLISIS PSEUDOESTÁTICO	101
FIGURA 52 SECCIÓN 207+350 CON PROYECTO ANÁLISIS ESTÁTICO	102
FIGURA 53 SECCIÓN 27+350 CON PROYECTO ANÁLISIS PSEUDOESTÁTICO.....	103
FIGURA 54 SECCIÓN 27+350 CARGA MÁXIMA DEL PERNO VS FACTOR DE SEGURIDAD .	104
FIGURA 55 SECCIÓN 27+350 COHESIÓN VS FACTOR DE SEGURIDAD.....	104
FIGURA 56 SECCIÓN 27+600 SIN PROYECTO ANÁLISIS ESTÁTICO.....	105
FIGURA 57 SECCIÓN 27+600 SIN PROYECTO ANÁLISIS PSEUDOESTÁTICO	106
FIGURA 58 SECCIÓN 27+600 CON PROYECTO ANÁLISIS ESTÁTICO	107
FIGURA 59 SECCIÓN 27+600 CON PROYECTO ANÁLISIS PSEUDOESTÁTICO.....	108

FIGURA 60	SECCIÓN 27+600 CARGA MÁXIMA DEL PERNO VS FACTOR DE SEGURIDAD..	109
FIGURA 61	SECCIÓN 27+600 COHESIÓN VS FACTOR DE SEGURIDAD.....	109
FIGURA 62	SECCIÓN 28+320 SIN PROYECTO ANÁLISIS ESTÁTICO.....	110
FIGURA 63	SECCIÓN 28+320 SIN PROYECTO ANÁLISIS PSEUDOESTÁTICO	111
FIGURA 64	SECCIÓN 28+320 CON PROYECTO ANÁLISIS ESTÁTICO	112
FIGURA 65	SECCIÓN 28+320 CON PROYECTO ANÁLISIS PSEUDOESTÁTICO.....	113
FIGURA 66	SECCIÓN 28+320 CARGA MÁXIMA DEL PERNO VS FACTOR DE SEGURIDAD .	114
FIGURA 67	SECCIÓN 28+320 COHESIÓN VS FACTOR DE SEGURIDAD.....	114
FIGURA 68	SECCIÓN 28+580 SIN PROYECTO ANÁLISIS ESTÁTICO.....	115
FIGURA 69	SECCIÓN 28+580 SIN PROYECTO ANÁLISIS PSEUDOESTÁTICO	116
FIGURA 70	SECCIÓN 28+580 CON PROYECTO ANÁLISIS ESTÁTICO	117
FIGURA 71	SECCIÓN 28+580 CON PROYECTO ANÁLISIS PSEUDOESTÁTICO.....	118
FIGURA 72	SECCIÓN 580 CARGA MÁXIMA DEL PERNO VS FACTOR DE SEGURIDAD	119
FIGURA 73	SECCIÓN 28+580 COHESIÓN VS FACTOR DE SEGURIDAD.....	119
FIGURA 74	SECCIÓN 28+810 SIN PROYECTO ANÁLISIS ESTÁTICO.....	120
FIGURA 75	SECCIÓN 28+810 SIN PROYECTO ANÁLISIS PSEUDOESTÁTICO	121
FIGURA 76	SECCIÓN 28+810 CON PROYECTO ANÁLISIS ESTÁTICO	122
FIGURA 77	SECCIÓN 28+810 CON PROYECTO ANÁLISIS PSEUDOESTÁTICO.....	123
FIGURA 78	SECCIÓN 28+810 CARGA MÁXIMA DEL PERNO VS FACTOR DE SEGURIDAD .	124
FIGURA 79	SECCIÓN 28+810 COHESIÓN VS FACTOR DE SEGURIDAD.....	124
FIGURA 80	EXCAVACIÓN 01 - SIN PROYECTO EN CONDICIONES ESTÁTICAS	125
FIGURA 81	EXCAVACIÓN 01 - SIN PROYECTO EN CONDICIONES PSEUDOESTÁTICAS	126
FIGURA 82	EXCAVACIÓN 01 - CON PROYECTO EN CONDICIONES ESTÁTICAS.....	127
FIGURA 83	EXCAVACIÓN 01 - CON PROYECTO EN CONDICIONES ESTÁTICAS.....	128
FIGURA 84	EXCAVACIÓN 02 - SIN PROYECTO EN CONDICIONES ESTÁTICAS	129
FIGURA 85	EXCAVACIÓN 02 - SIN PROYECTO EN CONDICIONES ESTÁTICAS	130
FIGURA 86	EXCAVACIÓN 02 - CON PROYECTO EN CONDICIONES ESTÁTICAS.....	131
FIGURA 87	EXCAVACIÓN 02 - CON PROYECTO EN CONDICIONES PSEUDOESTÁTICAS ...	132
FIGURA 88	EXCAVACIÓN 03 - SIN PROYECTO EN CONDICIONES ESTÁTICAS	133
FIGURA 89	EXCAVACIÓN 03 - SIN PROYECTO EN CONDICIONES PSEUDOESTÁTICAS	134
FIGURA 90	EXCAVACIÓN 03 - CON PROYECTO EN CONDICIONES ESTÁTICAS.....	135
FIGURA 91	EXCAVACIÓN 03 - CON PROYECTO EN CONDICIONES PSEUDOESTÁTICAS	136

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 MÉTODOS NUMÉRICOS PARA LA ESTABILIDAD DE TALUDES	29
TABLA 2 MÉTODOS DE BARRENA ROTATIVA HIDRÁULICA PARA PERFORAR COMPETENTEMENTE SUELOS O ROCA EROSIONADA	37
TABLA 3 MÉTODOS DE ROTACIÓN HIDRÁULICA DE AIRE Y AGUA PARA PERFORAR SUELOS COMPETENTES, ROCAS O CONDICIONES DE SUELO MIXTO (MARTILLO NEUMÁTICO DE FONDO DE POZO DISPONIBLE)	38
TABLA 4 MÉTODOS NEUMÁTICOS ROTATIVOS (MARTILLO DE ORIFICIO SUPERIOR) PARA PERFORAR SUELOS O ROCAS COMPETENTES QUE NO SE DERRUMBAN	38
TABLA 5 PROCEDIMIENTOS Y PRUEBAS DE LABORATORIO PARA SUELOS - CLASIFICACIÓN	41
TABLA 6 PROCEDIMIENTOS Y PRUEBAS DE LABORATORIO PARA SUELOS - PARÁMETROS DE ÍNDICE.....	41
TABLA 7 PROCEDIMIENTOS Y PRUEBAS DE LABORATORIO PARA SUELOS - PRUEBAS DE RESISTENCIA AL CORTE	42
TABLA 8 RESISTENCIA DE UNIÓN ESTIMADA PARA CLAVOS DE SUELO EN SUELOS DE GRANO GRUESO.....	45
TABLA 9 RESISTENCIA DE UNIÓN ESTIMADA PARA CLAVOS DE SUELO EN SUELOS DE GRANO FINO	46
TABLA 10 OPERACIONALIDAD DE VARIABLES	67
TABLA 11 MATRIZ DE CONSISTENCIA	68
TABLA 12 RESUMEN DE RESULTADOS DE LAS CORRIDAS DEL PROGRAMA RISK	73
TABLA 13 ENSAYOS DE LABORATORIO	74
TABLA 14 PARÁMETROS DE SUELO DE LAS SECCIONES A ANALIZAR	78
TABLA 15 PROPIEDADES DEL PERNO PARA LA SECCIÓN 27+000.....	80
TABLA 16 PROPIEDADES DEL PERNO PARA LA SECCIÓN 27+160.....	81
TABLA 17 PROPIEDADES DEL PERNO PARA LA SECCIÓN 27+350.....	83
TABLA 18 PROPIEDADES DEL PERNO PARA LA SECCIÓN 27+600.....	84
TABLA 19 PROPIEDADES DEL PERNO PARA LA SECCIÓN 28+320.....	86
TABLA 20 PROPIEDADES DEL PERNO PARA LA SECCIÓN 28+580.....	87
TABLA 21 PROPIEDADES DEL PERNO PARA LA SECCIÓN 28+810.....	89

TABLA 22 RESUMEN DE DISEÑO DE PERNOS	137
TABLA 23 CUADRO DE RESULTADOS	138
TABLA 24 RESULTADOS DEL ANÁLISIS POR TRAMOS EN LA SECCIÓN 27+000.....	138

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 PLANO DE UBICACIÓN	146
ANEXO 2 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO KM 26+100 - KM 27+000	147
ANEXO 3 MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO KM 26+100 – KM 27+000	148
ANEXO 4 MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS KM 26+100 – 27+000	149
ANEXO 5 MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD APARENTE Y LO VACÍOS EN EL AGREGADO KM 26+100 - 27+000	150
ANEXO 6 GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SUELOS KM 26+100 - KM 27+000	151
ANEXO 7 MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA KM 26+100 - KM 27+000	152
ANEXO 8 MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS KM 26+100 - KM 27+000	153
ANEXO 9 MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS KM 26+100 - KM 27+000	154
ANEXO 10 MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE HIDROGENO EN SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS KM 26+100 – 27+000	155
ANEXO 11 CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS – N°1 KM 26+100 - KM 27+000.....	156
ANEXO 12 CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS – N°2 KM 26+100 - KM 27+000.....	157
ANEXO 13 CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS – N°3 KM 26+100 - KM 27+000.....	158
ANEXO 14 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO KM 27+200 - KM 28+000	159

ANEXO 15 MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO Km 27+200 – Km 28+000	160
ANEXO 16 MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS Km 27+200 – 28+000.....	161
ANEXO 17 MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD APARENTE Y LO VACÍOS EN EL AGREGADO Km 27+200 - 28+000	162
ANEXO 18 GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SUELOS Km 27+200 - Km 28+000	163
ANEXO 19 MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA Km 27+200 - Km 28+000	164
ANEXO 20 MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS Km 27+200 - Km 28+000	165
ANEXO 21 MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS Km 27+200 - Km 28+000.....	166
ANEXO 22 MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE HIDROGENO EN SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS Km 27+200 – 28+000	167
ANEXO 23 CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS – N°1 Km 27+200 - Km 28+000.....	168
ANEXO 24 CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS – N°2 Km 27+200 - Km 28+000.....	169
ANEXO 25 CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS – N°3 Km 27+200 - Km 28+000.....	170
ANEXO 26 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO Km 28+180 - Km 29+890	171
ANEXO 27 MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO Km 28+180 – Km 29+890	172
ANEXO 28 MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS Km 28+180 – 29+980.....	173
ANEXO 29 MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD APARENTE Y LO VACÍOS EN EL AGREGADO Km 28+180 - 29+890	174
ANEXO 30 GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SUELOS Km 28+180 - Km 29+890	175

ANEXO 31 MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA KM 28+180 - KM 29+890	176
ANEXO 32 MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS KM 28+180 - KM 29+890	177
ANEXO 33 MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS KM 28+180 - KM 29+890	178
ANEXO 34 MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE HIDROGENO EN SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS KM 28+180 – 29+890	179
ANEXO 35 CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS – N°1 KM 28+180 - KM 29+890	180
ANEXO 36 CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS – N°2 KM 28+180 - KM 29+890	181
ANEXO 37 CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS – N°3 KM 28+180 - KM 29+890	182
ANEXO 38 FICHA TÉCNICA AUTOPERFORANTES	183

RESUMEN

La presente tesis tiene como finalidad proponer una solución para realizar la estabilidad de taludes en tramos sinuosos, se evaluó el tramo del km 27+000 al km 29+000 de la carretera Mollepata – Pallasca.

Se realizó el análisis de estabilidad de taludes en las progresivas: 27+000, 27+160, 27+350, 27+600, 28+320, 28+580 y 28+810 considerando los parámetros de suelo, sismo, clima y accesibilidad a la zona de trabajo. El suelo que presenta el tramo de estudio son depósitos aluviales (Q-al) y depósitos residuales (Q-re), el cual resulta ser inadecuado para un corte de talud con ángulos de inclinación mayores a 80°.

Se realizó el modelamiento en el software Slide 6.0 para analizar el talud natural y el talud con el sistema Soil Nailing en condiciones estáticas y pseudoestáticas, con el método de Bishop con superficie de falla no circular y el método de análisis probabilístico (Monte Carlo). Asimismo, para el talud con el sistema Soil Nailing, se analizó la variación del factor de seguridad con respecto a diferentes cargas máximas del perno y valores de cohesión.

Además, se analizó la estabilidad del talud 27+000 en tramos de 3 metros de profundidad simulando el proceso constructivo para las condiciones de suelo que presenta el proyecto y de esa forma, corroborar la profundidad de corte que se debe utilizar para que no se produzca deslizamientos durante dicho proceso.

Como resultado de la investigación, se obtuvieron factores de seguridad confiables en el análisis de estabilidad de cada talud en condiciones estáticas y pseudoestáticas teniendo en consideración las características del suelo.

Palabras clave: Soil Nailing; Estabilidad de Taludes; Slide; Análisis probabilístico; Monte Carlo; Bishop; Factor de Seguridad.

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to propose a solution to achieve slope stability in sinuous sections, the section from km 27 + 000 to km 29 + 000 of the Mollepata - Pallasca highway was evaluated.

Slope stability analysis was carried out in the progressives: 27 + 000, 27 + 160, 27 + 350, 27 + 600, 28 + 320, 28 + 580 and 28 + 810 considering the parameters of soil, earthquake, climate and accessibility to the work area. The soil that the study section presents are alluvial deposits (Q-al) and residual deposits (Q-re), which turns out to be inadequate for a slope cut with inclination angles greater than 80° .

Modeling was performed in Slide 6.0 software to analyze the natural slope and the slope with the Soil Nailing system under static and pseudostatic conditions, with the Bishop method with non-circular fault surface and the probabilistic analysis method (Monte Carlo). Likewise, for the slope with the Soil Nailing system, the variation of the safety factor was analyzed with respect to different maximum bolt loads and cohesion values.

In addition, the stability of the slope 27 + 000 was analyzed in sections of 3 meters in depth, simulating the construction process for the soil conditions presented by the project and thus, corroborating the depth of cut that should be used so that it is not produces slippage during this process.

As a result of the research, reliable safety factors were obtained in the stability analysis of each slope under static and pseudostatic conditions, taking into account the characteristics of the soil.

Keywords: Soil Nailing; Slope Stability; Slide; Probabilistic analysis; Monte Carlo; Bishop; Security factor.

INTRODUCCIÓN

Los problemas de estabilidad de taludes en carreteras son situaciones frecuentes que dependiendo de las características del terreno, clima y accesibilidad a la zona de trabajo requieren de distintas soluciones.

El Perú es un país con una topografía muy variada. Muchas veces la falta de acceso a lugares alejados crea la necesidad de tener que realizar carreteras en zonas con poca accesibilidad, lo cual nos obliga a estabilizar una zona muy estrecha.

Debido a lo mencionado, la ingeniería ha desarrollado diferentes sistemas de estabilidad de talud para poder resolver problemas de acuerdo a la necesidad de cada proyecto.

La presente tesis consta de cinco capítulos:

En el capítulo I, se desarrolla el planteamiento del problema el cual incluye el problema general y problemas específicos, importancia y justificación del estudio, limitaciones del estudio y objetivo general y objetivos específicos.

En el capítulo II, se desarrolla el marco teórico, el cual incluye los antecedentes, la estructura teórica y científica que sustenta el estudio, la definición de términos básicos y la formulación de la hipótesis general y las hipótesis específicas.

En el capítulo III, se desarrolla la metodología del estudio, el cual incluye al tipo de método de investigación, población de estudio, diseño muestral, relación de variables, técnicas e instrumentos de recolección de datos, procedimientos para la recolección de datos y técnicas de procesamiento y análisis de datos.

En el capítulo IV, consta del desarrollo de la investigación, el cual incluye las características del proyecto, las secciones analizadas con sus respectivas características como el ángulo de fricción, la cohesión, su peso unitario y su altura, el software que usaremos para realizar el análisis y los métodos.

En el capítulo V, consta de la presentación de resultados que muestra los factores de seguridad y; además, los gráficos, en los cuales se observa la variación del factor de seguridad respecto a diferentes valores de la carga máxima del perno y la cohesión, hallados mediante el software Slide 6.0.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Formulación y delimitación del problema (General y Específico)

En las provincias del Perú, se suele encontrar vías de un solo carril y a medida que pasa el tiempo el flujo vehicular tiende a aumentar, ya sea por el comercio o el traslado de las personas a otras localidades, lo cual dificulta el paso de los vehículos y pone en peligro la vida de los pasajeros y conductores, debido a que los tramos son sinuosos (curvas y contracurvas) y no existe espacio suficiente para que los vehículos circulen en ambos sentidos, por ello es necesario realizar ampliaciones de vía.

Al evaluar las condiciones para realizar un proyecto de ampliación, en la carretera Mollepata-Pallasca, en el tramo: km 27+000 - km 29+000, se encontró con la problemática taludes que se encuentran en tramos sinuosos, los cuales requieren ser estabilizados. La característica de los taludes en estos tramos es que la vía pasa tanto por encima como por el pie del talud, lo que dificulta encontrar una solución adecuada para la estabilización, debido a que no se cuenta con espacio suficiente, puesto que al realizar los cortes del talud para la ampliación de la vía, estos quedarán con pendientes mayores a 80° grados, es decir, prácticamente verticales. A esto se le suma el tipo de suelo en el que se encuentra la zona del proyecto.

Se trata de suelos de depósitos aluviales y residuales. En este tipo de suelos los cortes que se realizarán ponen en peligro la estabilidad del talud, ya que son fáciles de desprenderse y deslizarse, por lo que se debe encontrar una solución que presente un adecuado proceso constructivo para combatir el deslizamiento y desprendimiento del talud.

En la presente investigación, se propone como solución el sistema Soil Nailing para este tipo de situaciones. Al analizar la estabilidad del talud, se espera que los resultados de los factores de seguridad con dicho sistema sean satisfactorios y el proceso constructivo factible y adecuado para las características del suelo.

Para ello, con el software Slide 6.0, se analizará la estabilidad de taludes a siete secciones críticas mediante un análisis probabilístico, evaluando los factores de seguridad y la factibilidad de su proceso constructivo.

1.1.2 Formulación del problema

a. Problema Principal

¿Cuál sería la propuesta adecuada para estabilizar taludes en tramos sinuosos en la Carretera Mollepata-Pallasca?

b. Problemas secundarios

- ¿Cómo analizar el problema de inestabilidad en tramos sinuosos de la carretera Mollepata – Pallasca en el tramo: km 27+000 – km 29+000?
- ¿Cómo analizar la estabilidad del talud con ángulos de inclinación mayor a 80°, planteando el sistema Soil Nailing, mediante el programa SLIDE, utilizando el análisis probabilístico?
- ¿Cómo identificar los procesos geodinámicos ocurridos y que pudieran presentarse durante el proceso constructivo en depósitos aluviales?

1.2 Importancia y justificación del estudio

La investigación nos permite proponer una solución para estabilizar taludes utilizando el sistema Soil Nailing en vías con características similares al de la carretera Mollepata – Pallasca, ubicada en el departamento de Lambayeque, con tramos sinuosos, depósitos aluviales y ángulos de inclinación mayores a 80°.

El proyecto se justifica debido a que en el Perú ya existen este tipo de vías, trochas en su mayoría, que se ejecutaron de manera temporal para poder conectar pueblos y comunidades. Por lo tanto, existen vías de un solo carril que necesitan ser ampliadas por muchos factores como de seguridad, accesibilidad, tráfico, etc. Por tal motivo, se desea realizar una estabilidad de talud teniendo en cuenta la falta de espacio, debido a que la vía pasará tanto por el pie como por la corona del talud generando peligro de deslizamiento.

La importancia práctica de esta investigación es que la solución planteada, Soil Nailing, es un sistema en el cual interviene menos personal y la duración de actividades es menor. Se trata de un proceso constructivo sencillo, que no necesitará de mucha maquinaria ni mano de obra.

La importancia teórica que aporta la investigación es el diseño de este sistema usando el Soil Nail Walls Reference Manual, aplicando las condiciones y parámetros adecuados a nuestro país, exactamente, a la provincia de Mollepata.

1.3 Limitaciones del estudio

En la presente investigación, se realizó la recolección de datos del Estudio definitivo para la rehabilitación y mejoramiento de la carretera Mollepata – Pallasca. Las limitaciones que se encontraron fueron la escasez de calicatas en la zona de estudio, pues solo se cuentan con tres calicatas usadas para evaluar y diseñar siete secciones.

En el Perú, no se cuenta con un manual de diseño de Soil Nailing, por lo cual fue necesario utilizar un manual americano, Soil Nail Walls Reference Manual, el cual maneja parámetros enfocados en las características de ese país.

Los resultados de la investigación serán aplicables para características similares a la zona de estudio: Tramos sinuosos en lugares con espacios limitados; taludes con inclinaciones mayores a 80° y suelos de depósitos aluviales.

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo General

Proponer una estabilización de taludes en tramos sinuosos en la carretera Mollepata-Pallasca.

1.4.2 Objetivos Específicos

- a. Analizar el problema de inestabilidad en tramos sinuosos de la carretera Mollepata – Pallasca en el tramo: km 27+000 – km 29+000.
- b. Analizar la estabilidad del talud con ángulos de inclinación mayor a 80°, planteando el sistema Soil Nailing, mediante el programa SLIDE, utilizando el análisis probabilístico.
- c. Identificar los procesos geodinámicos ocurridos y que pudieran presentarse durante el proceso constructivo.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

2.1.1 Investigaciones nacionales

Mendo (2018) realizó una tesis sobre “Análisis de estabilidad del talud del Megacentro comercial 30 de enero y propuesta de solución con el sistema Soil Nailing – Jicamarca” Tesis profesional: Universidad César Vallejo. Tuvo como objetivo general determinar la influencia del uso del sistema Soil Nailing en el análisis de estabilidad del talud del centro comercial 30 de enero, Jicamarca.

Podemos concluir que el investigador da a conocer el sistema de Soil Nailing como un método de estabilidad muy fácil de emplear cumpliendo con los factores de seguridad requeridos.

2.1.2 Investigaciones internacionales

Arias (2014) realizó una tesis sobre “Seguridad industrial en la estabilización de taludes por el método Soil Nailing según normas OSHA” Tesis profesional: Universidad de San Carlos de Guatemala. Tuvo como objetivo general “Establecer parámetros para el manejo adecuado de seguridad industrial en el método de Soil Nailing para la estabilización de taludes según normas OSHA.” Sin embargo, se limitaron a solo desarrollar las normas más no un desarrollo con cálculos del sistema Soil Nailing.

Orna (2013) realizó una tesis sobre “Técnicas para la Restauración y Recuperación de taludes en zonas inestables de la vía Rio Bamba – Cebadas desde el km. 1+750 hasta el km. 2+300” Tesis Profesional: Universidad Nacional de Chimborazo. Proponen analizar una técnica que permita la estabilización de los taludes de la vía Riobamba – Cebadas en el tramo que comprende desde el Km. 1+750 hasta el Km. 2+300. Esta tesis se enfoca en la necesidad de recuperar y restaurar estos taludes, por ello, se analizaron varios factores que afectan a la estabilidad del talud como son tipo de suelo, características topográficas y problemas presentados por procesos de erosión.

Niño, Rodríguez (2018) en su artículo “Métodos de análisis y diseño para la resolución de problemas de estabilidad de taludes y excavaciones mediante técnicas de Soil Nailing” en la Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería, N°110 presentan los principales aspectos del comportamiento del Soil Nailing, se analizó; en la ciudad de Bogotá; cuatro tipos de suelos: arcillas duras, arcillas blandas, arenas densas y arenas sueltas. Utilizando estudios de suelo, tanto de campo como laboratorio. Alcanzó como principales resultados que la adherencia suelo-nail tiene una influencia significativa en el factor de seguridad. La inclusión del sistema de Soil Nailing aumenta el factor de seguridad entre 130 y 190 %. El revestimiento definitivo no tiene influencia en el comportamiento del sistema.

Morales (2012) realizó una tesis sobre “Metodología de estabilización de taludes de Carreteras” Tesis Profesional: Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Tuvo como objetivo general el proveer el conocimiento al profesional sobre la concepción, diseño y ejecución de obras de estabilización de taludes inestables para prevenir o mitigar pérdidas humanas, económicas y ambientales por deslizamientos en las carreteras.

Montero (2012) realizó una tesis sobre “Estudio para la estabilización del talud del Km 13 al 15 de la Carretera Calderón – Guayllabamba” Tesis Profesional: Universidad Internacional del Ecuador. Tuvo como objetivo general plantear alternativas para estabilizar el talud del Km. 13 al Km. 15 de la carretera "Calderón - Guayllabamba", mediante el análisis de las propiedades del suelo y diseño geométrico del talud existente, para determinar la adecuada protección y así evitar deslizamientos de material a la vía. Se concluye que la mejor manera de estabilizar dicha zona es con el sistema Soil Nailing ya que el anclaje hizo que el factor de seguridad aumente en 20% y el shotcrete no solo protege la erosión del talud sino también soporta cargas relativamente altas.

Fernández, Guzmán (2005) en su investigación “Estabilización de deslizamientos en laderas con suelos residuales mediante Soil Nailing. Aplicación de un deslizamiento en concepción” planteó una solución de

estabilización tipo Soil Nailing, es decir, suelo reforzado, en este caso mediante inclusiones consistentes en anclajes pasivos inyectados y hormigón proyectado. En condiciones de suelo residual con arenisca, inicio de la época mayor pluviométrica de la región y presencia de tanques de abastecimiento de agua potable en la coronación de la ladera. Se pudo concluir que el Sistema Soil Nailing constituye una herramienta segura y veloz para estabilizar en forma permanente el talud. Se pudo dar seguridad y tranquilidad en todas las etapas de la obra ante el riesgo de deslizamiento de los tanques de abastecimiento de agua potable.

Thomas D Richards (2010) en su artículo “Pensamientos sobre pruebas y Diseño de uñas de suelo” explica la necesidad de definir una tensión en lugar de una carga de diseño y probar una longitud con lechada más corta que la longitud total del clavo, y crear una sin lechada. Se ha demostrado que el cizallamiento de punzonado y el rendimiento de la barra se tratan potencialmente sin conservadores. Nos da por conclusiones que “Los procedimientos de prueba adecuados como se presentan en GEC7 deben comprenderse e implementarse adecuadamente para verificar el parámetro de diseño crítico de la unión. Varios puntos clave que a menudo se pasan por alto o se pasan por alto se presentan y explican con más detalle anteriormente. La carga mínima de extracción solo debe exceder 2 veces la carga de prueba de diseño, como se documenta en la errata de GEC7.

2.2 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio

2.2.1 Geodinámica Interna

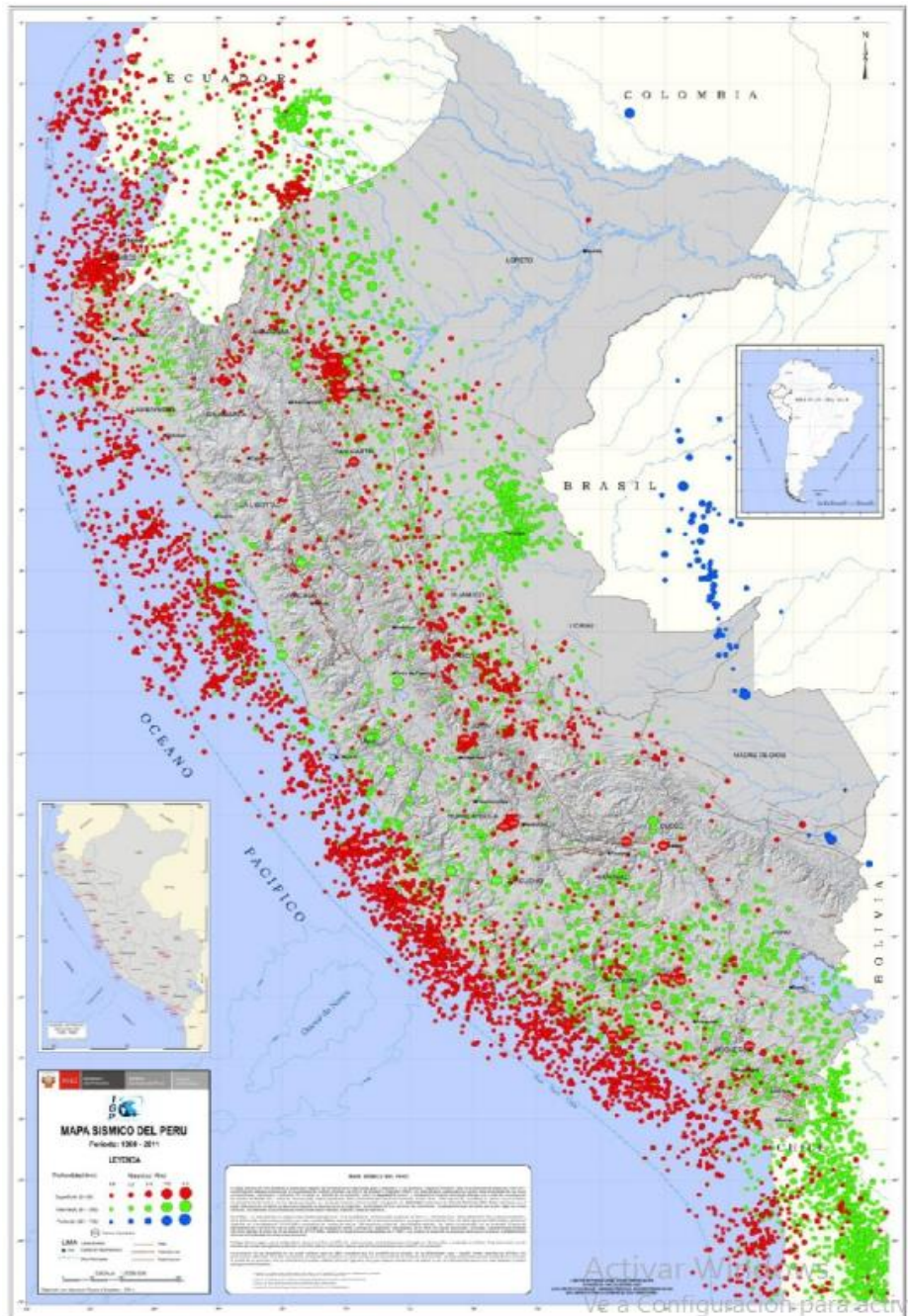
a. Tectónismo de los Andes Peruanos

(CENEPRED, 2014) Nos dice que Perú es uno de los países con mayor actividad sísmica, debido a que forma parte del Cinturón de Fuego del Pacífico. La Cordillera de los Andes y la fosa oceánica Perú- Chile, están relacionadas con los fenómenos telúricos y la alta actividad sísmica, debido a la interacción de dos placas tectónicas convergentes.

El mecanismo básico que causa el movimiento de las placas, según Marcus W. (2017); es desconocido, sin embargo, se puede afirmar que es debido a corrientes de convección o movimientos del manto caliente y plástico de la tierra y también debido a la rotación y efectos gravitacionales de la tierra.

Figura 1

Mapa Sísmico del Perú



Fuente: H. Tavera (2014)

b. Sismo

J. Kuroiwa. (2002) define a los sismos como movimientos de la corteza terrestre que se originan debido a la liberación de energía producida por el movimiento o colisión de las placas tectónicas y a la actividad volcánica.

De acuerdo con CENEPRED (2014), los sismos son el proceso en el que la energía mecánica se libera por el movimiento o desplazamiento de la corteza terrestre, por lo cual las ondas sísmicas se originan de una parte de esa energía y la otra parte, a causa de la fricción, se convierte en calor.

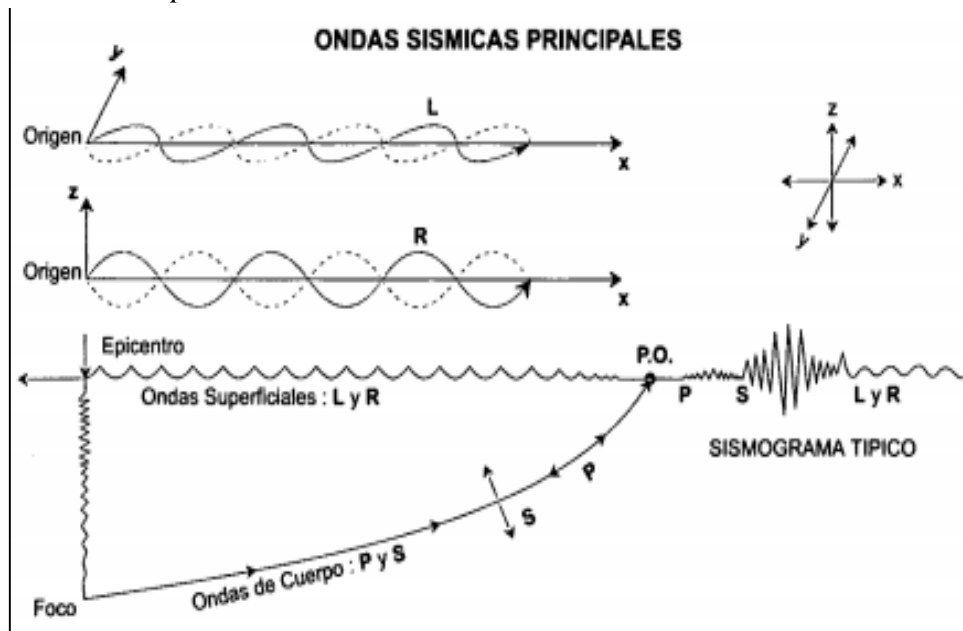
Estos movimientos pueden ser superficiales, intermedios y profundos, la liberación de energía en la corteza terrestre produce ondas elásticas que se propagan a través del suelo en todas las direcciones, las de mayor importancia son las ondas de cuerpo y las ondas superficiales. (Kuroiwa J. , 2002)

Las Ondas de cuerpo se producen en el suceso de rotura y se desplazan a través del interior de la estructura de la tierra. Estas ondas se dividen en Ondas Primarias o P; son las más veloces y llegan primero al punto de observación, y las ondas Secundarias o S; también llamadas Ondas de Corte y transportan la mayor cantidad de energía que se transmite. (Kuroiwa, 2002)

Según Kuroiwa (2002) Ondas Superficiales se generan cuando las Ondas de cuerpo (P y S) agitan las capas superficiales de la corteza terrestre, posteriormente que surgen del foco a la superficie. Estas Ondas están divididas en Love (L); cuando las partículas oscilan en un trayecto elíptico en un plano horizontal, y las Ondas Rayleigh (R); las partículas oscilaran en un trayecto elíptico en un plano vertical.

Figura 2

Ondas sísmicas Principales



Fuente: Julio Kuroiwa (2002)

c. Medida de los sismos

- Magnitud

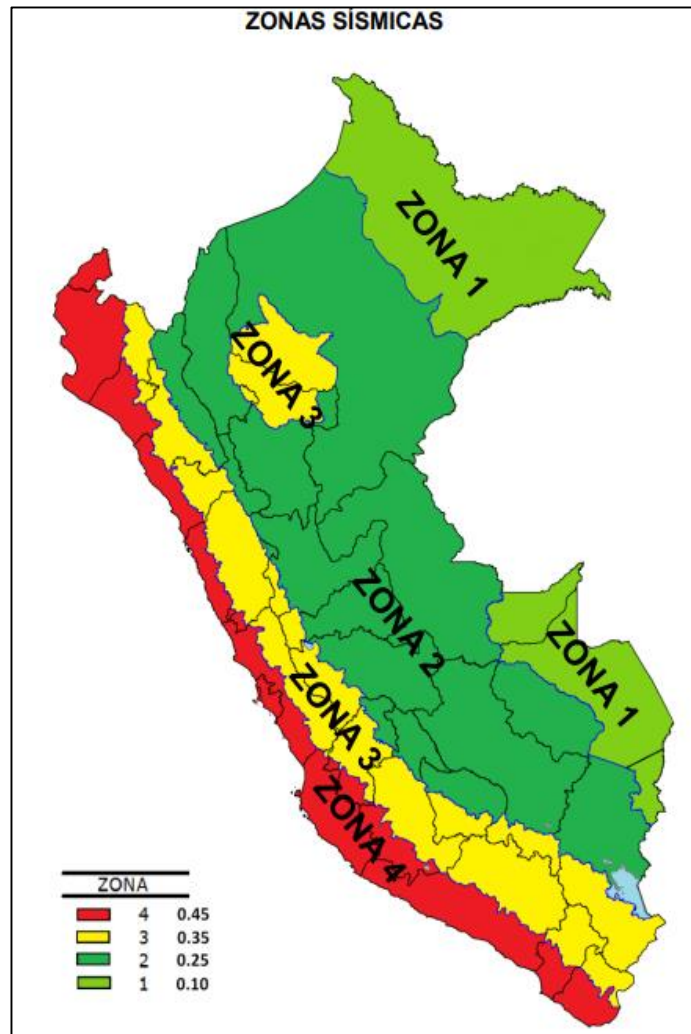
La magnitud mide indirectamente la cantidad total de energía liberada, mediante las ondas sísmicas, mientras se suscita el evento sísmico. Se estima en amplitudes de estas ondas, que son registradas por sismógrafos. Richter propuso la escala de magnitud que hoy en día es la más conocida y se expresa en número arábigos que llegan hasta los décimos. (Kuroiwa J. , 2002)

- Intensidad

La magnitud mide indirectamente la cantidad total de energía liberada, mediante las ondas sísmicas, mientras se suscita el evento sísmico. Se estima en amplitudes de estas ondas, que son registradas por sismógrafos. Richter propuso la escala de magnitud que hoy en día es la más conocida, se expresa en número arábigos que llegan hasta los décimos. (Kuroiwa, 2002).

Figura 3

Zonas Sísmicas



Fuente: Norma Técnica E.030 “Diseño Sismorresistente”

Nota: En la Figura 3 observamos la distribución de zonas sísmicas en el Perú, cada zona trabaja con cierta aceleración máxima del suelo rígido.

d. Peligro Sísmico

El peligro sísmico se refiere a una magnitud geofísica, que en una zona geográfica da la probabilidad de ocurrencia de sismos, en un cierto periodo de tiempo. (Benito y Jiménez, 1999)

La predicción de los eventos sísmicos futuros, se puede realizar mediante modelos estadísticos, como el Modelo de Poisson y el Modelo de Markov. Con estos modelos estadísticos se puede simular la ocurrencia de sismos con respecto al tiempo. Markov nos dice que los eventos sísmicos nuevos dependen de los anteriores y Poisson por el contrario nos dice que los nuevos eventos son independientes de los anteriores. (Herrera, 2005)

El modelo Poisson es el que más se utiliza actualmente, Poisson asume que estos eventos sísmicos son temporalmente y espacialmente independientes y que es nula la probabilidad que en un mismo sitio ocurran dos eventos sísmicos. (Herrera, 2005)

2.2.2 Geodinámica Externa

“La geodinámica externa estudia la acción de los agentes atmosféricos externos: viento, aguas continentales, mares, océanos, hielos, glaciares y gravedad, sobre la capa superficial de la Tierra.” (Guevara, S. f., párrafo 1)

Deslizamientos

Según Matteis (2003) define los deslizamientos como rotura o movimiento del suelo ubicado debajo de un talud, que provoca a partir de abajo y en dirección hacia afuera de toda la masa.

Según Matteis (2003) los deslizamientos pueden ser producidos de diferentes formas, puede ser lenta o rápida, con o sin provocación aparente, etc. Estos son producidos a raíz de excavaciones en el pie del talud. No obstante no es el único caso por el cual se producen como por ejemplo cuando la falla se produce por desintegración gradual de la estructura del suelo, incremento de las presiones intersticiales provocado por filtraciones de agua, etc.

Según Matteis (2003) existen tres tipos de falla más comunes en taludes los cuales son:

- Deslizamientos superficiales
- Movimientos del cuerpo del talud
- Flujos

2.2.3 Análisis de Estabilidad de Taludes

Suarez (1998), nos dice que para realizar un análisis de estabilidad de talud se puede utilizar el método de presión efectiva, puesto que, estas presiones controlan la resistencia de suelo. Sin embargo en campo no es posible conocer con exactitud la presión de poros que se generan debido a ciertos cambios en las cargas.

De acuerdo a Catanazariti (2016), se utilizan ecuaciones de equilibrio y la descripción del comportamiento del terreno para el análisis de estabilidad de talud. En la mayoría de situaciones encontramos suelos con más de una fase, suelos saturados, secos, suelos en condiciones drenadas, etc. Lo cual hace complicado el análisis de las ecuaciones de equilibrio, y para simplificar este análisis se utilizan las siguientes hipótesis:

- Se utiliza únicamente los parámetros de la cohesión y el ángulo de rozamiento como constante, por lo cual se considera el criterio de Mohr –Coulomb.
- Hay casos en los que no se satisfacen las ecuaciones de equilibrio en su totalidad.

Métodos Utilizados en el Análisis de Estabilidad de Taludes

El Análisis de Estabilidad es un proceso muy complejo ya que existen diferentes factores que producen el deslizamiento del talud y realizar su modelamiento se vuelve tedioso, sin embargo, existen herramientas que nos facilitan este análisis. En la tabla 1 se mencionan los métodos de análisis más conocidos.

Tabla 1*Métodos numéricos para la estabilidad de taludes*

MÉTODO	CARACTERÍSTICAS	UTILIZACIÓN
Elementos Finitos (FEM)	Se asume una malla de elementos con sus respectivos nodos y las propiedades elastoplásticas de los materiales.	Se aplica a taludes que puedan considerarse como masas continuas sin bloques.
Diferencias Finitas (FDM)	Se elabora una malla con una variedad de relación esfuerzo – deformación.	Se utiliza para modelar masa rocosa con un alto grado de fracturación.
Elementos Distintos y Discretos (DEM)	Se divide el talud en elementos con sus propiedades internas y de las uniones entre los elementos que se pueden mover libremente.	Se aplica para realizar inclinación de bloques.
Elementos de Borde (BEM)	Se discretizan las áreas para poder modelar la ocurrencia de agrietamientos en el talud.	Se utiliza para estudiar problemas de propagación de grietas.

Fuente: Deslizamientos: Deangeli y Ferrero (2000)

En esta investigación se realizará el análisis de estabilidad de taludes por el método Probabilístico.

2.2.4 Métodos Probabilísticos

El método Probabilístico nos permite considerar, en el análisis de estabilidad de talud, la confiabilidad y riesgo del sistema, lo cual consiente considerar perspectivas nuevas que en los métodos convencionales no se permiten. (W. Fernandez, 2018)

Los métodos más usados en la estadística en el ámbito de la geotecnia son:

- Método de Monte Carlo
- Método FOSM (Primer orden, segundo momento)
- Método de estimativas puntuales

Método de Monte Carlo

Hidalgo, Assis (2011) define al método de Monte Carlo como una metodología con la cual se puede definir la función de distribución de frecuencia de la variable dependiente examinada por medio de la generación de números aleatorios uniformes representan las variables independientes envueltas.

En el método de Monte Carlo se ingresan las variables de ángulo de fricción y cohesión efectiva con las cuales se generan datos aleatorios para obtener la distribución de probabilidad de estas. Mientras los datos son obtenidos, estos deben ser evaluados por métodos determinísticos para analizar la estabilidad del talud.

2.2.5 Soil Nailing

De acuerdo a Ball y Gavins (2012), el Soil Nailing es una técnica que estabiliza estructuralmente un talud en pendientes cortadas recientemente y pendientes existentes que están propensas a deslizamiento. Esta técnica consiste en instalar dentro de un orificio perforado una barra de acero hueca o sólida que será enlechada y se colocara un revestimiento superficial.

Soil Nailing es un sistema que tiene 3 elementos: los anclajes, una malla de acero y shotcrete (hormigón proyectado), que contiene el talud, puede ejecutarse en cualquier tipo de inclinación ya sea vertical o con una gran inclinación, su uso más común es en la construcción de túneles. (Pilotes Terratest, 2015)

Según Pilotes Terratest, 2015 las principales ventajas de utilizar el sistema Soil Nailing son:

- La velocidad con la que se puede ejecutar es alta, puesto que al realizar la excavación también se ira avanzando con la construcción del muro anclado.
- Este sistema tiene la facilidad de adaptarse a cualquier geometría del talud.
- Es una solución económica.
- No se necesita otro mecanismo de contención antes de su ejecución.

Por otro lado, Soil Nail Walls Reference Manual (2015) nos dice que las ventajas del uso del Soil Nailing son las siguientes:

- El impacto ambiental es menor comparado con otros métodos de construcción.
- Mayor rapidez en la instalación.
- Si es que se encuentran obstrucciones se pueden realizar ajustes sencillos en la inclinación y ubicación de los pernos.
- Se puede adaptar a curvas y dobleces de las paredes del talud.

Soil Nail Walls Reference Manual (2015), nos menciona las limitaciones del sistema Soil Nailing:

- Es inadecuados si hay grandes filtraciones de agua subterránea en el momento de la excavación.
- Si se presentan movimientos críticos, requerirá tomar otras medidas para reducir las deflexiones y el costo sería mayor.

a. Elementos de Soil Nailing

- Pernos de Anclajes

Los anclajes son elementos que transmiten esfuerzos de tracción al interior del terreno desde la superficie. (Dirección General de Carreteras, 2003).

De acuerdo a Soil Nail Walls Reference Manual (2015), los pernos de anclaje transfieren las cargas de tracción por medio de esfuerzos cortantes hacia el terreno.

Sistemas DYWIDAG (2018), nos dice que los pernos de anclaje son elementos pasivos, ya que son instalados sin el tesado.

- Anclaje activo

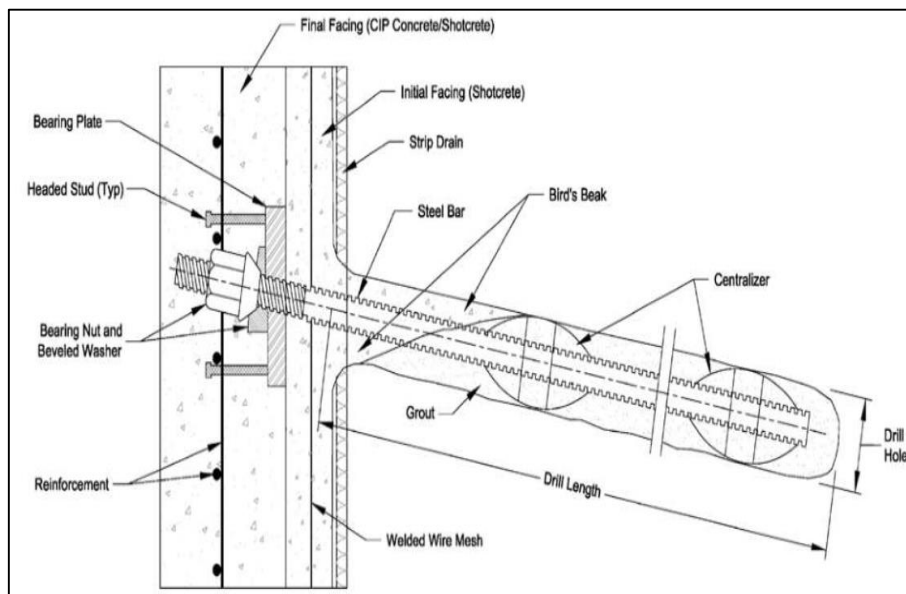
El anclaje activo es sometido a una carga de trabajo mayor al 50% de la carga máxima que se diseñó para el proyecto. Y se realizara después de su ejecución. (Dirección General de Carreteras, 2003).

- Anclaje pasivo

El anclaje pasivo tiene una carga inicial mayor al 10% de la carga máxima que se diseñó para el proyecto y por lo general es adquirida por movimientos de la estructura. (Dirección General de Carreteras, 2003).

Figura 4

Componentes del Soil Nailing



Fuente: Recuperado de Soil Nail Walls Reference Manual (2015)

- Anclaje temporal o provisional

El anclaje temporal es utilizado en estructuras que tendrán un periodo de vida útil menor a 2 años, también se utiliza en terrenos que son altamente agresivos. (Dirección General de Carreteras, 2003).

- Anclaje permanente

El anclaje permanente se utiliza para un periodo de vida útil mayor a dos años. (Dirección General de Carreteras, 2003).

De acuerdo al Ucar (2002), estos anclajes son una solución definitiva, que deben ser diseñados con coeficientes de seguridad mayores, así como también se toman medidas anticorrosivas.

b. Lechada

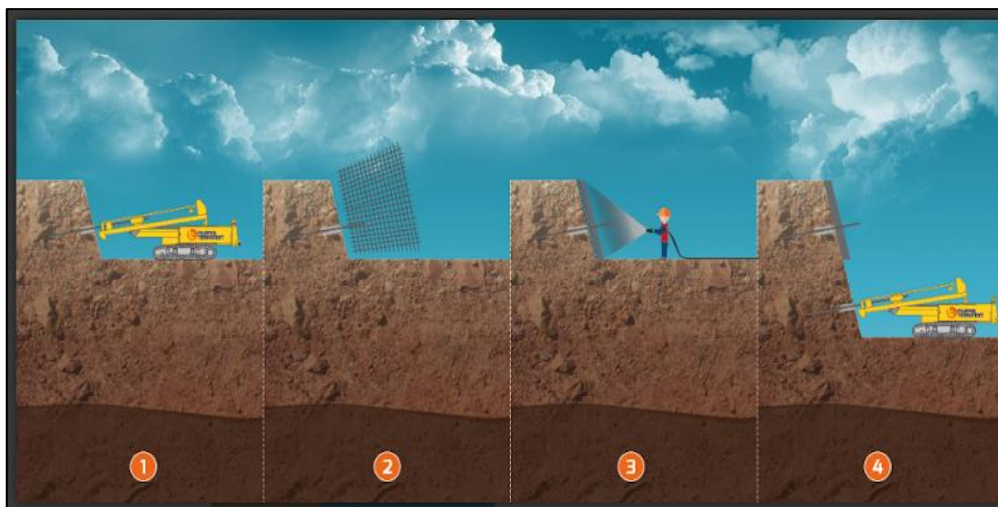
Transfiere esfuerzos cortantes entre los tendones y el suelo deformado, así mismo, trasfiere las tensiones de tracción de los tendones al suelo y también proporciona cierto nivel de protección contra la corrosión. (Soil Nail Walls Reference Manual, 2015)

c. Protección contra la corrosión

El nivel que se necesite estará sujeto al tipo de suelo y su potencial corrosivo. La lechada sola provee una baja protección corrosiva, a protección contra la corrosión de más alto nivel es la encapsulación de la barra. (NHI 2015, p-10).

Figura 5

Proceso Constructivo Soil Nailing



Fuente: TERRATEST

d. Malla electro soldada

Grupo GEOFORT define a las mallas electrosoldadas como barras corrugadas soldadas (varillas longitudinales y transversales) que se fijan al talud con sus respectivos anclajes para aumentar la resistencia del suelo.

e. Revestimiento Superficial

- Shotcrete

Putzmeister (2015) define el shotcrete es hormigón proyectado desde una boquilla a gran velocidad ya sea por algún equipo o manualmente, puede ser usado con algún aditivo (acelerantes, plastificantes y superplastificantes, retardantes y estabilizantes).

Tiene dos métodos para realizar la colocación del shotcrete uno es mediante la vía húmeda y el otro es mediante la vía seca esto dependerá de la cantidad de hormigón a proyectar, así como las dimensiones de la obra. (Putzmeister, 2015)

El revestimiento inicial para las aplicaciones de paredes de clavos en el suelo se realiza con hormigón proyectado, con un grosor más comúnmente entre 3 y 4 pulgadas. Sin embargo, cabe la posibilidad que se necesiten revestimientos iniciales más gruesos en determinadas aplicaciones especiales. El hormigón proyectado provee una capa continua sobre la cara excavada y rellena las irregularidades. Las aplicaciones de hormigón proyectado se completan utilizando WWM o refuerzo y barras de fibra. (Putzmeister, 2015)

El hormigón proyectado inicial cubre el suelo expuesto excepto una banda estrecha en la parte inferior del levantamiento. Esta banda permanece descubierta para exponer la parte más baja del WWM y los desagües de franja, y permite la superposición de estos elementos en el próximo levantamiento de excavación. . (Putzmeister, 2015)

f. Proceso Constructivo

- Excavación de la primera etapa

El Soil Nail Walls Reference Manual (2015) recomienda que previo a realizar cualquier tipo de excavación, se debe colocar controles de agua superficial en todo el largo de la parte superior de la pared para evitar que el agua superficial corra en dirección de la excavación, debido a que esto afectará la construcción y provocará inestabilidad del frente excavado. Seguido a ello, se realiza la excavación del suelo por medio de una excavación masiva desde una plataforma. El corte inicial por lo general se realiza a una profundidad de 3 a 5 pies. El perfil de cara excavada debe ser considerablemente suave y no demasiado irregular para minimizar el exceso de hormigón proyectado. Los perfiles de suelo que están formados por adoquines y/o cantos rodados pueden ser mediante excavación manual. Se necesita un banco de trabajo nivelado del orden de 30 pies de ancho para acomodar el equipo de perforación tradicional usado para la instalación de pernos. Los taladros de oruga pequeños pueden trabajar en bancos bien estrechos de 15 pies y con espacio libre de cabeza tan bajo de 8 a 10 pies.

El Soil Nail Walls Reference Manual (2015) menciona que en reiterados casos, la situación más crítica relacionada con la estabilidad de la pared se ocasiona durante la construcción. Para los elevadores de excavación inferiores, los márgenes de seguridad más bajos ocurren cuando el corte abierto no tiene soporte temporalmente; es decir, antes de colocar los pernos y el hormigón proyectado en estos niveles. Es muy importante estar alerta a los primeros signos de inestabilidad durante la construcción, como abultamiento, desprendimiento y deformación excesiva de la superficie del suelo excavado. Si se llegan a observar los primeros signos de inestabilidad de la pared, es primordial rellenar la cara expuesta de forma rápida con una berma temporal. La longitud expuesta de una excavación debe limitarse a la que pueda estabilizarse y cubrirse con hormigón proyectado durante un solo turno de trabajo.

El Soil Nail Walls Reference Manual (2015) sugiere que cuando la cara excavada no puede permanecer sin apoyo durante el periodo de tiempo requerido, se puede dejar una berma continua durante la excavación para proporcionar soporte a la cara cortada. Otra alternativa, es la berma estabilizadora la cual se puede retirar en una secuencia escalonada en la que se excavan ranuras de excavación alternas y se instalan pernos de suelo en cada ranura abierta. El ancho de las ranuras de excavación no debe ser mayor que el espacio horizontal de los pernos del suelo. Seguido a ello, se colocan pernos para el suelo, y se aplica hormigón proyectado en la cara de las ranuras de excavación. Después, se quitan los tramos restantes de berma, se colocan los pernos de suelo y se aplica el hormigón proyectado entre los pernos previamente colocados.

Según el Soil Nail Walls Reference Manual (2015) el uso de bermas estabilizadoras tendrá un gran impacto en los costos de construcción y el cronograma de producción. Si el tiempo de parada temporal de la excavación es una gran preocupación y es un riesgo potencial, se debe considerar diferentes métodos de construcción de arriba hacia abajo, como pilotes soldados y anclajes al suelo.

El Soil Nail Walls Reference Manual (2015) sugiere como solución diferente a las bermas temporales, se pueden colocar barras verticales con mortero con un espaciado horizontal de 1 a 3 pies a lo largo de la base de la pared para darle estabilidad temporal a la cara. El espaciamiento de las uñas del suelo debe ser menor para los suelos que están más expuestos a afrontar la inestabilidad. Estas barras con lechada solo deben colocarse donde hay presencia de depósitos sueltos. Si el diseño añade una pared de rebozado, el diseño se puede cambiar para añadir una pared escalonada donde aparezcan depósitos sueltos con las barras enlechadas que se colocan en esta ubicación.

El Soil Nail Walls Reference Manual (2015) menciona que si bien el costo total de adicionar barras verticales con lechada puede ser mayor que la creación de bermas temporales, este método podría ser más ventajoso con respecto al cronograma del proyecto. Varios contratistas colocan columnas

de lechada verticales junto a la cara de excavación para limitar la rotura excesiva, proveer una línea de excavación ordenada para prevenir la pérdida de terreno durante la excavación.

- Perforación de orificios para pernos

Según el Soil Nail Walls Reference Manual (2015) los orificios para pernos de perforación usando uno de los diferentes métodos de perforación disponibles, que contienen perforación rotativa, de percusión, sinfín y de percusión rotatoria. Elías y Juran (1991), presentan 3 tablas en la cual menciona un resumen de los equipos y métodos de perforación más usados. El ingeniero de diseño puede utilizar las tablas de guía, ya que el equipo seleccionado debe ser compatible con las condiciones previas del terreno y la longitud total del diámetro del perno requerido.

Tabla 2

Métodos de barrena rotativa hidráulica para perforar competentemente Suelos o roca erosionada

Método de perforación	¿En caja?	Método de eliminación de esquejes
Vuelo principal impulsado por barra kelley	No	Mecánico
Vástago sólido seccional	No	Mecánico
Vástago hueco seccional	Si	Mecánico (soporte aéreo)
Vástago sólido de vuelo continuo	No	Mecánico
Vástago hueco de vuelo continuo	Si	Mecánico (soporte aéreo)

Fuente: Soil Nail Walls Reference Manual (2015)

Tabla 3

Métodos de rotación hidráulica de aire y agua para perforar suelos competentes, rocas o condiciones de suelo mixto (martillo neumático de fondo de pozo disponible)

Método de perforación	¿En caja?	Método de eliminación de esquejes
Descarga externa orificio abierto	No	Agua
Descarga externa caja	Si	Agua
Dúplex	Si	Aire comprimido o agua

Fuente: Soil Nail Walls Reference Manual (2015)

Tabla 4

Métodos neumáticos rotativos (martillo de orificio superior) para perforar suelos o rocas competentes que no se derrumban

Método de perforación	¿En caja?	Método de eliminación de esquejes
Orificio abierto al ras externo	No	Aire comprimido

Fuente: Soil Nail Walls Reference Manual (2015)

El Soil Nail Walls Reference Manual (2015) menciona que la elección del método de perforación puede ser también controlada por la disponibilidad local y las condiciones específicas del terreno a trabajar. El método de perforación elegido no debe no debe provocar demasiada extracción del suelo o hundimiento en el pozo de perforación. Así mismo, la perforación de las hileras de pernos superiores no debe provocar demasiado movimiento en la superficie del suelo. Dichos efectos potencialmente dañinos podrían ser evitados usando revestimientos de perforación o HBSN en el suelo inestable, o limitando el flujo de aire para asegurar que el pozo de perforación esté abierto sin presión

de construcción. Los documentos del contrato de Soil Nailing por lo general permiten al contratista elegir el método de perforación. No obstante, el ingeniero de diseño puede acotar eventualmente la selección de métodos y/o procedimientos de perforación en función de las condiciones del subsuelo o ya sea de otras necesidades del proyecto.

El Soil Nail Walls Reference Manual (2015) muestra como ejemplo las perforaciones entubadas que incluyen la utilización de un solo tubo y métodos rotativos dúplex. El método de un solo tubo se basa en perforar con la sarta de perforación y enjuagar los recortes fuera del tubo con aire, agua o alguna combinación entre agua y aire. El método rotativo dúplex contiene un elemento interior (barras de perforación) y un tubo exterior (carcasa). El conjunto aprueba sacar los cortes de perforación por medio del espacio anular entre las barras de perforación y la carcasa exterior. Los diámetros de los orificios de perforación para estos métodos son por lo general de 7 pulgadas. El revestimiento del orificio de perforación incrementará el costo del Soil Nailing, eventualmente de manera significativa.

– Instalación del sistema de pernos

Según el Soil Nail Walls Reference Manual (2015) luego de colocar el anclaje en el orificio de perforación, el orificio de perforación se llena con lechada utilizando un turbo tremie. La tubería de lechada se coloca en el fondo en el fondo del orificio de perforación y la lechada se inserta hasta que llene el agujero. Mientras que fragua la lechada, se le añade al anclaje y al suelo circundante.

La práctica de colocar lechada por gravedad concede una fuerza de unión que a menudo es suficiente para el Soil Nailing sea factible y rentable. No obstante, en los casos en los cuales se encuentre un suelo con malas condiciones, es factible que se necesite una fuerza de unión mayor para mantener la longitud de los pernos del suelo a un nivel razonable. Podría lograr una alta resistencia al adherir en los suelos granulares y roca fisurada débil insertando lechada a presiones considerablemente bajas por medio del revestimiento. Dichos aumentos en la

fuerza de la unión, comparando con las resistencias obtenidas con lechada por gravedad, resultan ser un aumento en las presiones de confinamiento alrededor de la lechada, la compactación de suelos que bordean la lechada, un mayor entrelazamiento entre el suelo y la lechada y un incremento en el diámetro efectivo de la lechada. (Soil Nail Walls Reference Manual, 2015)

El Soil Nail Walls Reference Manual (2015) menciona la existencia de algunos casos en los que no se logra la resistencia de unión de diseño por no cumplir con los procedimientos de instalación adecuados. Un ejemplo podría ser, una eliminación errada de los recortes del orificio de perforación podría causar una considerable reducción de la resistencia de la unión. En caso se tenga suelos arcillosos con moderada plasticidad, la excesiva limpieza mecánica del pozo de perforación podría volver a moldear la arcilla y minimizar la resistencia de la unión a valores extremadamente más bajos que los esperados para condiciones inalteradas.

– Instalación del sistema de drenaje

Según el Soil Nail Walls Reference Manual (2015) los tubos de drenaje se instalarán contra el frente de excavación en el lado del filtro del geotextil contra el suelo. Si el tubo de drenaje se empaqueta en rollos, los rollos deben estar protegidos durante la aplicación del hormigón proyectado en cada levantamiento luego se enrolla hacia abajo para que sea continuo. Si las tuberías de drenaje son tipo panel, deben colocarse en la parte inferior de cada levantamiento de excavación y por lo general debería tener un mínimo de 12 pulgadas, la superposición del núcleo como la del filtro del geotextil de para que el flujo de agua y la filtración no se vean impedidos. Las tuberías de drenaje deberán ser cubiertas de forma adecuada cuando se coloque el hormigón proyectado para que no exista penetración por parte de este hacia las tuberías.

g. Parámetros de Diseño

- Parámetros del suelo

Los ensayos de laboratorio necesarios para el diseño serán presentados en los siguientes cuadros:

Tabla 5

Procedimientos y pruebas de laboratorio para suelos - Clasificación

Nombre de la prueba	ASTM	AASHTO
Identificación visual de suelos	D2488	N / A
Clasificación de suelos según USCS	D2487	M145
Análisis de tamaño de partículas	D422-63	T88
Fracción de suelo que pasa el tamiz n. ° 200	D1140	T11

Fuente: Soil Nail Walls Reference Manual (2015)

Tabla 5.- Esta tabla presenta los ensayos necesarios de Clasificación de suelos para el diseño del Soil Nailing.

Tabla 6

Procedimientos y pruebas de laboratorio para suelos - Parámetros de índice

Nombre de la prueba	ASTM	AASHTO
Contenido de humedad	D2216	T265
Límites de Atterberg para la fracción de finos	D4318	T89, T90

Fuente: Soil Nail Walls Reference Manual (2015)

Tabla 6.- Esta tabla presenta los parámetros de índice de suelos para el diseño del Soil Nailing.

Tabla 7

Procedimientos y pruebas de laboratorio para suelos - Pruebas de resistencia al corte

Nombre de la prueba	ASTM	AASHTO
Resistencia a la compresión ilimitada (UC)	D2166	T208
Compresión triaxial no drenada no consolidada (UU) Compresión triaxial no drenada consolidada (CU)	D2850	T296
Compresión triaxial drenada consolidada (CD)	D4767	T234
	D7181	N / A

Fuente: Soil Nail Walls Reference Manual (2015)

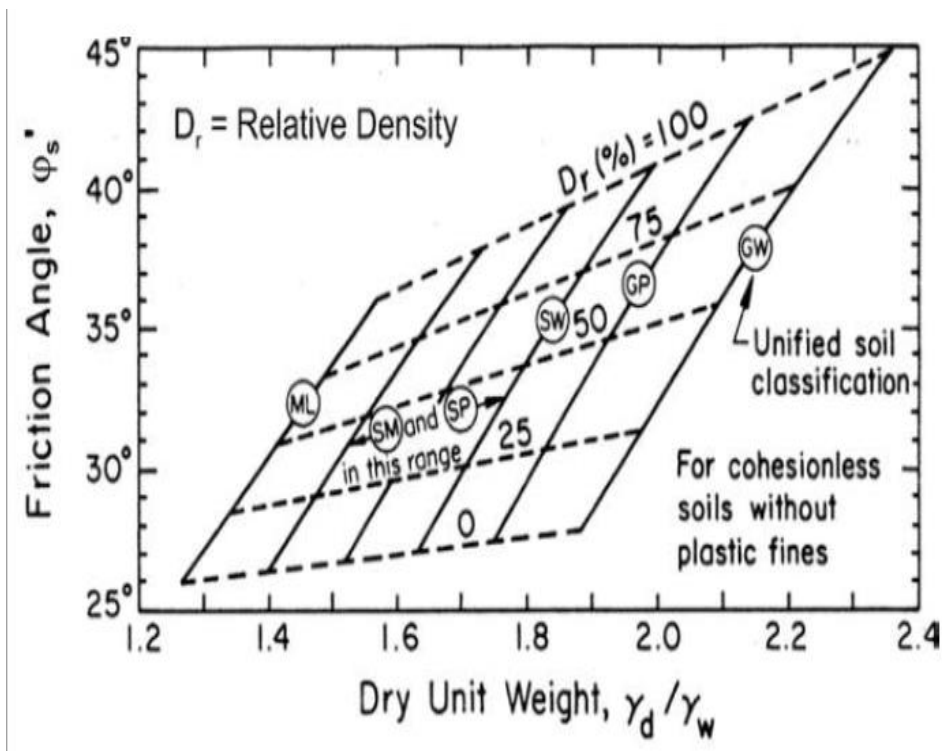
Tabla 7.- Esta tabla presenta pruebas de resistencia al corte de suelos para el diseño del Soil Nailing. Se utiliza mayormente en suelos de grano fino.

– Peso Unitario

Para suelos granulares y ciertos suelos de grano fino, el peso unitario se estima partiendo de su descripción y en conjunto con su densidad relativa mediante estimaciones o correlaciones. Para suelos de grano fino en general, el peso unitario se determina en el laboratorio desde muestras no perturbadas obtenidas en campo. (Soil Nail Walls Reference Manual, 2015).

Figura 6

Estimación del peso unitario del suelo



Fuente: Kulhawy y Mayne (1990).

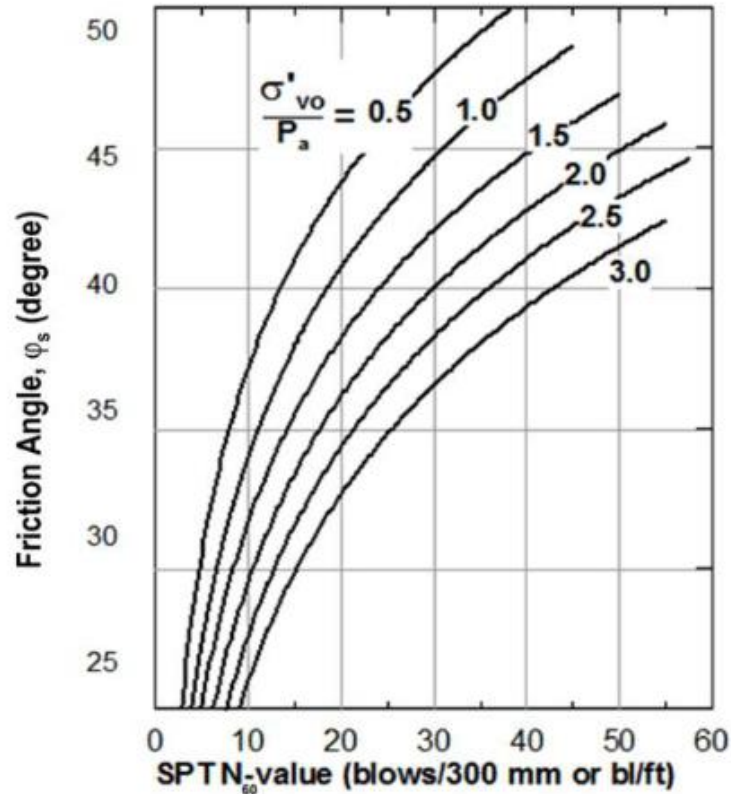
– Resistencia al corte

Suelos sin cohesión

Generalmente se utilizan correlaciones fundado en valores CPT Y SPT para calcular el ángulo de fricción interna de drenado. La cohesión efectiva se estima de manera independiente, y puede sufrir una pérdida importante, dependiendo del tipo de proyecto, por la alteración de suelo a lo largo de la excavación. Asimismo las filtraciones y escorrentías producen erosión interna y superficial del suelo, por lo cual afecta la cohesión degradándola durante todo el periodo de vida del proyecto. (Soil Nail Walls Reference Manual, 2015).

Figura 7

Ángulo de fricción de suelos sin cohesión como una función de sobrecarga normalizada



Fuente: Fuente: Soil Nail Walls Reference Manual (2015). (Modificado después de Schmertmann 1975)

Suelos Cohesivos

- Condiciones sin drenaje.- Se considera la resistencia al corte del suelo, para determinar a un plazo corto la estabilidad del muro a lo largo de su construcción y se determina si estos muros serán afectados durante la excavación.
- Condiciones de drenaje.- Generalmente en los suelos cohesivos no se considera el drenaje cuando se aplica en sostenimiento de excavación a corto plazo. Por tal motivo se evaluará la estabilidad del talud a largo plazo teniendo en cuenta la resistencia drenada. (Soil Nail Walls Reference Manual, 2015).

– Fuerza de unión

La fuerza de unión se define como la resistencia a la extracción del perno de anclaje. Esta resistencia se calcula por cada perno y radica en la longitud del perno que se deberá extender por la parte posterior de la superficie de falla. (Soil Nail Walls Reference Manual, 2015).

De acuerdo a las características del suelo, Soil Nail Walls Reference Manual (2015), se presenta las siguientes tablas para obtener la Fuerza de Unión (q_u)

Tabla 8

Resistencia de unión estimada para clavos de suelo en suelos de grano grueso

Perforación de agujeros Método	Tipo de suelo	Fuerza de unión q_u (psi)
Perforado Rotativo	Grava de arena	15 - 26
Perforado Rotativo	Arena limosa	15 - 22
Perforado Rotativo	Limo	9 - 11
Perforado Rotativo	Piamonte residual	6 - 17
Perforado Rotativo	Coluvión fino	11 - 22
Carcasa conducida	Arena / grava con sobrecarga baja (1)	28 - 35
Carcasa conducida	Arena / grava con sobrecarga alta (1)	41 - 62
Carcasa conducida	Moraine densa	55 - 70
Carcasa conducida	Coluvión	15 - 26
Augered	Relleno de arena limosa	3 - 6
Augered	Arena fina limosa	8 - 13
Augered	Arena limosa arcillosa	9 - 20

Fuente: Soil Nail Walls Reference Manual (2015)

Tabla 9

Resistencia de unión estimada para clavos de suelo en suelos de grano fino

Perforacion de agujeros Método	Tipo de suelo	Fuerza de unión qu (psi)
Perforado Rotativo	Arcilla limosa	5 - 7
Carcasa conducida	Limo arcilloso	13 - 20
Augered	Loess	4 - 11
Augered	Arcilla suave	3 - 4
Augered	Arcilla rígida	6 - 9
Augered	Limo arcilloso rígido	6 - 15
Augered	Arcilla arenosa calcárea	13 - 20

Fuente: Soil Nail Walls Reference Manual (2015)

- Fluencia del suelo

Según Soil Nail Walls Reference Manual (2015), es el arrastre que sufre la superficie de deslizamiento por el esfuerzo cortante mantenido a lo largo del tiempo. En suelos de grano fino, la fluencia, tiende a ser más notable a diferencia de suelos granulares. La fluencia puede dar lugar al deslizamiento si se cumplen las siguientes condiciones:

- $LL \geq 50$
 - $PI \geq 20$
 - $Stu \leq 1000$ psf
 - Índice de liquidez (LI) $\geq 0,2$
 - El suelo orgánico.
- Potencial de corrosión del suelo

El potencial de corrosión es una de las mayores preocupaciones en los proyectos de Soil Nailing y se deberá realizar pruebas del suelo tales como:

PH, resistividad eléctrica, contenido de cloruro, contenido de sulfato y contenido orgánico. (Soil Nail Walls Reference Manual, 2015).

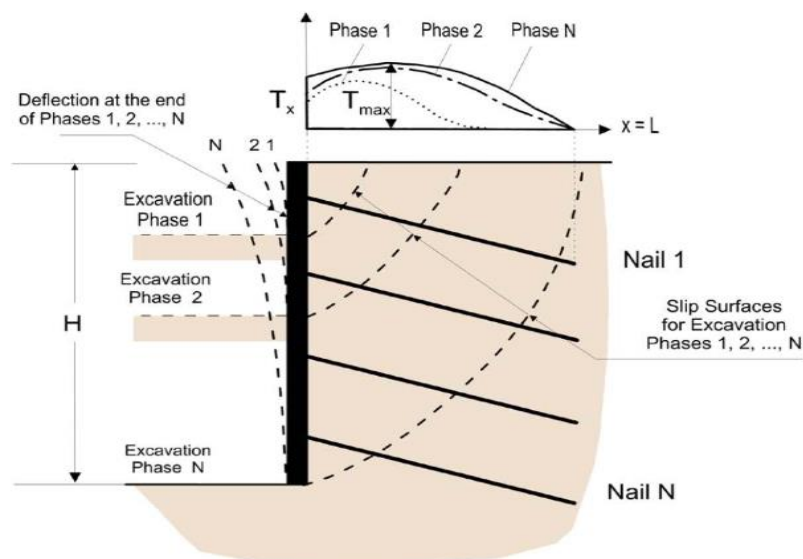
h. Mecanismo de Resistencia y Estados Límite

Según Soil Nail Walls Reference Manual (2015). Los mecanismos de transferencia de carga que se aplican en la cara del talud son los siguientes:

- La altura de elevación inicial se debe seleccionar de modo que al final de la Fase de excavación 1, el suelo detrás de esta excavación sea estable y el suelo pueda permanecer sin apoyo antes de que se instalen los anclajes.
- El suelo superior detrás de la excavación tiende a deformarse hacia afuera durante la Fase de Excavación 1, después de la instalación de la primera fila pernos de anclaje y después de la colocación del paramento inicial en la cara excavada. La presión lateral del terreno en el paramento se genera por deformación del suelo. Esta presión se transfiere a los pernos de anclaje y, a su vez, se transfiere del perno al suelo a través del esfuerzo cortante movilizado a lo largo de la interfaz del suelo de lechada.

Figura 8

Posibles superficies de deslizamiento y fuerzas de tracción de los clavos del suelo



Fuente: Soil Nail Walls Reference Manual, 2015

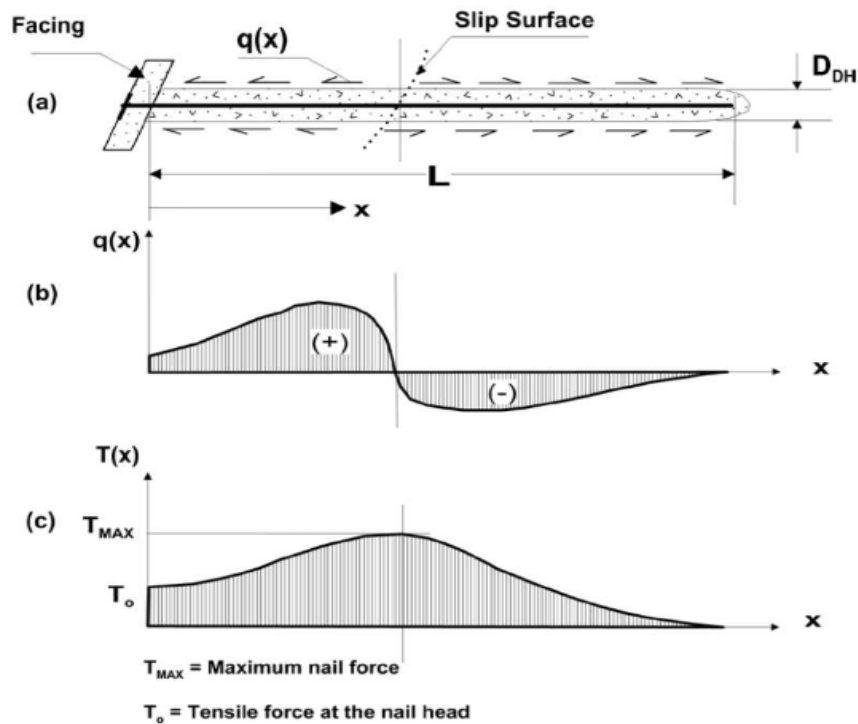
En la Fase de Excavación 2, la superficie de falla será más alta que de la excavación, debido a que aumento el volumen del suelo que se deforma. Y así sucederá consecutivamente con todas las excavaciones posteriores.

– Interacción suelo-perno y distribución de la fuerza de tracción

La interacción entre los clavos del suelo, el suelo detrás del muro y el paramento es compleja y provoca redistribuciones de las fuerzas de tracción en los clavos. El esfuerzo cortante movilizado a lo largo de la interfaz lechada-suelo, q , en general no es uniforme y cambia de dirección a lo largo de la longitud del clavo. La fuerza máxima se produce a lo largo del clavo. (Soil Nail Walls Reference Manual, 2015).

Figura 9

Mecanismo de transferencia de tensión en clavos del suelo



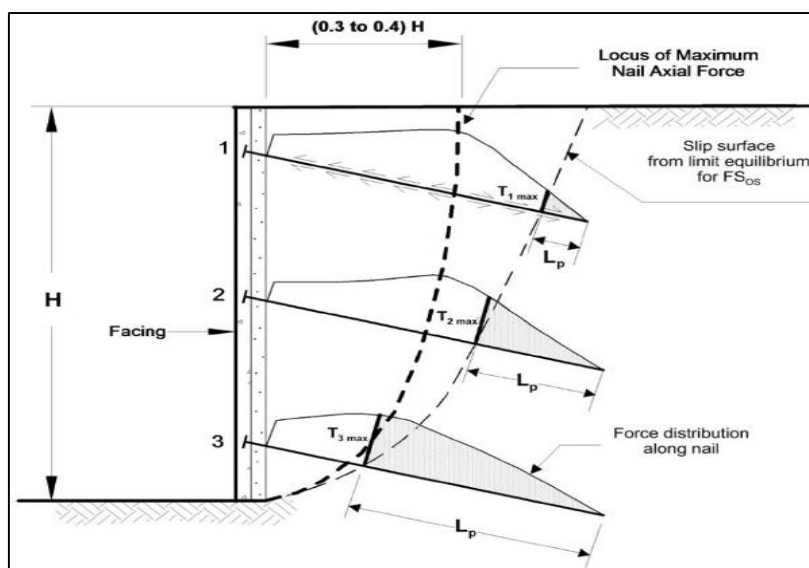
Fuente: Soil Nail Walls Reference Manual, 2015

Nota: (a) disposición básica del suelo; (b) distribución esquemática de esfuerzos cortantes en la interfaz lechada-suelo; (c) distribución esquemática de las fuerzas de tracción resultantes.

- Distribución máxima de la fuerza de tracción

Figura 10

Ubicación de las fuerzas de tracción máximas en clavos de suelo



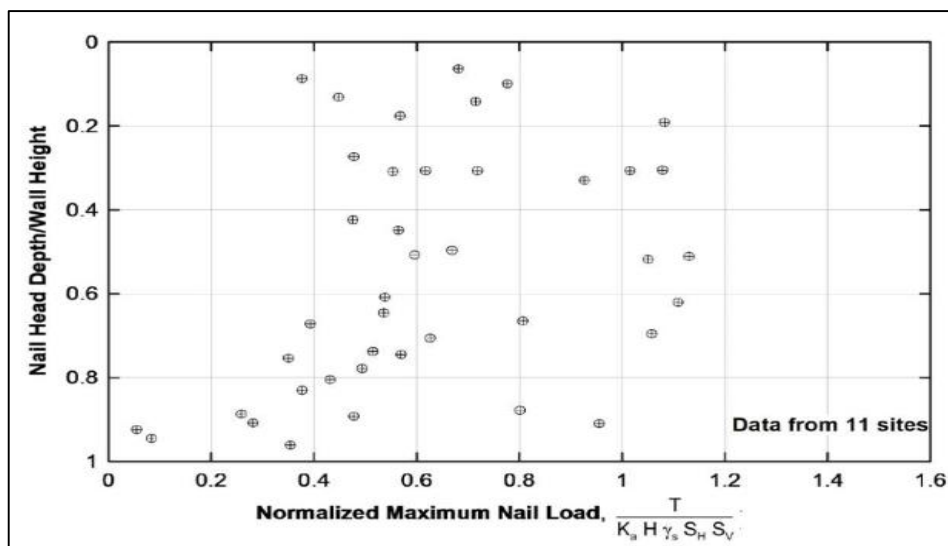
Fuentes: Modificado según Byrne et al. (1998)

La fuerza de tracción que se puede desarrollar en un tendón depende del lugar donde el clavo cruza la superficie de deslizamiento. Como se mencionó, la ubicación de las fuerzas máximas de tracción del clavo está cerca, pero generalmente no coincide con la superficie de deslizamiento crítica establecida en los análisis de estabilidad. La Figura 5.4 muestra la contribución de las fuerzas de tracción a la estabilidad para un diseño típico de pared de clavos de suelo. Como se ilustra, las cargas cambian de magnitud de un clavo a otro. La ubicación de la carga máxima también cambia de un clavo a otro. La intersección de un clavo de suelo con el deslizamiento. Superficie determina la longitud de ese clavo del suelo que puede desarrollar resistencia a la extracción. La contribución a la estabilidad del clavo superior del suelo, T_1 , es

relativamente pequeño porque L es relativamente pequeño para esta uña; por el contrario, las contribuciones de las uñas T 2 y T 3 son mayores porque L es mayor para ellos. La carga máxima en el clavo 1 en la superficie de deslizamiento es T 1 máx. (Soil Nail Walls Reference Manual, 2015).

Figura 11

Resumen de las fuerzas máximas de tracción de los clavos medidas en las paredes de los clavos del suelo



Fuente: Byrne et al. (1998)

En la figura 11 observamos la distribución de las fuerzas máximas de tracción del clavo obtenidas de las paredes de clavos de suelo instrumentadas a escala completa. Las medidas de deformación indicaron que la fuerza de tracción máxima en la parte superior de estas paredes se produjo aproximadamente entre $0,3 H$ y $0,4 H$ detrás del revestimiento de la pared. La fuerza de tracción máxima en la parte inferior de las paredes se produjo aproximadamente entre $0,15 H$ y $0,2 H$ detrás del revestimiento de la pared. La medida las fuerzas se normalizaron con respecto al peso unitario del suelo, γ_s ; el clavo del suelo espaciado vertical y horizontal,

S_V y S_H ; la altura de la pared, H ; y la presión de tierra activa calculada coeficiente, K_a . Estas fuerzas normalizadas, que se muestran como una función de la altura de la pared, representan las fuerzas de los clavos del suelo de servicio a largo plazo. Estos valores excluyen otros efectos sobre fuerzas de clavos en la cara, como la carga de escarcha y terremoto. (Soil Nail Walls Reference Manual, 2015).

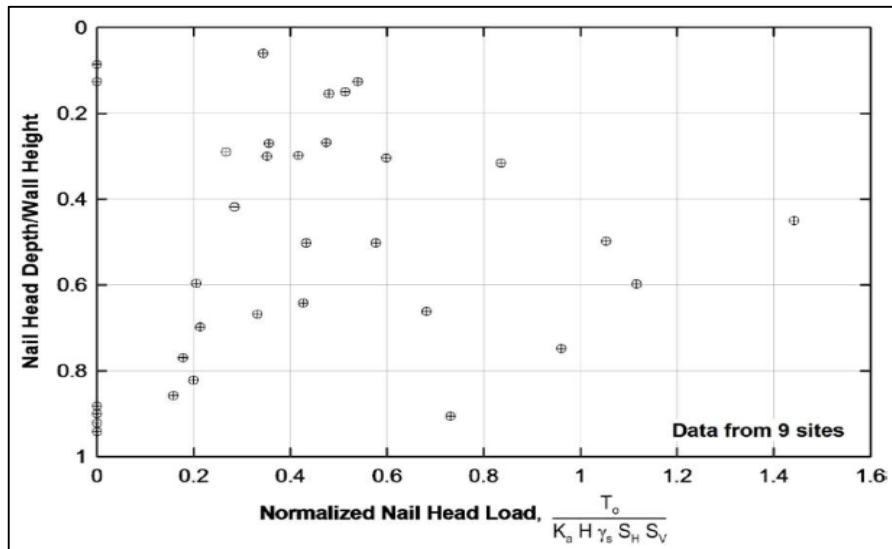
Soil Nail Walls Reference Manual (2015) nos dice que las cargas de clavos normalizadas varían de 0,4 a 1,1, con un promedio de aproximadamente 0,75 en los dos tercios superiores de la pared. Las cargas de uñas normalizadas promedio aumentan de aproximadamente 0,5 a 0,6 cerca de la parte superior, a 0,75 a 0,85 en el tercio central, y disminuyen a aproximadamente 0,4 a 0,5 en el tercio inferior y a 0 en la parte inferior.

– Fuerzas de tracción en el revestimiento de la pared

La fuerza de tracción del clavo en la cara de la pared, T_o (también conocida como la fuerza de la cabeza del clavo), es menor que las fuerzas a lo largo del clavo del suelo. Las fuerzas de tracción normalizadas del clavo medidas en el revestimiento de las paredes del clavo de suelo instrumentado excluyen el efecto de las heladas y otros factores. La distribución general de las fuerzas en el paramento es comparable a la de las fuerzas máximas de los pernos. Los valores normalizados de T_o varían de aproximadamente 0,6 a 1,0. Las fuerzas de tracción normalizadas de la cabeza del clavo en los dos tercios superiores de la pared varían de aproximadamente 0,40 a 0,70. La fuerza de tracción promedio en la cabeza del clavo varía de aproximadamente $T_o = 0,50 K_a \gamma_s H S_V S_H$ a $T_o = 0,60 K_a \gamma_s H S_V S_H$. (Soil Nail Walls Reference Manual, 2015).

Figura 12

Resumen de las fuerzas de tracción del revestimiento medidas en las paredes de los clavos del suelo



Fuente: Byrne et al. (1998).

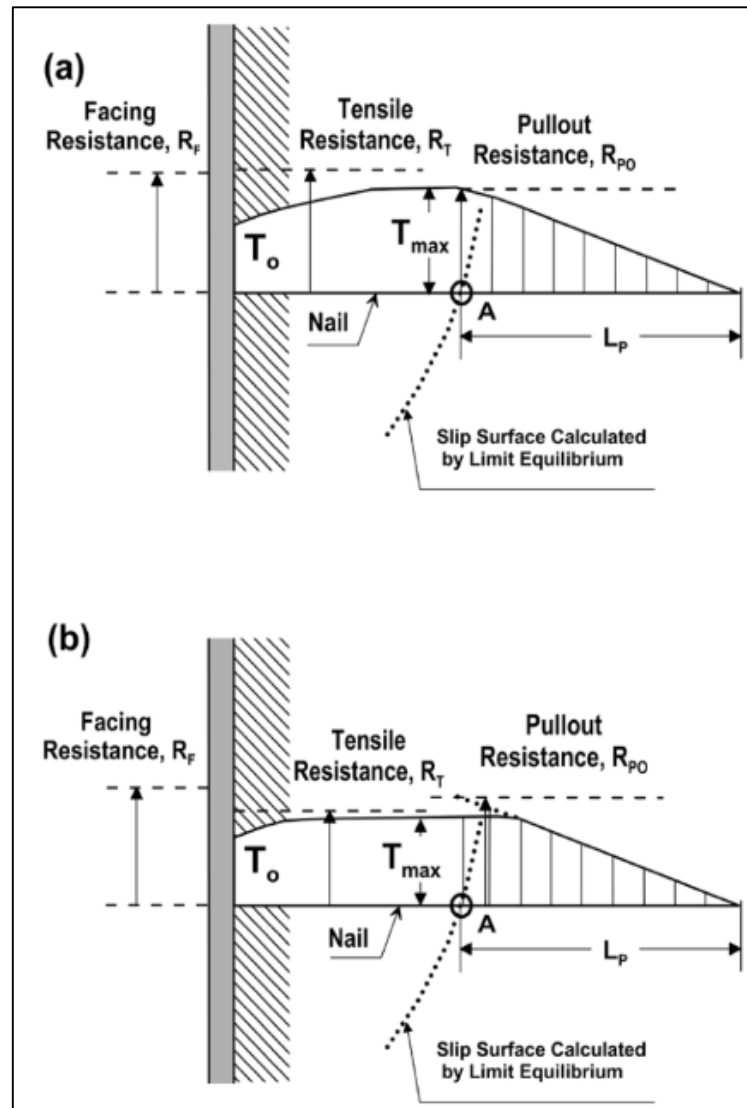
Clouterre (2002) proporcionó pautas de diseño basadas en estos resultados y sugirió que la fuerza de la cabeza del clavo para las condiciones de trabajo se estimara como:

$$T_0 = T_{max}[0.6 + 0.057(S_{max}[ft] - 3)]$$

Donde S_{max} = máximo de S_V y S_H . Para un espaciado típico de la cabeza del clavo de 5 pies, $T_0 \sim 0,7 T_{max}$ para condiciones normales de carga y pendiente detrás del muro. Tenga en cuenta que T_0 está determinada o limitada por el mínimo de las resistencias de revestimiento disponibles, como se explica en la siguiente sección.

Figura 13

Limitaciones a las fuerzas de tracción en los pernos



Fuente: Soil Nail Walls Reference Manual, 2015

Nota: (a) controles de resistencia a la extracción, (b) controles de resistencia a la tracción.

i. Proyectos Realizados con Soil Nailing

Figura 14

Soil Nailing – Zona Franca BES



Fuente: GEOFORTIS

Figura 15

Soil Nailing – Edificio E23



Fuente: GEOFORTIS

Figura 16

Soil Nailing – Condominio del Prado



Fuente: GEOFORTIS

Figura 17

Soil Nailing – Paseo Lapas



Fuente: GEOFORTIS

Figura 18

Soil Nailing – Playa Escondida



Fuente: GEOFORTIS

Figura 19

Túnel Santa Rosa Fase II – Soil Nailing



Fuente: Pilotes Terratest

Figura 20

Villa Verde Challapampa – Soil Nailing



Fuente: Pilotes Terratest

Figura 21

Vía Expresa Línea Amarilla – Soil Nailing



Fuente: Pilotes Terratest

Figura 22

Hotel Marriot Cusco – Soil Nailing



Fuente: Pilotes Terratest

Figura 23

Soil Nailing – UPAO, Trujillo



Fuente: Pilotes Terratest

Figura 24

Soil Nailing – Edificio Álvarez, Chile



Fuente: Pilotes Terratest

Figura 25

Soil Nailing – Edificio Inacap, Chile



Fuente: Pilotes Terratest

Figura 26

Lo Galindo, Chile – Soil Nailing



Fuente: Pilotes Terratest

Figura 27

ACB Fase II Codelco, Chile – Soil Nailing



Fuente: Pilotes Terratest

Figura 28

Túnel Lautaro y Juanita – Soil Nailing



Fuente: Pilotes Terratest

2.3 Definición de términos básicos

2.3.1 Análisis de estabilidad de taludes

Es un proceso en el cual se desarrollan una serie de cálculos con respecto a las fuerzas actuantes sobre el talud, con la finalidad de obtener factores de seguridad que nos dirán cuando un talud es estable o inestable.

2.3.2 Coeficiente sísmico

Para el análisis de estabilidad de taludes el coeficiente sísmico es el cincuenta por ciento de la aceleración máxima en la zona de estudio.

2.3.3 Depósitos aluviales

Sedimentos que son transportados por el viento.

2.3.4 Deslizamientos

Es el movimiento de una masa, ya sea suelo o roca, que se desplaza por la ladera de un talud por efecto de gravedad.

2.3.5 Estabilización de Taludes

Solución geotécnica para estabilizar taludes mediante factores de seguridad que garantice los criterios gravitatorios y sísmicos.

2.3.6 Factor de seguridad

Valor calculado que garantiza la estabilidad o inestabilidad de un talud.

2.3.7 Pernos de anclaje

Varillas de acero que tienen como función sostener un talud.

2.3.8 Talud

Superficie inclinada, sometida a presiones del suelo, fuerzas sísmicas y gravitatorias.

2.3.9 Tramos sinuosos

Tramos de una vía que dispone de curvas y contracurvas consecutivamente.

2.3.10 Suelo

Partículas naturales que se encuentran en la capa superficial de la corteza terrestre.

2.3.11 Shotcrete

Hormigón proyectado a alta velocidad sobre una superficie.

2.4.- Formulación de hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

- La propuesta de estabilidad mediante el sistema Soil Nailing en tramos sinuosos es lo suficientemente confiable para permitir la seguridad del talud.

2.4.2 Hipótesis específicas

- El problema de inestabilidad de tramos sinuosos se origina a partir de la ampliación de la vía.
- La estabilidad del talud con ángulos de inclinación mayores a 80° , planteando el sistema Soil Nailing en el software SLIDE se obtendrán factores de seguridad confiables.
- Si no se identifican los procesos geodinámicos ocurridos durante el proceso constructivo provocará deslizamientos por el tipo de suelo que presenta.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

3.1 Tipo y método de investigación

Borjas (2012) nos dice que la investigación aplicada se centra en la solución inmediata de un problema y “Busca conocer, actuar, construir y modificar una realidad problemática”. Borjas también coloca en su libro que la investigación no experimental no prueba relaciones entre dos variables. Además que la investigación descriptiva se encuentra dentro de la no experimental y menciona que esta se encarga de seleccionar y describir detalladamente un objeto. Borjas plantea por otro lado la investigación cuantitativa y nos dice que “es una forma confiable de conocer la realidad es a través de la recolección de análisis de datos, con lo que se podría contestar las preguntas de la investigación y probar las hipótesis.”

La investigación que realizamos es aplicada. No experimental con enfoque cuantitativo y alcance descriptivo.

La investigación se fundamenta en la recopilación de datos de la zona de estudio (estudio de suelos, topografía, etc.), con los cuales se realizará un análisis mediante el programa Slide y hojas de cálculo para la obtención de ciertos parámetros.

3.2 Población de estudio

Borjas (2012) define la población desde un punto estadístico y nos dice que “Se denomina población o Universo al conjunto de elementos o sujetos que serán motivo de estudio.” Y a la muestra como “un subgrupo representativo de la población, sobre la cual se habrán de recolectar datos.”

La población de estudio en esta investigación está constituida por los taludes en carreteras que presenten tramos sinuosos en la carretera Mollepata - Pallasca.

Y la muestra en esta investigación son los taludes en el tramo: km 27+000 – km 29+000 de la carretera Mollepata –Pallasca que tiene como característica su sinuosidad, ángulos de inclinación mayor a 80 grados y suelos aluviales y residuales.

3.3 Diseño muestral

El diseño muestral no probabilístico intencional permite seleccionar casos característicos de una población limitando la muestra sólo a estos casos. (Otzen y Manterola, 2017)

El diseño muestral que presenta esta investigación es No probabilístico – intencional.

3.4 Relación entre variables

Borjas (2012) define a la variable independiente como la que produce el efecto o causante de la variable dependiente, y esta es el resultado de la independiente. También nos habla de las variables intervinientes o secundarias que no están necesariamente en la hipótesis, sin embargo se encuentran en los objetivos y alguna variación en sus valores afecta los resultados. En esta investigación tenemos:

Variable Independiente:

- Soil Nailing
- Variable Dependiente
- Estabilidad de taludes

Variables Secundarias:

- Tramos Sinuosos
- Inclinaciones mayores a 80°
- Depósitos Aluviales.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica: Análisis documental

Instrumento: Registro de contenido y recolección de datos del estudio

Se empleó la revisión de bases de datos de tesis e investigaciones del sistema Soil Nailing, tanto nacional como internacional. Revisión de proyectos realizados con el sistema Soil Nailing. Revisión de páginas web de empresas que ofrecen servicios con este sistema.

Se usó el software Slide 6.0 con la finalidad de procesar dichos datos utilizando el método probabilístico. Se empleó tablas de Excel para el cálculo de pernos y espaciamiento de estos.

3.6 Procedimientos para la recolección de datos

De los datos obtenidos se realizará un análisis para verificar la estabilidad de taludes en condiciones normales y con el sistema Soil Nailing.

Se registrarán los datos obtenidos en tablas según las características de cada análisis.

3.7 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se realizará el análisis en condiciones estáticas y condiciones pseudoestáticas mediante el software Slide 6.0, usando el método Probabilístico.

Tabla 10

Operacionalidad de variables

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Variable Independiente	Es un sistema de contención y refuerzo del suelo diseñado tanto para trabajos permanentes como provisionales.	Sistema de Estabilización	Malla de acero, anclaje y shotcrete	
Soil Nailing		Parámetros geotécnicos	Cohesión, fricción y peso específico	
Variable Dependiente	Solución geotécnica integral que se implementa en un talud capaz de incorporarle equilibrio suficiente y sostenible, que atienda los criterios gravitatorios y sísmicos.	Factores de Seguridad (Análisis estático y análisis pseudoestático)	*Mecánica de Suelos *Comportamiento geodinámicos del área *Flujo de agua *Geometría del talud *Topografía del entorno	*Norma CE. 020 *Norma E. 050 *Norma E. 030 *Manual de diseño geométrico de vías *Manual de Ensayo de Materiales de Suelos *Guía para el diseño y ejecución de anclajes en obras de carretera
Variables Secundarias	Tiene senos, ondulaciones o recodos	*Radio de Curvatura *Peraltes *Longitud	*Curvas y Contracurvas en tangente	
Tramos Sinuosos			*Tramos	
Inclinaciones mayores a 80°	Es el ángulo que se mide desde la parte interna del pie del talud hasta la pendiente.	Inclinación	Ángulo de inclinación	
Depósitos Aluviales	Es una masa de sedimentos detríticos que ha sido transportada y sedimentada por un flujo o aluvión.	Características Geotécnicas	Tipos de suelos	

Fuente: Propia

Tabla 11

Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADOR	TECNICAS / INSTRUMENTOS
¿Cuál sería la propuesta adecuada para estabilizar taludes en tramos sinuosos en la Carretera Mollepata-Pallasca?	Proponer una estabilización de taludes en tramos sinuosos en la Carretera Mollepata-Pallasca.	La propuesta de estabilidad mediante el sistema Soil Nailing en tramos sinuosos es lo suficientemente confiable para que esta permita la seguridad del talud.	Soil Nailing	*Sistema de estabilización *Parámetros Geotécnicos	*Malla de Acero, Anclajes y shotcrete *Cohesión, fricción y peso específico	*Norma CE. 020 *Norma E. 050 *Norma E. 030 *Manual de diseño geométrico de vías *Manual de Ensayo de Materiales *Estudio de Laboratorio de Suelos *Guía para el diseño y ejecución de anclajes en obras de carretera
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADOR	
¿Cómo analizar el problema de inestabilidad en tramos sinuosos de la carretera Mollepata - Pallasca?	Analizar el problema de inestabilidad en tramos sinuosos de la carretera Mollepata - Pallasca.	El problema de inestabilidad de tramos sinuosos se origina a partir de la ampliación de la vía.	Estabilidad de Taludes	Factores de seguridad (análisis estático y pseudoestático)	*Mecánica de Suelos *Comportamiento geodinámico del área *Flujo de agua *Geometría del talud *Topografía del entorno	
¿Cómo analizar la estabilidad del talud con ángulos de inclinación mayor a 80°, planteando el sistema Soil Nailing, mediante el programa SLIDE, utilizando el análisis probabilístico?	Analizar la estabilidad del talud con ángulos de inclinación mayor a 80°, planteando el sistema Soil Nailing, mediante el programa SLIDE, utilizando el análisis probabilístico.	La estabilidad del talud con ángulos de inclinación mayores a 80°, planteando el sistema Soil Nailing en el software SLIDE se obtendrán factores de seguridad confiables.	VARIABLES SECUNDARIAS	DIMENSIÓN	INDICADOR	
			Tramos Sinuosos	*Radio de Curvatura *Peraltes *Longitud	*Curvas y Contracurvas *Tramos en tangente	
¿Cómo identificar los procesos geodinámicos ocurridos y que pudieran presentarse durante el proceso constructivo en depósitos aluviales?	Identificar los procesos geodinámicos ocurridos y que pudieran presentarse durante el proceso constructivo.	Si no se identifican los procesos geodinámicos ocurridos durante el proceso constructivo provocará deslizamientos por el tipo de suelo que presenta.	Inclinaciones Mayores a 80°	Inclinación	Ángulo de inclinación	
			Depósitos Aluviales	Características Geotécnicas	Tipos de suelos	

Fuente: Propia

CAPÍTULO IV: DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Ubicación

El estudio se realizó en la carretera Mollepata – Pallasca, lugar que se encuentra ubicado entre los departamentos de La Libertad y Ancash. Hacia el Sur limita con los distritos de Huacaschuque y Huandoval, por el Este, con Lacabamba y Pampas; y por el Oeste con la provincia de Santiago de Chuco, en la Libertad.

El tramo a analizar será del km 27+000 al km 29+000 de dicha carretera perteneciente al distrito de Mollepata, provincia de Santiago de Chuco y departamento de la Libertad.

Figura 29

Tramo de la carretera Mollepata - Pallasca a evaluar



Fuente: Google Earth

4.2 Accesibilidad

Tramo Carrozable: La vía principal de acceso a la zona de estudio desde Lima, es por la Panamericana norte, que une ciudades como: Barranca- Chimbote - santa, para finalmente arribar hacia el Este, por la carretera que penetra hacia la sierra de Ancash, pasando por las localidades de Vinzos, Chuquicara hasta la Galgada, desde donde se puede acceder a Pallasca por dos rutas; siguiendo el río paralelamente al río Tablachaca o por Tauca – Cabana - Huandoval. Siendo la ruta más corta la de Galgada – Pallasca.

4.3 Clima y Vegetación

El clima de Pallasca es variado con un aire puro, agradable y seco; las cuatro estaciones están bien definidas, el invierno es de enero a abril, se caracteriza por abundantes lluvias muy importantes para la agricultura, la primavera es marzo a julio, el verano es de junio a septiembre, se caracteriza por un cielo despejado y un sol agradable, es época de cosecha, y el otoño es de septiembre a diciembre.

Entre la vegetación típica de la zona cabe resaltar la presencia de dos plantas aromáticas empleadas como infusión: la ñiña y la panizara; plantas que, de ser comercializadas en gran escala, generarían significativos ingresos económicos para la población y, por otro lado, serían una alternativa de consumo similar (y acaso más agradable) al té y a otros productos, las cuales se desarrollan mayormente sobre coberturas cuaternarias, estos terrenos son mayormente utilizados en la agricultura y plantaciones de Pan llevar.

4.4 Geología Regional

4.4.1 Geomorfología

Regionalmente, según lo establecido por el INGEMMET, el área por donde se ubicará la carretera Mollepata – Pallasca, comprende tres unidades geomorfológicas: Superficie Puna, Etapa Valle y Etapa Cañón,

La Superficie Puna presenta una morfología suave y ondulada y se ubica entre una altitud de 4,200 a 4,400 m.s.n.m. En el caso de la carretera, su influencia tendría lugar desde el inicio del tramo (distrito de Pallasca) hasta una tercera parte de la carretera aproximadamente. Las etapas Valle y Cañón, en el caso de

la carretera, presentan su influencia entre las progresivas intermedia y final de la carretera, donde ésta inicia su descenso hacia el río Tablachaca y su ascenso hacia el distrito de Mollepata.

Localmente la carretera Pallasca – Mollepata, puede ser diferenciada en dos grandes unidades:

La primera de lomadas y taludes, la cual se desarrolla desde el km. 0+000 hasta el km. 11+860 aprox., donde la vía se desarrolla por terrenos de lomadas de suave pendiente (en menor proporción), taludes bajos, hasta de cerros de considerable altura con taludes de corte abruptos, que predominan, entre estas progresivas.

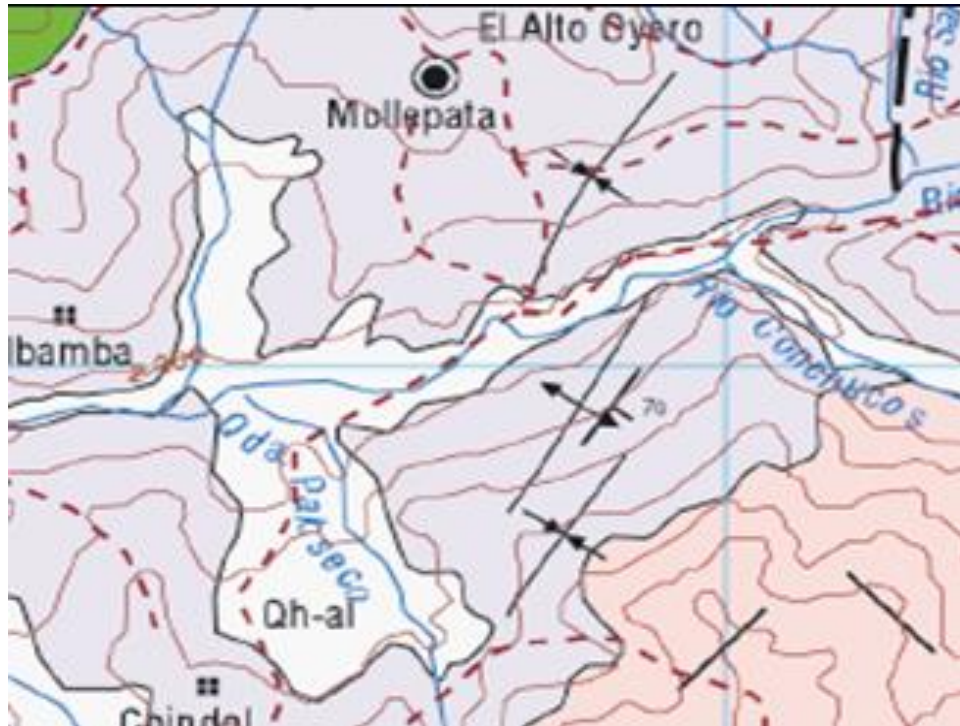
La segunda, la cual se inicia en el km. 11+860 aprox., y donde la vía desciende sobre el flanco izquierdo del valle del río Tablachaca. Inicialmente mediante tangentes largas para luego pasar a desarrollar una serie de curvas y contra curvas con tangentes cortas y radios muy reducidos hasta llegar al río Tablachaca, desde donde inicia su ascenso hacia Mollepata mediante tangentes cortas, radios reducidos y pendientes abruptas.

4.4.2 Estratigrafía

Para poder identificar las unidades estratigráficas que tienen influencia en la carretera Pallasca – Mollepata, se tomó como referencia la información del INGEMMET (Boletines N° 60, hojas 17-h y 17-i).

Figura 30

Carta Catastral



Fuente: INGEMMET

En la figura 30: Muestra las diferentes unidades estratigráficas que tienen influencia en el área de ubicación de la carretera. Se puede observar el color celeste que es la Formación Chicama (Js-ch); de naranja rocas intrusivas (N gd/to) y de colores grises los depósitos cuaternarios.

Cuaternario (Qh)

En los tramos km. 27+200 al km. 27+260, km 27+940 al 28+500, se encontraron depósitos eluviales, coluviales y aluviales, siendo los aluviales los depósitos de suelo que más se encontró a lo largo de la carretera. Estos depósitos aluviales se encuentran generalmente en quebradas y ríos, contienen materiales de diferentes tamaños y granulometría como los limos, arenas y bolonería.

4.5 Geología Local

4.5.1 Característica Geomorfológica y Geotécnica de los Depósitos Recientes Y Cuaternarios

Depósitos residuales (Q-re):

Los suelos residuales son originados debido a la acción ambiental (desgaste o fragmentación de material originado por el agua y el viento) y no se transportan, estos suelos se acumulan en el lugar en que se originan. Los factores que pueden influir para que se originen más rápido son la temperatura y la lluvia.

Y en el proyecto las podemos encontrar en los siguientes tramos: km 27+200 al 27+260 y en el km 27+940 al 28+500.

Depósito aluvial (Q-al):

Los depósitos aluviales son aquellos que han sido transportados de quebradas de arenas y limos y se encuentra en el proyecto en los siguientes tramos: km 27+000 al 27+200 y km 27+260 al 27+940.

4.6 Estudio de Riesgo Sísmico

Tabla 12

Resumen de resultados de las corridas del programa risk

MOLLEPATA						
Periodo de Retorno (Años)	50	100	200	400	475	1000
Intensidad	5.13	5.31	5.49	5.68	5.72	5.91
Antilogaritmo	168.5	202.39	243.14	292.09	305.55	368.52
Aceleración Max	0.172	0.207	0.248	0.298	0.312	0.376

Fuente: <https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepata-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepata-pallasca-lct62633.htm>

4.7 Clasificación de Materiales

Tabla 13

Ensayos de Laboratorio

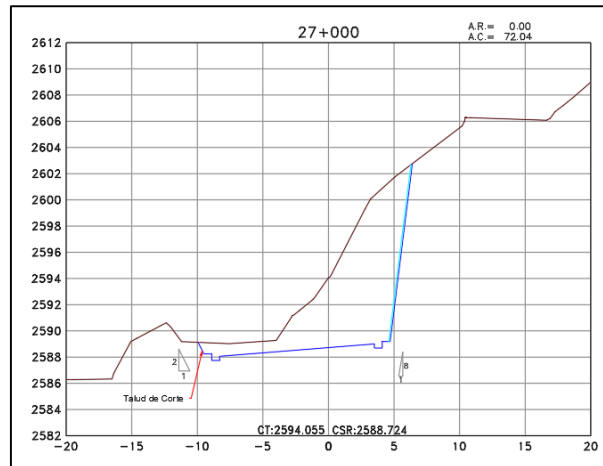
ENSAYOS DE LABORATORIO, MOLLEPATA -PALLASCA TRAMO 27+000-29+000																			
TRAMO	Profundidad	Límites pasante malla 40			Clasificación		Contenido de Humedad Natural (MTC E 215) "Material Natural"	DESCRIPCIÓN	Peso Unitario (kg/m ³)		ENSAYOS QUIMICOS (PPM)			CORTE DIRECTO					
		3/8"	# 4	# 200	L.L. (MTC E 110)	L.P. (MTC E 111)			I.P. (MTC E 111)	AAS HTO	SUC S	P.U. S	P.U. C	Contenido Sales Totales	Contenido de Cloruros	Contenido Sulfatos	PH	Cohesión (kg/cm ²)	Angulo de Fricción (°)
26+100 - 27+000	2.2	77	69	28	27	22	5	A-2-4(0)	SM	2.0	Arena limosa con grava	1586	1742	810	60.0	333	6.6	0.134	29.3
27+200 - 28+000	2.3	56	42	14	27	18	9	A-2-4(0)	GC	1.6	Grava arcillosa con arena	1609	1799.0	906	50.0	395	6.6	0.117	27.2
28+180 - 29+890	2.0	49	36	12	27	17	10	A-2-4(0)	GP-GC	2.3	Grava pobremente gradada con arcilla	1590	1750.0	1146	60.0	502	6.6	0.153	26.1
Promedio		60.7	49.0	18.0	NP	NP	NP	A-2-4(0)		2.0		1595.0	1763.7	954	56.7	410	6.6		
Desviación Estándar		14.6	17.6	8.7						0.4		12.29	30.86	173.066	5.77	85.49	0.02		
Coefficiente de Variación		24.0	35.9	48.4						17.9		0.77	1.75	18.141	10.19	20.85	0.23		

Fuente: <https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepata-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepata-pallasca-lct62633.html>

4.8 Secciones a evaluar

Figura 31

Sección 27+000

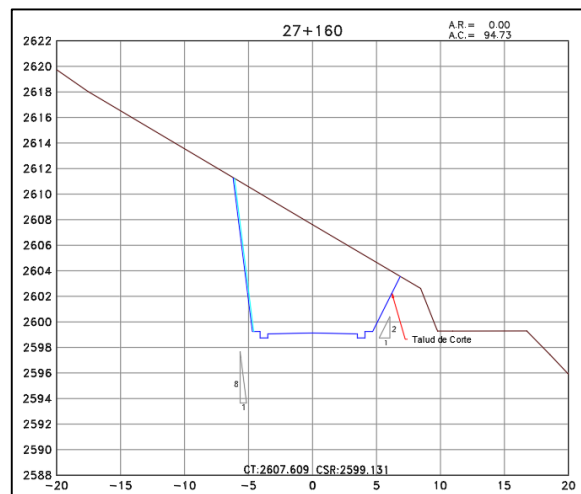


Fuente: Propia

En la figura 31: Se observa la sección 27+000 la cual tiene un corte de talud proyectado 1:8.

Figura 32

Sección 27+160

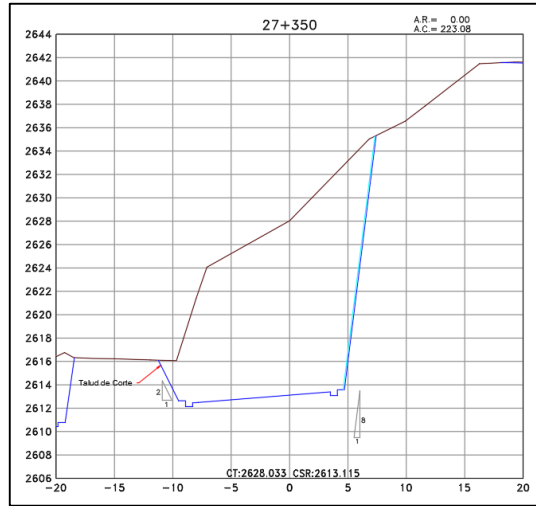


Fuente: Propia

En la figura 32: Se observa la sección 27+160 la cual tiene un corte de talud proyectado 1:8.

Figura 33

Sección 27+350

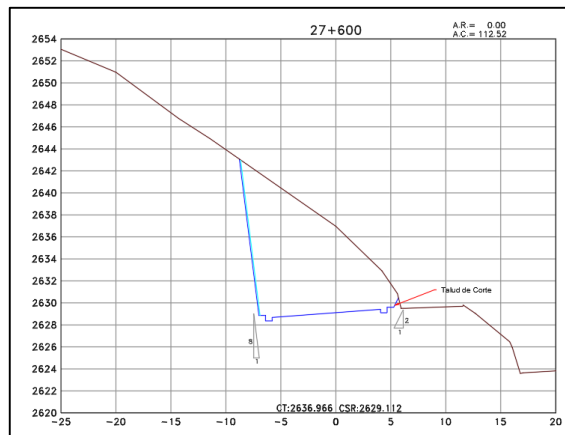


Fuente: Propia

En la figura 33: Se observa la sección 27+350 la cual tiene un corte de talud proyectado 1:8.

Figura 34

Sección 27+600

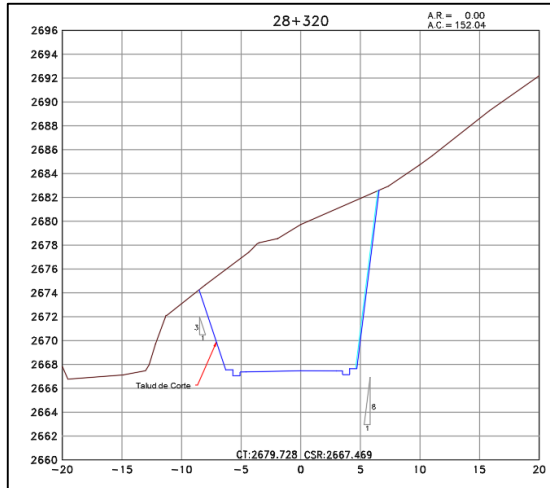


Fuente: Propia

En la figura 34: Se observa la sección 27+600 la cual tiene un corte de talud proyectado 1:8.

Figura 35

Sección 28+320

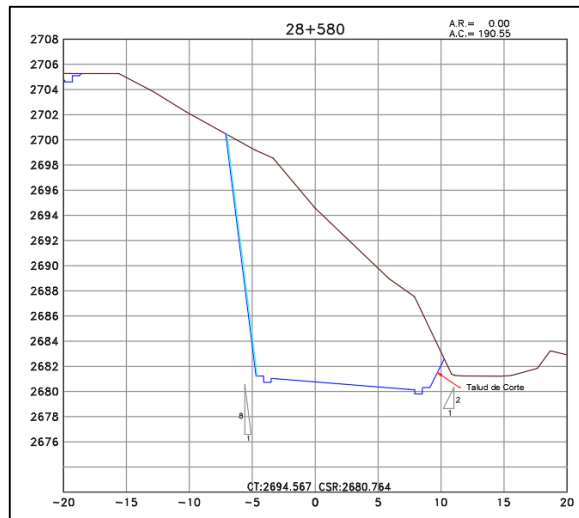


Fuente: Propia

En la figura 35: Se observa la sección 28+320 la cual tiene un corte de talud proyectado 1:8.

Figura 36

Sección 28+580

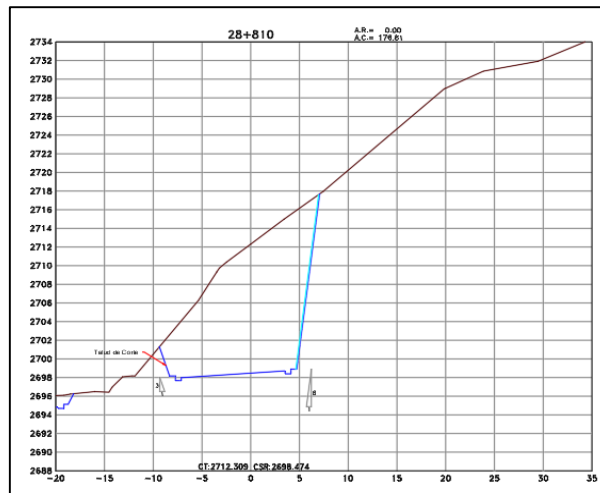


Fuente: Propia

En la figura 36: Se observa la sección 28+580 la cual tiene un corte de talud proyectado 1:8.

Figura 37

Sección 28+810



Fuente: Propia

En la figura 37: Se observa la sección 28+810 la cual tiene un corte de talud proyectado 1:8.

Tabla 14

Parámetros de suelo de las secciones a analizar

Sección	Cohesión (KN/m²)	Fricción (°)	Peso Unitario (KN/m³)	Altura (m)
27+000	13.14	29.30	15.56	13.58
27+160	11.47	27.20	15.78	12.05
27+350	11.47	27.20	15.78	21.75
27+600	11.47	27.20	15.78	14.21
28+320	15.00	26.10	15.59	14.96
28+580	15.00	26.10	15.59	19.25
28+810	15.00	26.10	15.59	18.80

Fuente: Propia

En la tabla 11: Muestra los parámetros de suelo de cada una de las secciones a analizar las cuales son la cohesión, fricción, peso unitario y altura.

4.9 Detalle de pernos

4.9.1 Sección 27+000

Datos de la sección

$H = 13.58$ metros

$L = 5$ metros

Nº de pernos = 30

Según la norma:

$2' (0.61\text{m}) < S_{vo} < 3.5' (1.01 \text{ m})$

$4' (1.22\text{m}) < S_v < 6' (1.83\text{m})$

$4' (1.22\text{m}) < S_v < 6' (1.83\text{m})$

$2' (0.61\text{m}) < S_{vo} < 3.5' (1.01 \text{ m})$

Espaciamiento de pernos

$S_{vo} = 0.90$ metros

$S_v = 1.30$ metros

$S_h = 1.30$ metros

$S_{vn} = 0.98$

Características del perno

$L = 12$ metros

Corrosión = 4

Tabla 15*Propiedades del perno para la sección 27+000*

TIPO	Barra Hueca
Perno	R32-280
Diámetro externo nominal	32
Diámetro externo real	31.1
Diámetro interno promedio	18.5
Área de la sección transversal nominal	410
Peso nominal	3.2
Área específica de nervadura	0.13
Carga de fluencia nominal	220
Carga última nominal	280
Resistencia a la fluencia	540
Resistencia última	680

Fuente: Propia

4.9.2 Sección 27+160

Datos de la sección

H = 12.05 metros

L = 5 metros

N° de pernos = 27

Según la norma:

 $2' (0.61\text{m}) < S_{vo} < 3.5' (1.01 \text{ m})$ $4' (1.22\text{m}) < S_v < 6' (1.83\text{m})$ $4' (1.22\text{m}) < S_v < 6' (1.83\text{m})$ $2' (0.61\text{m}) < S_{vo} < 3.5' (1.01 \text{ m})$

Espaciamiento de pernos

$S_{vo} = 0.90$ metros

$S_v = 1.30$ metros

$S_h = 1.30$ metros

$S_{vn} = 0.75$

Características del perno

$L = 12$ metros

Corrosión = 4

Tabla 16

Propiedades del perno para la sección 27+160

TIPO	Barra Hueca
Perno	R32-320
Diámetro externo nominal	32
Diámetro externo real	31.1
Diámetro interno promedio	16.5
Área de la sección transversal nominal	470
Peso nominal	3.7
Área específica de nervadura	0.13
Carga de fluencia nominal	250
Carga última nominal	320
Resistencia a la fluencia	530
Resistencia última	680

Fuente: Propia

4.9.3 Sección 27+350

Datos de la sección

$H = 21.75$ metros

$L = 5$ metros

Nº de pernos = 51

Según la norma:

$2' (0.61\text{m}) < S_{vo} < 3.5' (1.01 \text{ m})$

$4' (1.22\text{m}) < S_v < 6' (1.83\text{m})$

$4' (1.22\text{m}) < S_v < 6' (1.83\text{m})$

$2' (0.61\text{m}) < S_{vo} < 3.5' (1.01 \text{ m})$

Espaciamiento de pernos

$S_{vo} = 0.90$ metros

$S_v = 1.25$ metros

$S_h = 1.50$ metros

$S_{vn} = 0.85$

Características del perno

$L = 12$ metros

Corrosión = 4

Tabla 17*Propiedades del perno para la sección 27+350*

TIPO	Barra Hueca
Perno	R38-550
Diámetro externo nominal	38
Diámetro externo real	37.8
Diámetro interno promedio	17
Área de la sección transversal nominal	800
Peso nominal	6.25
Área específica de nervadura	0.13
Carga de fluencia nominal	450
Carga última nominal	550
Resistencia a la fluencia	560
Resistencia última	690

Fuente: Propia

4.9.4 Sección 27+600

Datos de la sección

H = 14.21 metros

L = 5 metros

N° de pernos = 33

Según la norma:

 $2' (0.61\text{m}) < S_{vo} < 3.5' (1.01 \text{ m})$ $4' (1.22\text{m}) < S_v < 6' (1.83\text{m})$ $4' (1.22\text{m}) < S_v < 6' (1.83\text{m})$ $2' (0.61\text{m}) < S_{vo} < 3.5' (1.01 \text{ m})$

Espaciamiento de pernos

$S_{vo} = 0.90$ metros

$S_v = 1.25$ metros

$S_h = 1.50$ metros

$S_{vn} = 0.81$

Características del perno

$L = 12$ metros

Corrosión = 4

Tabla 18

Propiedades del perno para la sección 27+600

TIPO	Barra Hueca
Perno	R32-400
Diámetro externo nominal	32
Diámetro externo real	31.1
Diámetro interno promedio	12.5
Área de la sección transversal nominal	560
Peso nominal	4.4
Área específica de nervadura	0.13
Carga de fluencia nominal	330
Carga última nominal	400
Resistencia a la fluencia	590
Resistencia última	710

Fuente: Propia

4.9.5 Sección 28+320

Datos de la sección

$H = 14.96$ metros

$L = 5$ metros

Nº de pernos = 33

Según la norma:

$2' (0.61\text{m}) < S_{vo} < 3.5' (1.01 \text{ m})$

$4' (1.22\text{m}) < S_v < 6' (1.83\text{m})$

$4' (1.22\text{m}) < S_v < 6' (1.83\text{m})$

$2' (0.61\text{m}) < S_{vo} < 3.5' (1.01 \text{ m})$

Espaciamiento de pernos

$S_{vo} = 0.90$ metros

$S_v = 1.30$ metros

$S_h = 1.30$ metros

$S_{vn} = 0.96$

Características del perno

$L = 12$ metros

Corrosión = 4

Tabla 19*Propiedades del perno para la sección 28+320*

TIPO	Barra Hueca
Perno	R32-320
Diámetro externo nominal	32
Diámetro externo real	31.1
Diámetro interno promedio	16.5
Área de la sección transversal nominal	470
Peso nominal	3.7
Área específica de nervadura	0.13
Carga de fluencia nominal	250
Carga última nominal	320
Resistencia a la fluencia	530
Resistencia última	680

Fuente: Propia

4.9.6 Sección 28+580

Datos de la sección

H = 14.96 metros

L = 5 metros

N° de pernos = 45

Según la norma:

 $2' (0.61\text{m}) < S_{vo} < 3.5' (1.01 \text{ m})$ $4' (1.22\text{m}) < S_v < 6' (1.83\text{m})$ $4' (1.22\text{m}) < S_v < 6' (1.83\text{m})$ $2' (0.61\text{m}) < S_{vo} < 3.5' (1.01 \text{ m})$

Espaciamiento de pernos

$S_{vo} = 0.90$ metros

$S_v = 1.25$ metros

$S_h = 1.50$ metros

$S_{vn} = 0.85$

Características del perno

$L = 12$ metros

Corrosión = 4

Tabla 20

Propiedades del perno para la sección 28+580

TIPO	Barra Hueca
Perno	R32-400
Diámetro externo nominal	32
Diámetro externo real	31.1
Diámetro interno promedio	12.5
Área de la sección transversal nominal	560
Peso nominal	4.4
Área específica de nervadura	0.13
Carga de fluencia nominal	330
Carga última nominal	400
Resistencia a la fluencia	590
Resistencia última	710

Fuente: Propia

4.9.7 Sección 28+810

Datos de la sección

$H = 14.96$ metros

$L = 5$ metros

Nº de pernos = 45

Según la norma:

$2' (0.61\text{m}) < S_{vo} < 3.5' (1.01 \text{ m})$

$4' (1.22\text{m}) < S_v < 6' (1.83\text{m})$

$4' (1.22\text{m}) < S_v < 6' (1.83\text{m})$

$2' (0.61\text{m}) < S_{vo} < 3.5' (1.01 \text{ m})$

Espaciamiento de pernos

$S_{vo} = 1.00$ metros

$S_v = 1.30$ metros

$S_h = 1.30$ metros

$S_{vn} = 0.9$

Características del perno

$L = 12$ metros

Corrosión = 4

Tabla 21*Propiedades del perno para la sección 28+810*

TIPO	Barra Hueca
Perno	R38-500
Diámetro externo nominal	38
Diámetro externo real	37.8
Diámetro interno promedio	19
Área de la sección transversal nominal	750
Peso nominal	5.85
Área específica de nervadura	0.13
Carga de fluencia nominal	400
Carga última nominal	500
Resistencia a la fluencia	530
Resistencia última	670

Fuente: Propia

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

5.1 Modelamiento y análisis de estabilidad de taludes

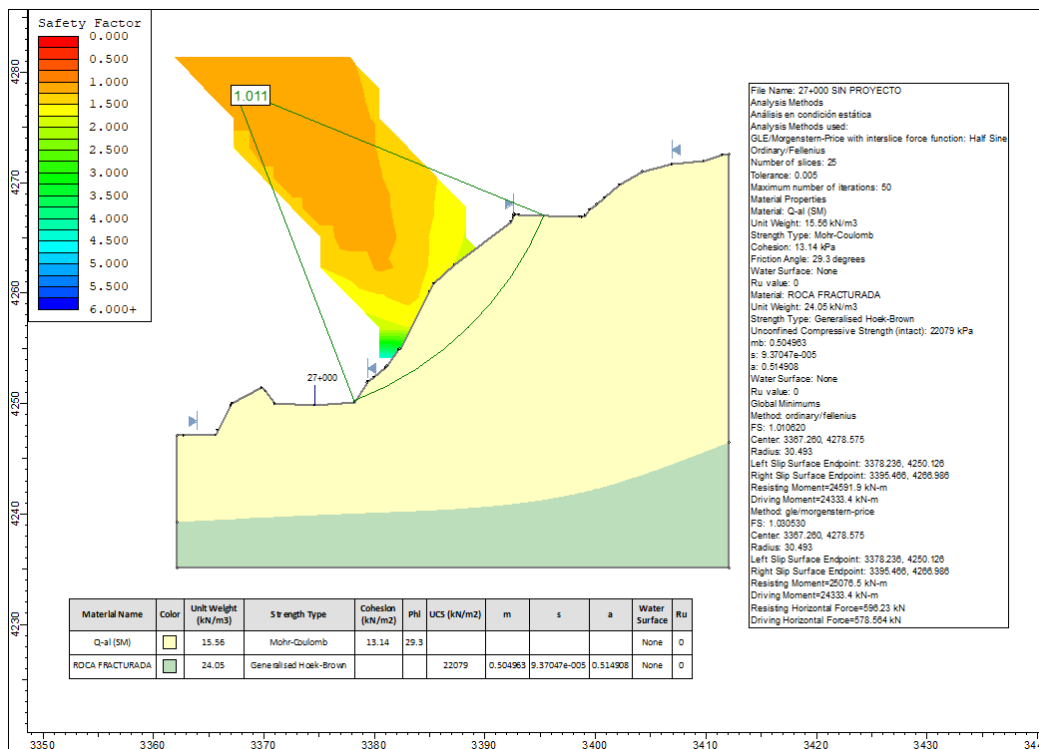
Se realizó el análisis y modelamiento mediante el software SLIDE de 7 diferentes secciones que se encuentran dentro del tramo de km 27+000 al 29+000, se analizó al terreno natural y al terreno ya con el proyecto realizado, ambos casos en condiciones estáticas y pseudoestáticas.

Se realizó cuadros estadísticos mediante el software SLIDE los cuales fueron evaluados a todas las secciones en condiciones pseudoestáticas.

5.1.1 Sección 27+000

Figura 38

Sección 27+000 Sin proyecto análisis estático



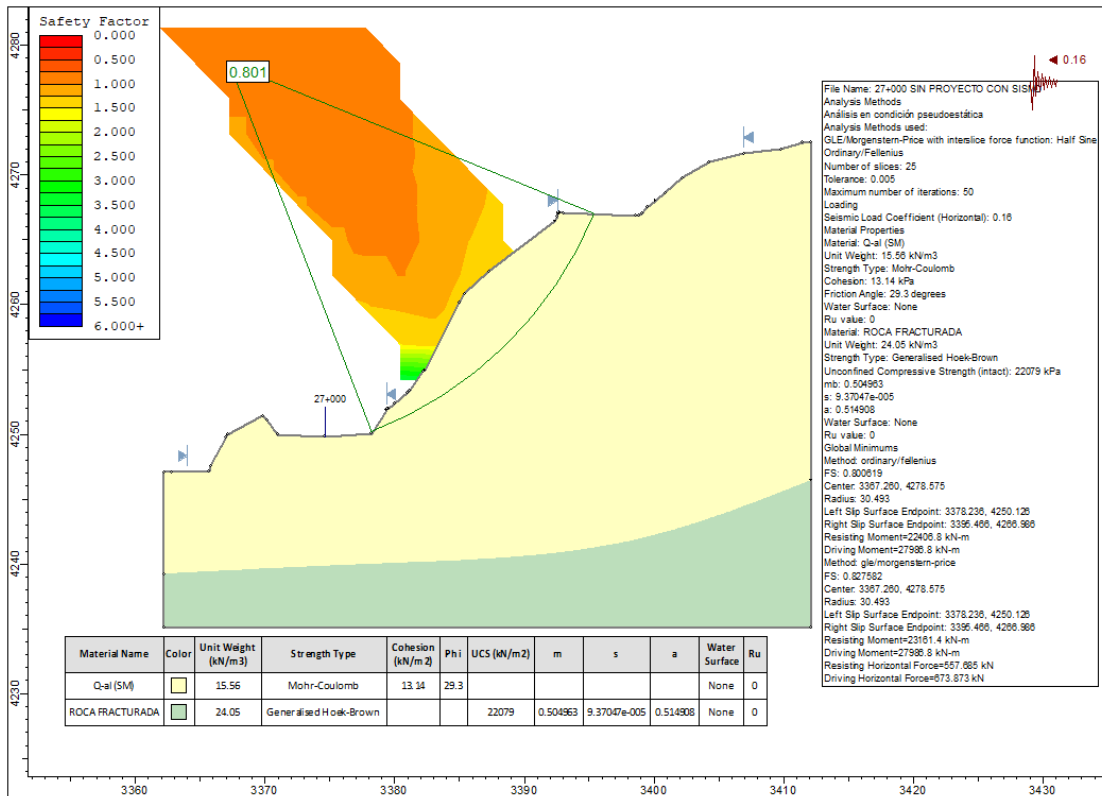
Fuente: Propia

En la figura 38: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condiciones estáticas sin Proyecto de la sección 27+000, el cual da como resultado un Factor

de Seguridad de 1.011, valor que no cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $F_s \geq 1.5$.

Figura 39

Sección 27+000 Sin proyecto análisis pseudoestático

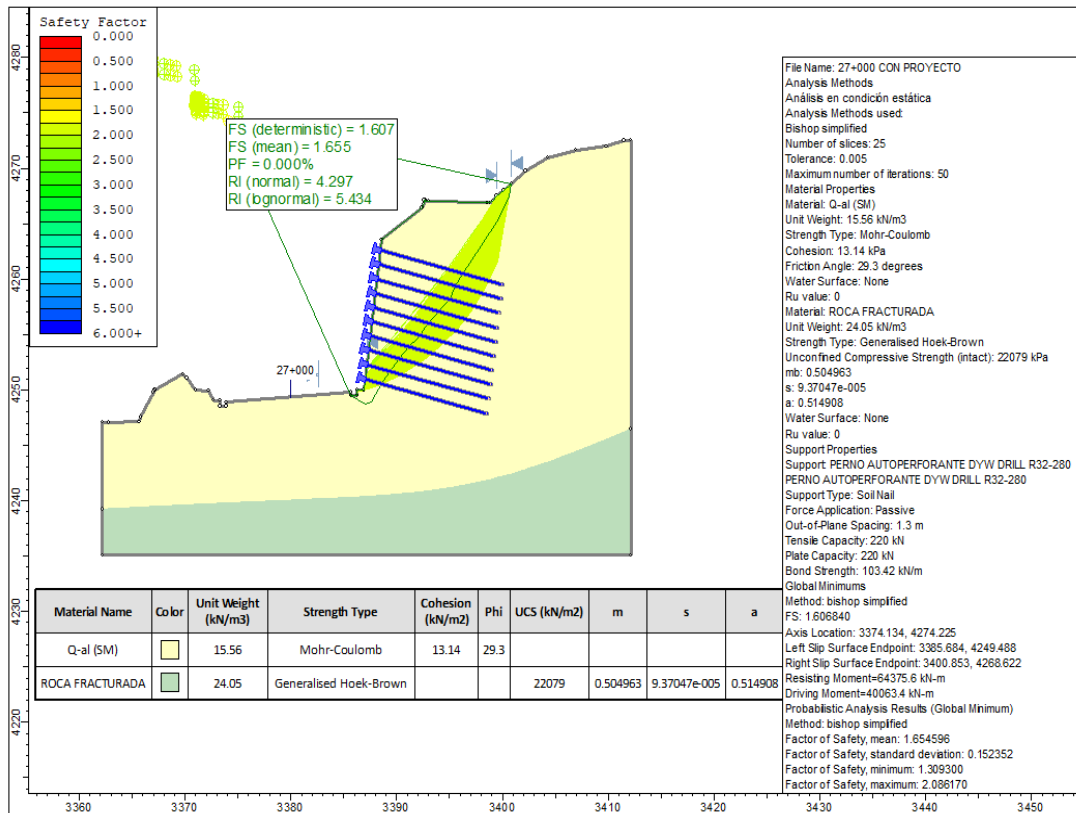


Fuente: Propia

En la figura 39: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condiciones Pseudoestáticas sin Proyecto de la sección 27+000, el cual da como resultado un Factor de Seguridad de 0.801, valor que no cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $F_s \geq 1.25$.

Figura 40

Sección 27+000 Con proyecto análisis estático

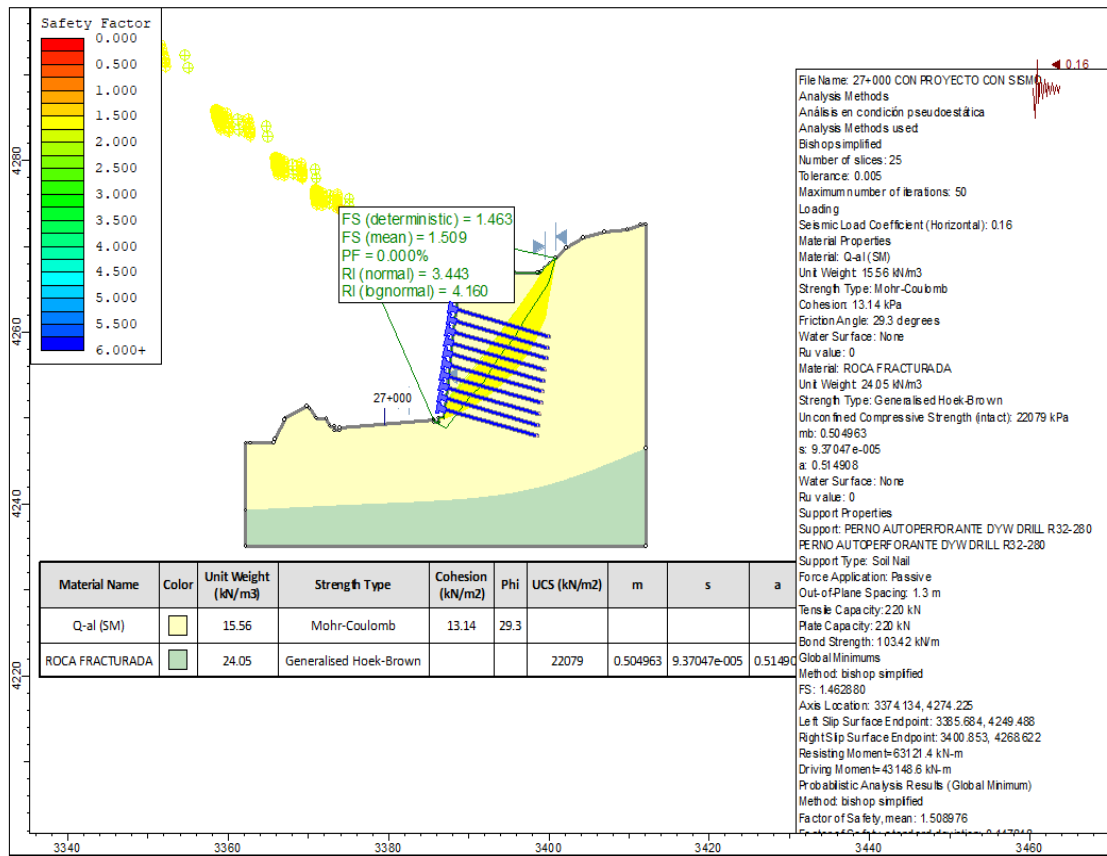


Fuente: Propia

En la figura 40: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condición estática por análisis probabilístico con Proyecto (sostenimiento pasivo=anclajes con barras autoperforantes R32-280, mallas electrosoldadas y shotcrete) de la sección 27+000, Los anclajes presentan una separación de 1.30m verticalmente y 1.30m horizontalmente, con pernos de 12.00 metros de longitud, da como resultado un Factor de Seguridad de 1.607, valor que cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $FS \geq 1.5$.

Figura 41

Sección 27+000 Con proyecto análisis pseudoestático

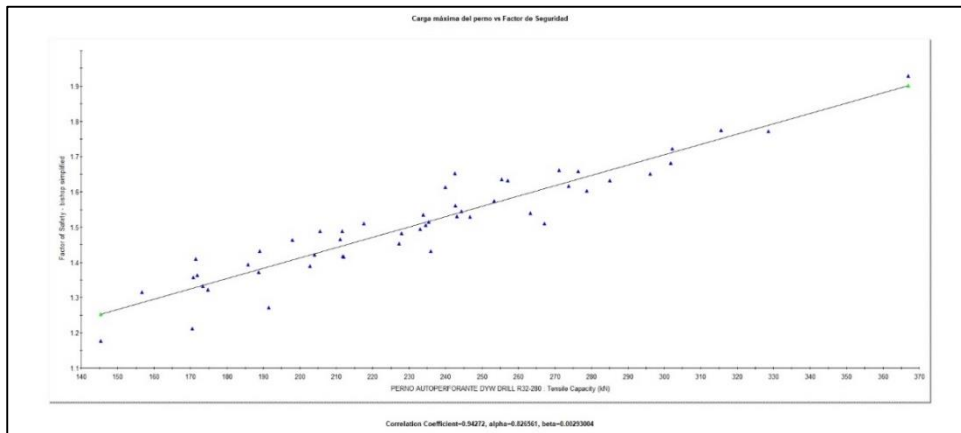


Fuente: Propia

En la figura 41: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condición pseudoestática por análisis probabilístico con Proyecto (sostenimiento pasivo=anclajes con barras autopercorantes R32-280, mallas electrosoldadas y shotcrete) de la sección 27+000, Los anclajes presentan una separación de 1.30m verticalmente y 1.30m horizontalmente, con pernos de 12.00 metros de longitud, da como resultado un Factor de Seguridad de 1.463, valor que cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $FS \geq 1.25$.

Figura 42

Sección 27+000 Carga máxima del perno vs Factor de seguridad

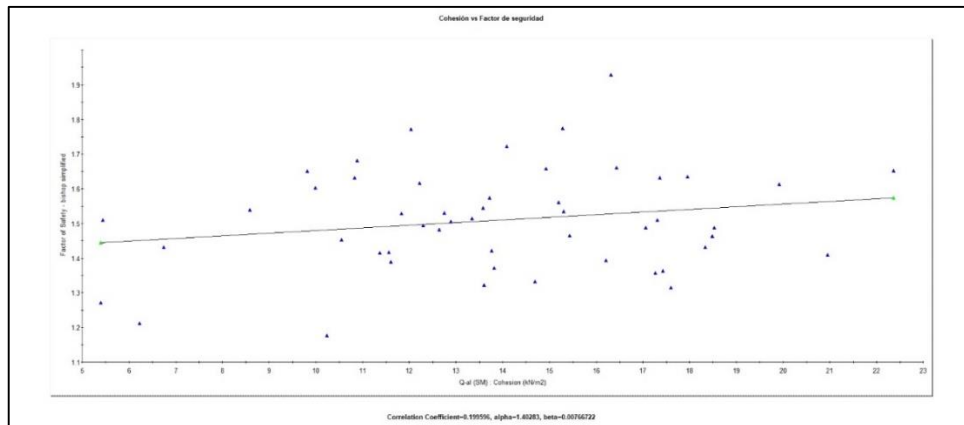


Fuente: Propia

En la figura 42: Se observa la relación que existe entre los factores de seguridad y las cargas máximas de los pernos en la sección 27+000 en condición pseudoestática.

Figura 43

Sección 27+000 Cohesión vs Factor de seguridad



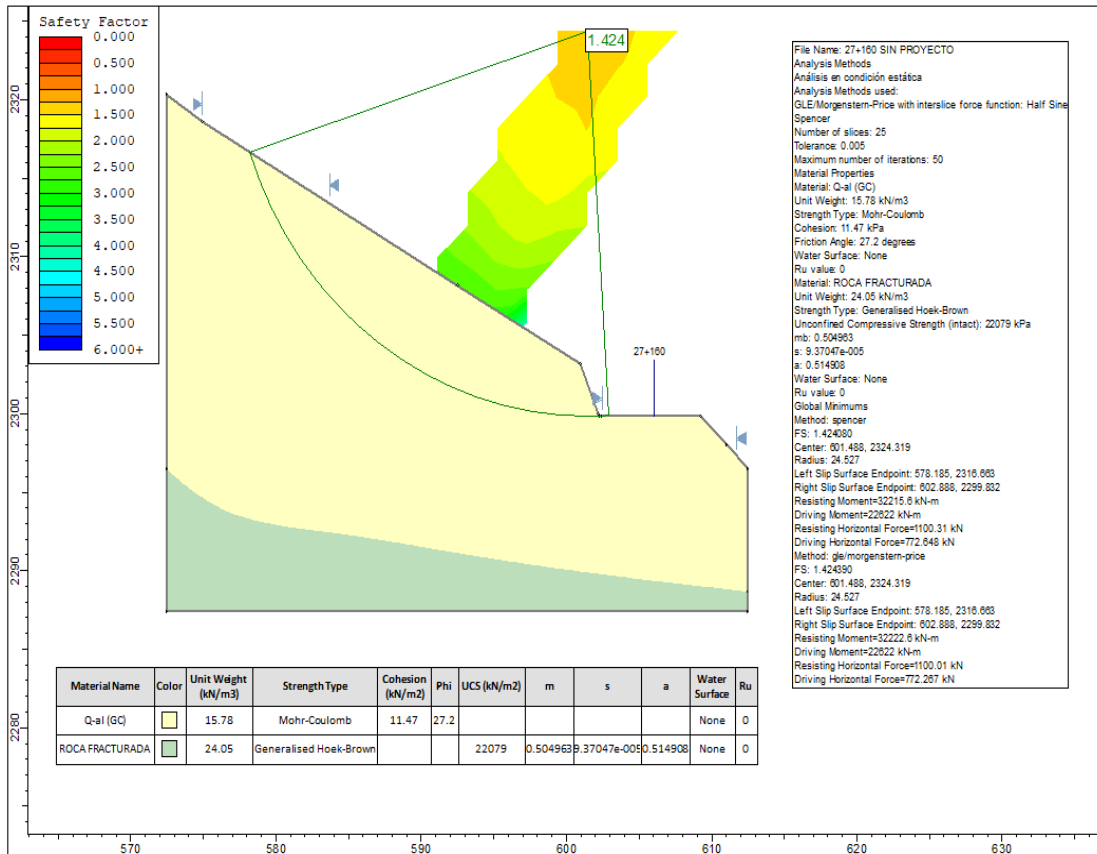
Fuente: Propia

En la figura 43: Se observa la relación que existe entre los factores de seguridad y cohesión en la sección 27+000 en condición pseudoestática.

5.1.2 Sección 27+160

Figura 44

Sección 27+160 Sin proyecto análisis estático

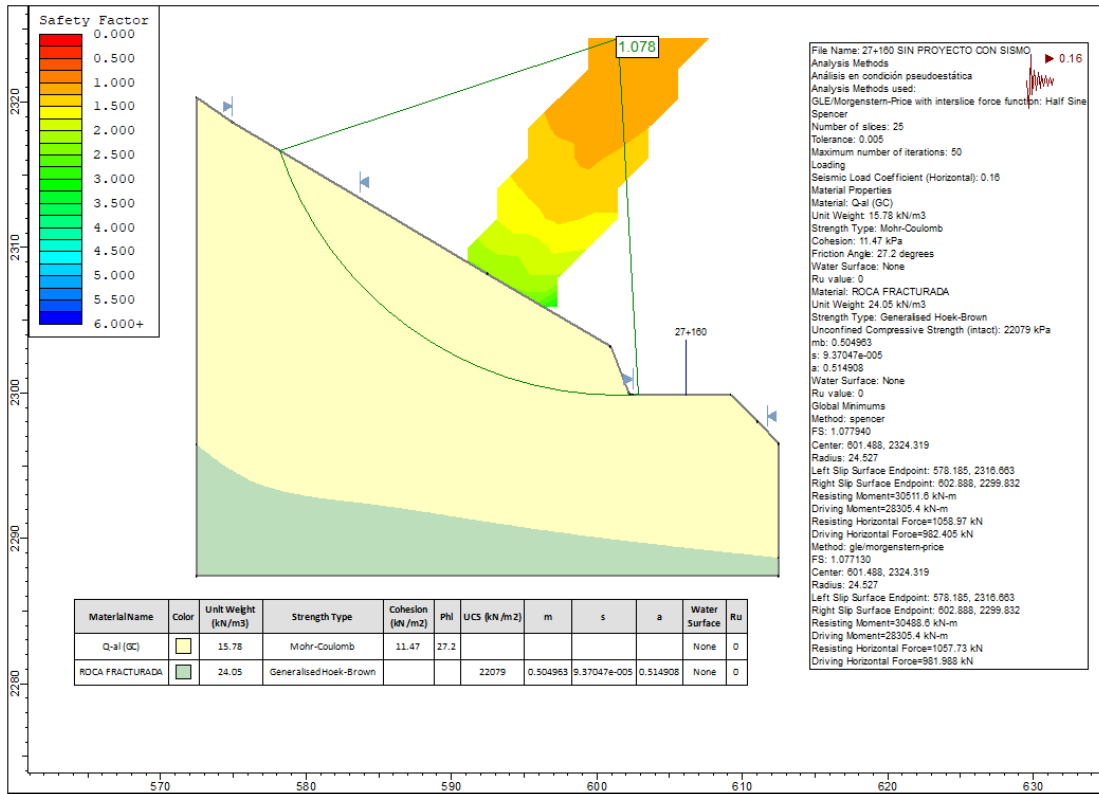


Fuente: Propia

En la figura 44: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condiciones estáticas sin Proyecto de la sección 27+160, da como resultado un Factor de Seguridad de 1.424, valor que no cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $F_s \geq 1.5$.

Figura 45

Sección 27+160 Sin proyecto análisis pseudoestático

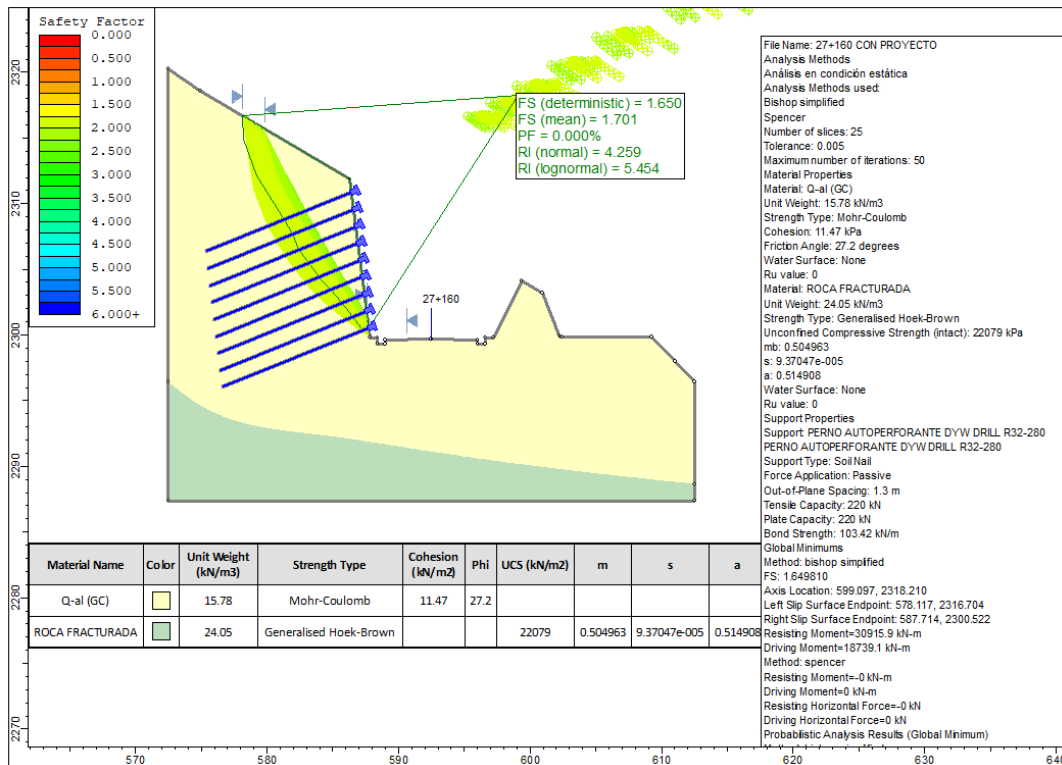


Fuente: Propia

En la figura 45: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condiciones Pseudoestáticas sin Proyecto de la sección 27+160, da como resultado un Factor de Seguridad de 1.078, valor que no cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $Fs \geq 1.25$.

Figura 46

Sección 27+160 Con proyecto análisis estático

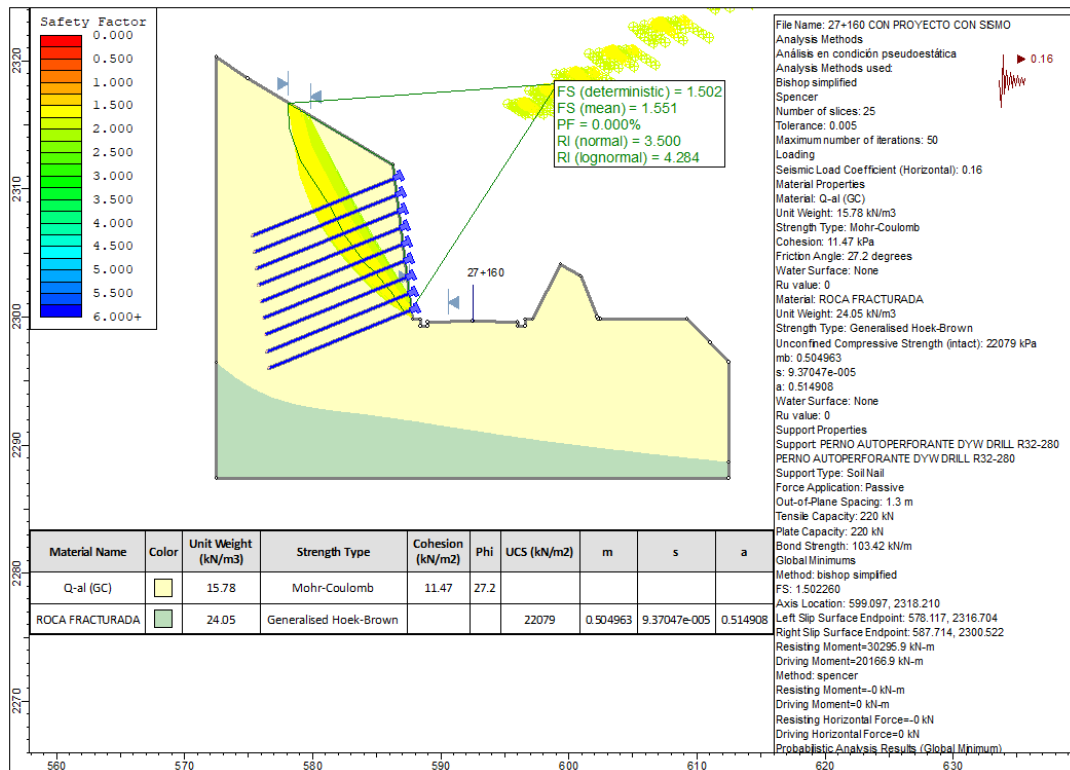


Fuente: Propia

En la figura 46: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condición estática por análisis probabilístico con Proyecto (sostenimiento pasivo=anclajes con barras autopercorantes R32-280, mallas electrosoldadas y shotcrete) de la sección 27+160, Los anclajes presentan una separación de 1.30m verticalmente y 1.30m horizontalmente, con pernos de 12.00 metros de longitud, da como resultado un Factor de Seguridad de 1.650, valor que cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $FS \geq 1.5$.

Figura 47

Sección 27+160 Con proyecto análisis pseudoestático

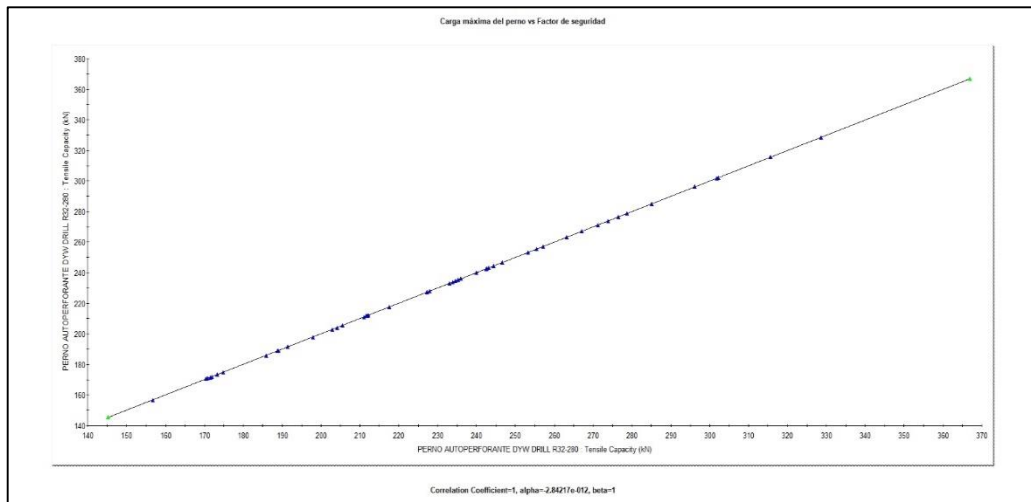


Fuente: Propia

En la figura 47: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condición pseudoestática por análisis probabilístico con Proyecto (sostenimiento pasivo=anclajes con barras autoperforantes R32-320, mallas electrosoldadas y shotcrete) de la sección 27+160, Los anclajes presentan una separación de 1.30m verticalmente y 1.30m horizontalmente, con pernos de 12.00 metros de longitud, da como resultado un Factor de Seguridad de 1.502, valor que cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $FS \geq 1.25$.

Figura 48

Sección 27+160 Carga máxima del perno vs Factor de seguridad

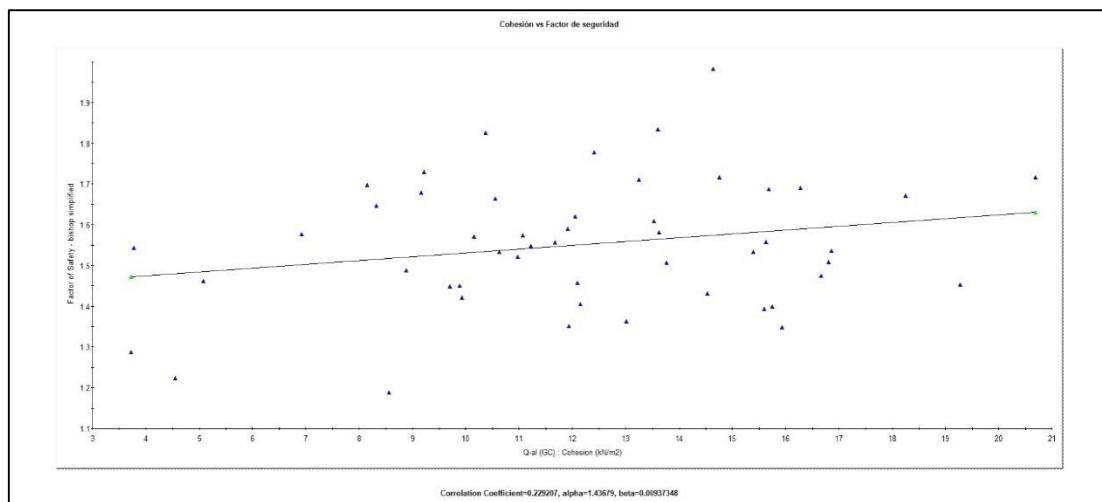


Fuente: Propia

En la figura 48: Se observa la relación que existe entre los factores de seguridad y las cargas máximas de los pernos en la sección 27+160 en condición pseudoestática.

Figura 49

Sección 27+160 Cohesión vs Factor de seguridad



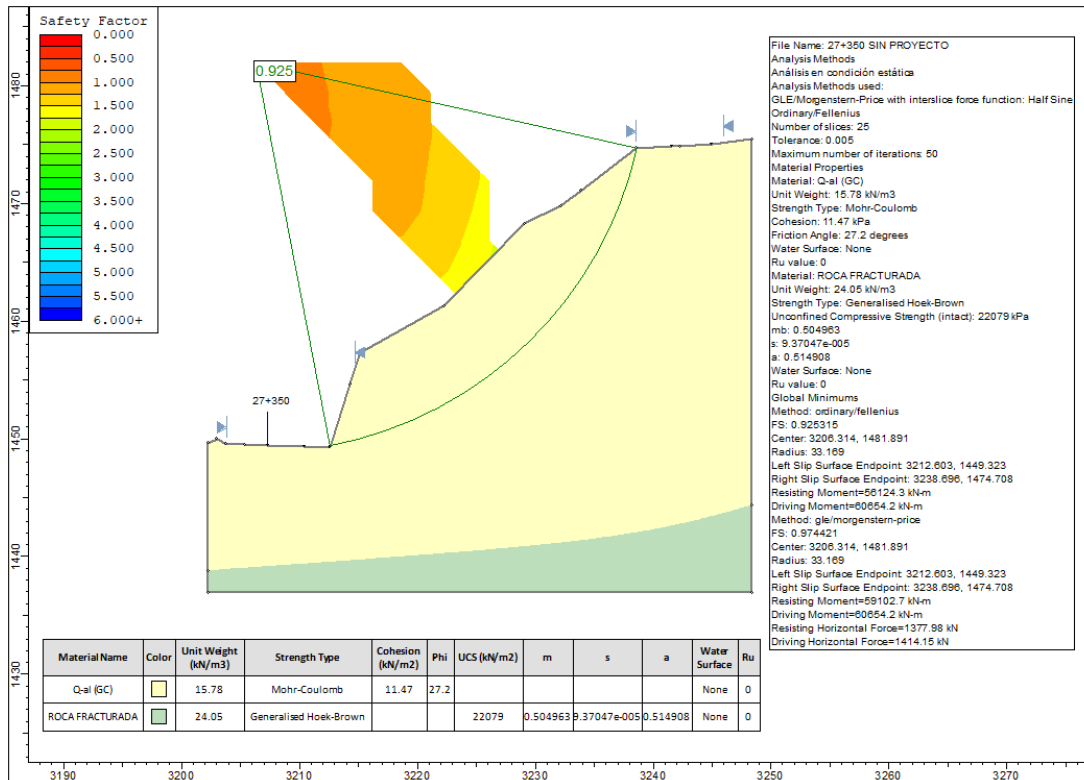
Fuente: Propia

En la figura 49: Se observa la relación que existe entre los factores de seguridad y cohesión en la sección 27+160 en condición pseudoestática.

5.1.3 Sección 27+350

Figura 50

Sección 27+350 Sin proyecto análisis estático

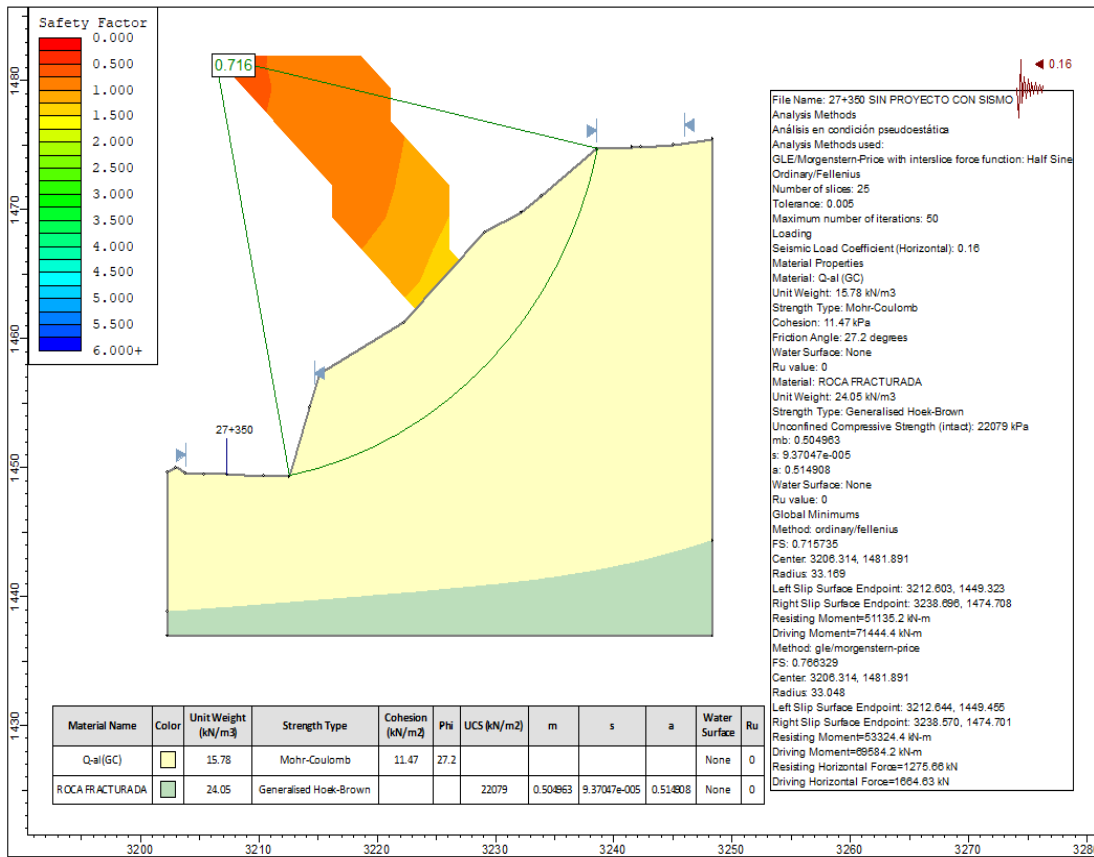


Fuente: Propia

En la figura 50: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condiciones estáticas sin Proyecto de la sección 27+350, da como resultado un Factor de Seguridad de 0.925, valor que no cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $F_s \geq 1.5$.

Figura 51

Sección 27+350 Sin proyecto análisis pseudoestático

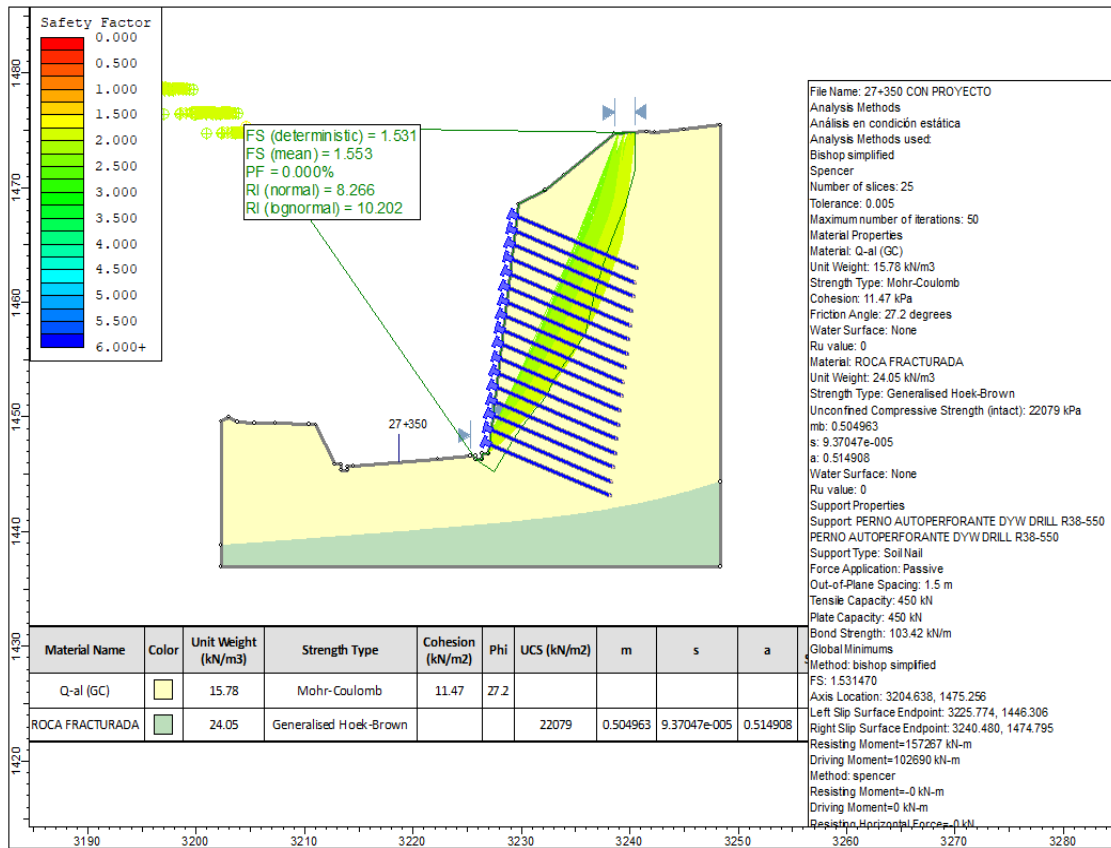


Fuente: Propia

En la figura 51: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condiciones Pseudoestáticas sin Proyecto de la sección 27+350, da como resultado un Factor de Seguridad de 0.716, valor que no cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $F_s \geq 1.25$.

Figura 52

Sección 207+350 Con proyecto análisis estático

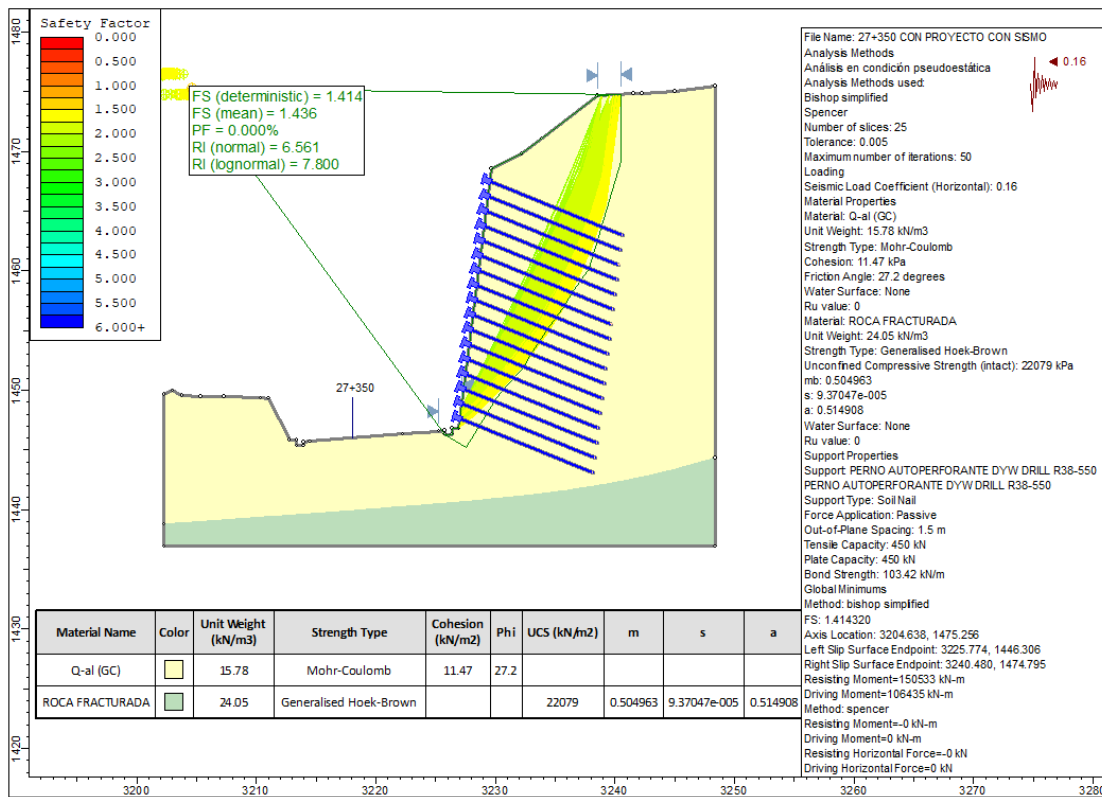


Fuente: Propia

En la figura 52: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condición estática por análisis probabilístico con Proyecto (sostenimiento pasivo=anclajes con barras autoperforantes R38-550, mallas electrosoldadas y shotcrete) de la sección 27+350, Los anclajes presentan una separación de 1.25 m. verticalmente y 1.50m horizontalmente, con pernos de 12.00 metros de longitud, da como resultado un Factor de Seguridad de 1.531, valor que cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $FS \geq 1.5$.

Figura 53

Sección 27+350 Con proyecto análisis pseudoestático

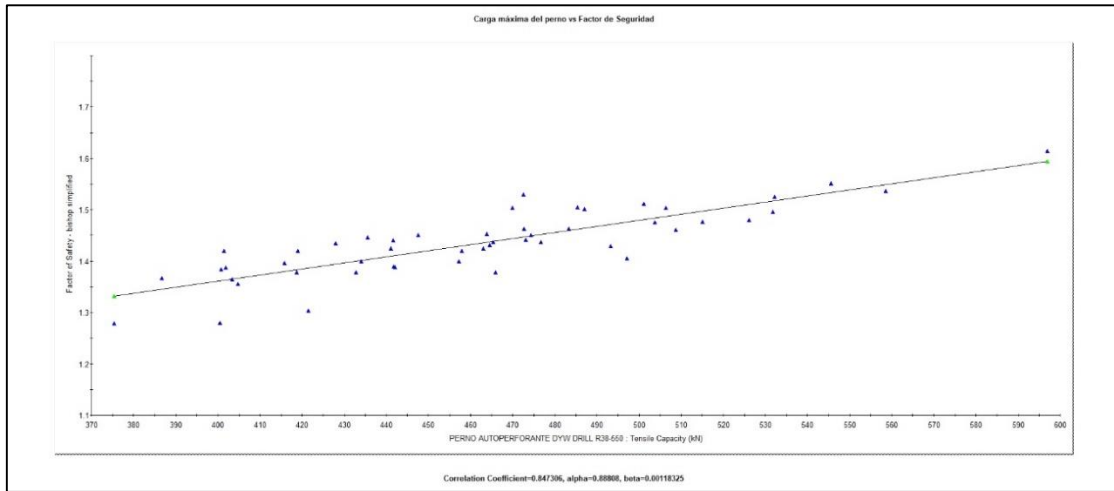


Fuente: Propia

En la figura 53: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condición pseudoestática por análisis probabilístico con Proyecto (sostenimiento pasivo=anclajes con barras autoperforantes R38-550, mallas electrosoldadas y shotcrete) de la sección 27+350, Los anclajes presentan una separación de 1.25 m. verticalmente y 1.50m horizontalmente, con pernos de 12.00 metros de longitud, da como resultado un Factor de Seguridad de 1.414, valor que cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $FS \geq 1.25$.

Figura 54

Sección 27+350 Carga máxima del perno vs Factor de seguridad

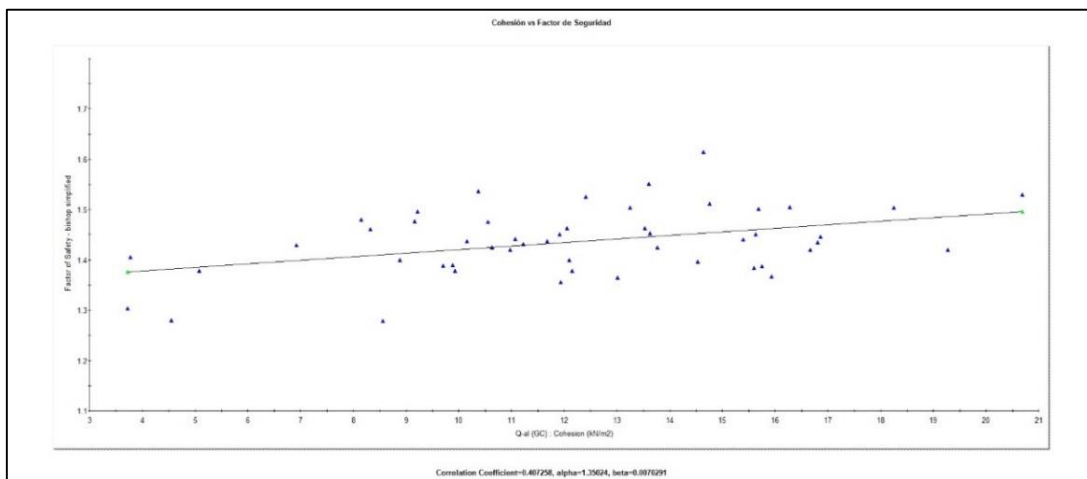


Fuente: Propia

En la figura 54: Se observa la relación que existe entre los factores de seguridad y las cargas máximas de los pernos en la sección 27+350 en condición pseudoestática.

Figura 55

Sección 27+350 Cohesión vs Factor de seguridad



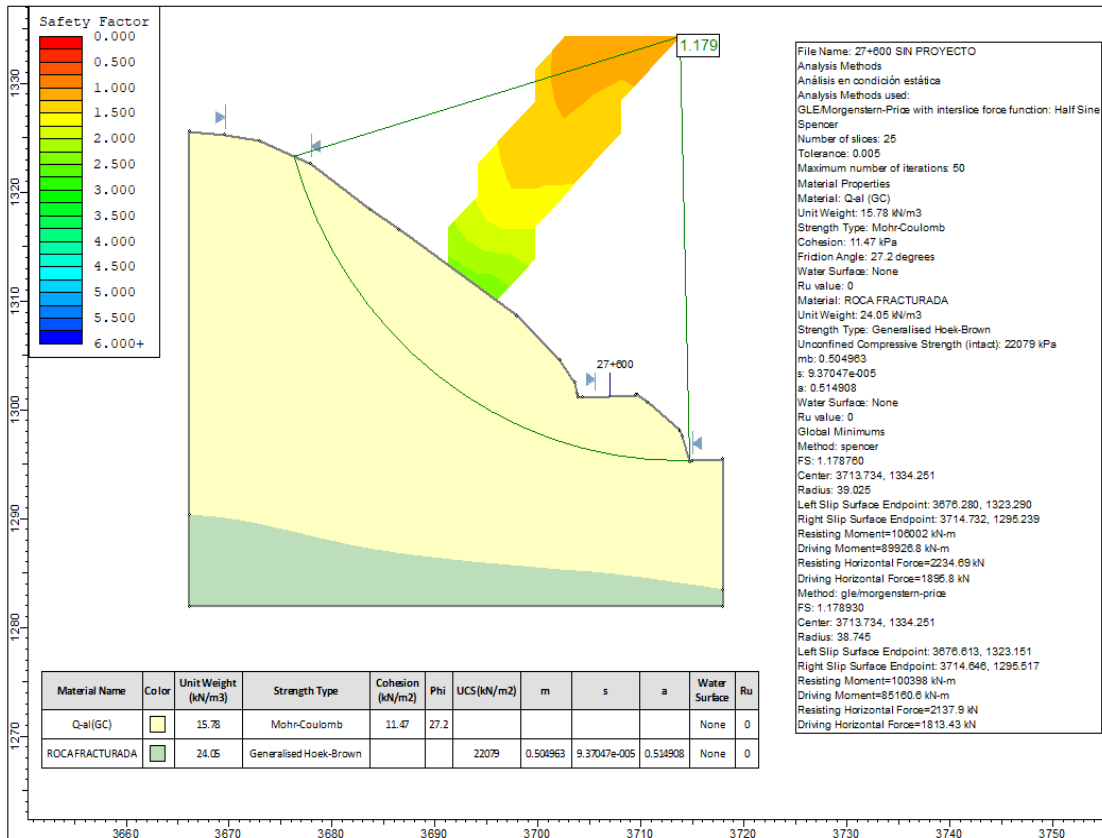
Fuente: Propia

En la figura 55: Se observa la relación que existe entre los factores de seguridad y cohesión en la sección 27+350 en condición pseudoestática.

5.1.4 Sección 27+600

Figura 56

Sección 27+600 Sin proyecto análisis estático

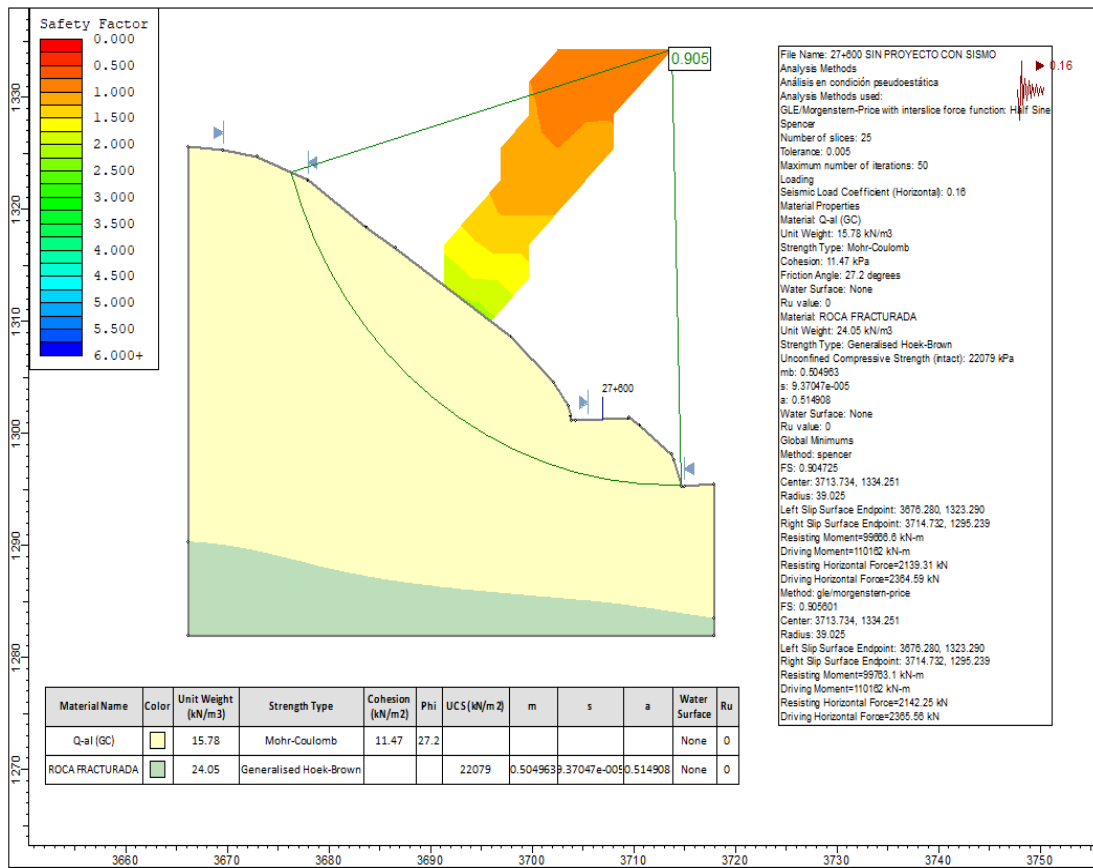


Fuente: Propia

En la figura 56: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condiciones estáticas sin Proyecto de la sección 27+600, da como resultado un Factor de Seguridad de 1.179, valor que no cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $F_s \geq 1.5$.

Figura 57

Sección 27+600 Sin proyecto análisis pseudoestático

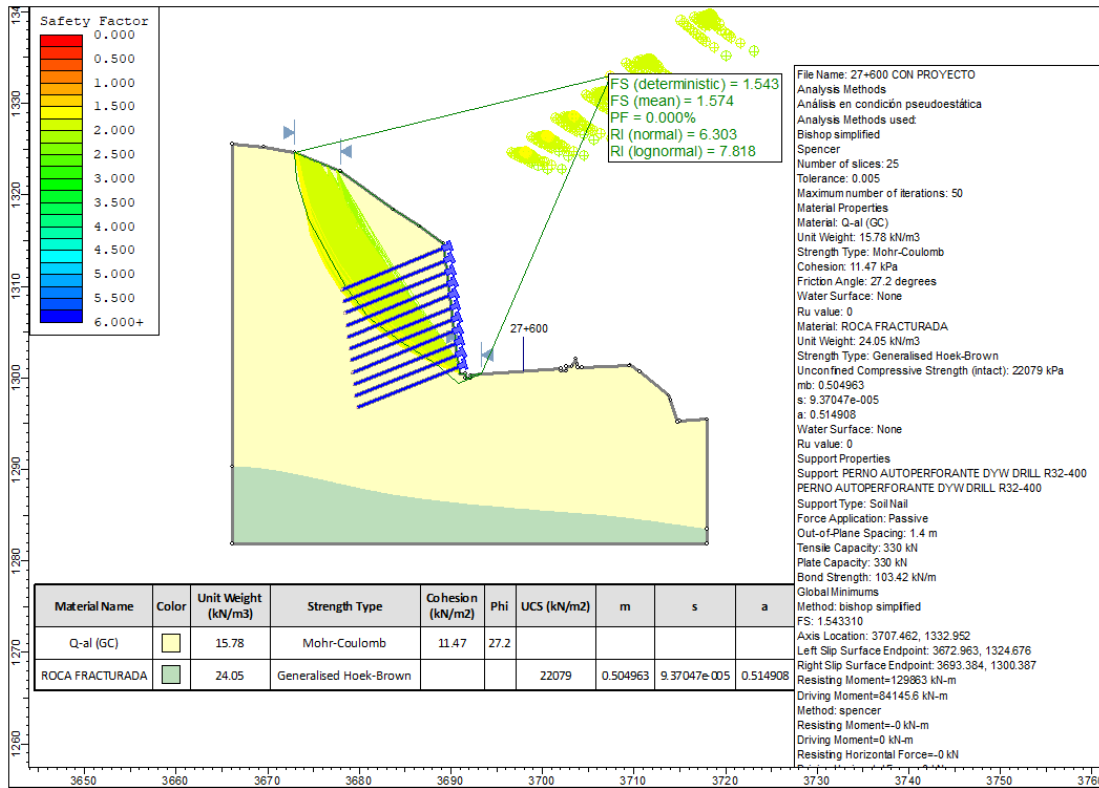


Fuente: Propia

En la figura 57: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condiciones Pseudoestáticas sin Proyecto de la sección 27+600, da como resultado un Factor de Seguridad de 0.905, valor que no cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $F_s \geq 1.25$.

Figura 58

Sección 27+600 Con proyecto análisis estático

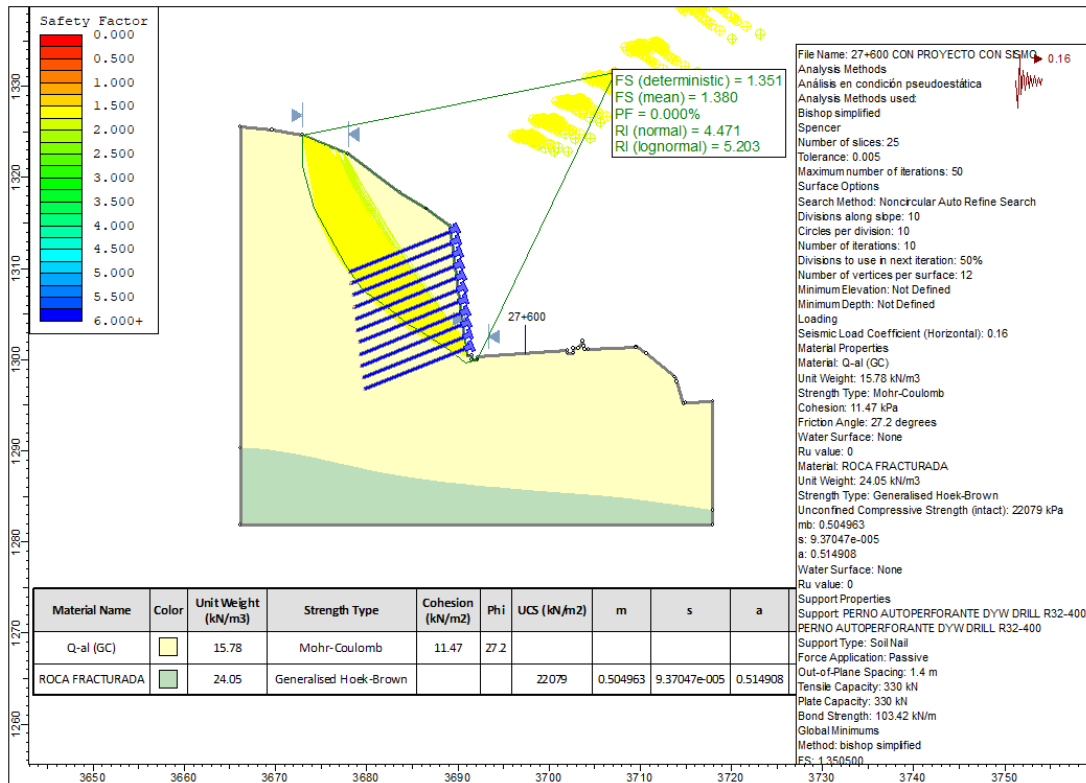


Fuente: Propia

En la figura 58: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condición estática por análisis probabilístico con Proyecto (sostenimiento pasivo=anclajes con barras autoperforantes R32-400, mallas electrosoldadas y shotcrete) de la sección 27+600, Los anclajes presentan una separación de 1.30 m verticalmente y 1.40 m horizontalmente, con pernos de 12.00 metros de longitud, da como resultado un Factor de Seguridad de 1.543, valor que cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $FS \geq 1.5$.

Figura 59

Sección 27+600 Con proyecto análisis pseudoestático

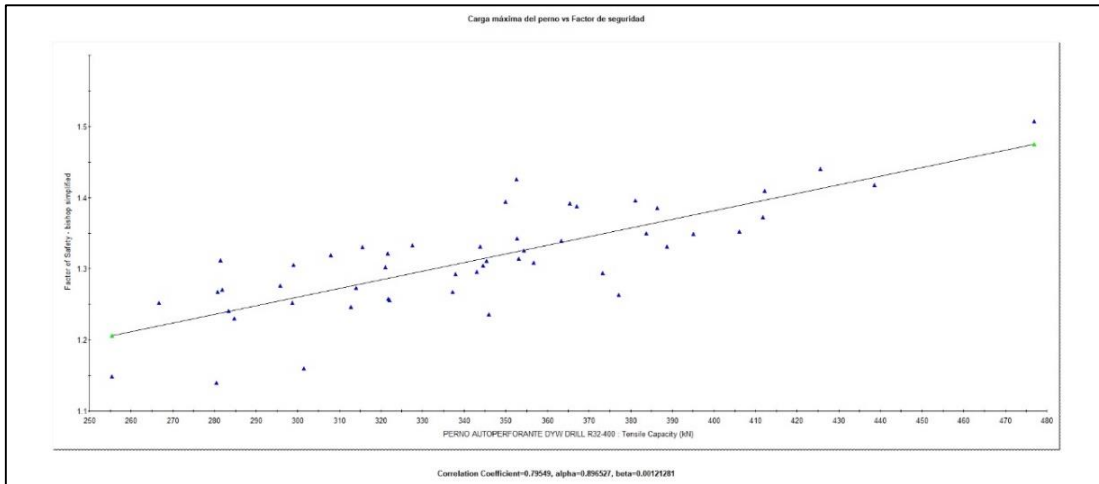


Fuente: Propia

En la figura 59: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condición pseudoestática por análisis probabilístico con Proyecto (sostenimiento pasivo=anclajes con barras autoperforantes R32-400, mallas electrosoldadas y shotcrete) de la sección 27+600, Los anclajes presentan una separación de 1.30 m verticalmente y 1.40m horizontalmente, con pernos de 12.00 metros de longitud, da como resultado un Factor de Seguridad de 1.351, valor que cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $FS \geq 1.25$.

Figura 60

Sección 27+600 carga máxima del perno vs Factor de seguridad

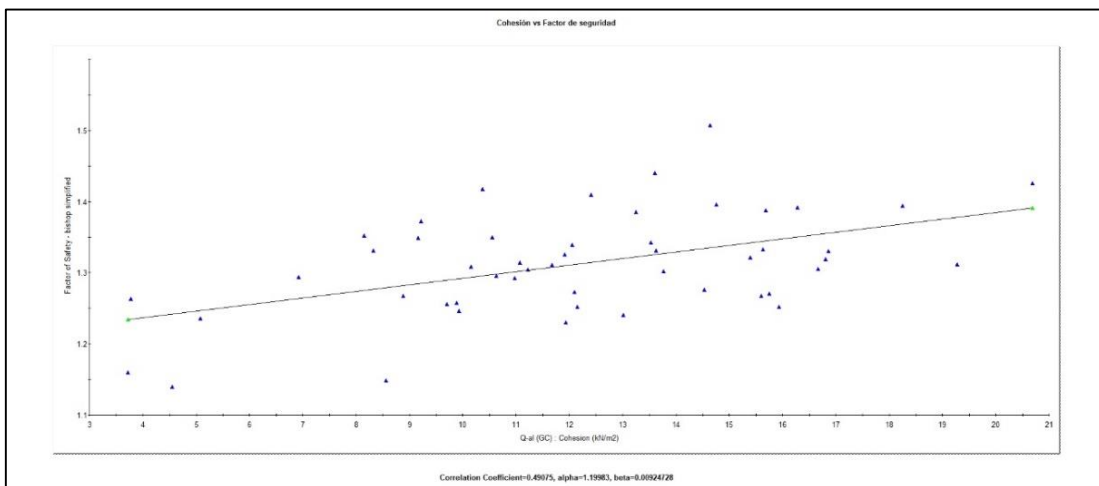


Fuente: Propia

En la figura 60: Se observa la relación que existe entre los factores de seguridad y las cargas máximas de los pernos en la sección 27+600 en condición pseudoestática.

Figura 61

Sección 27+600 Cohesión vs Factor de seguridad



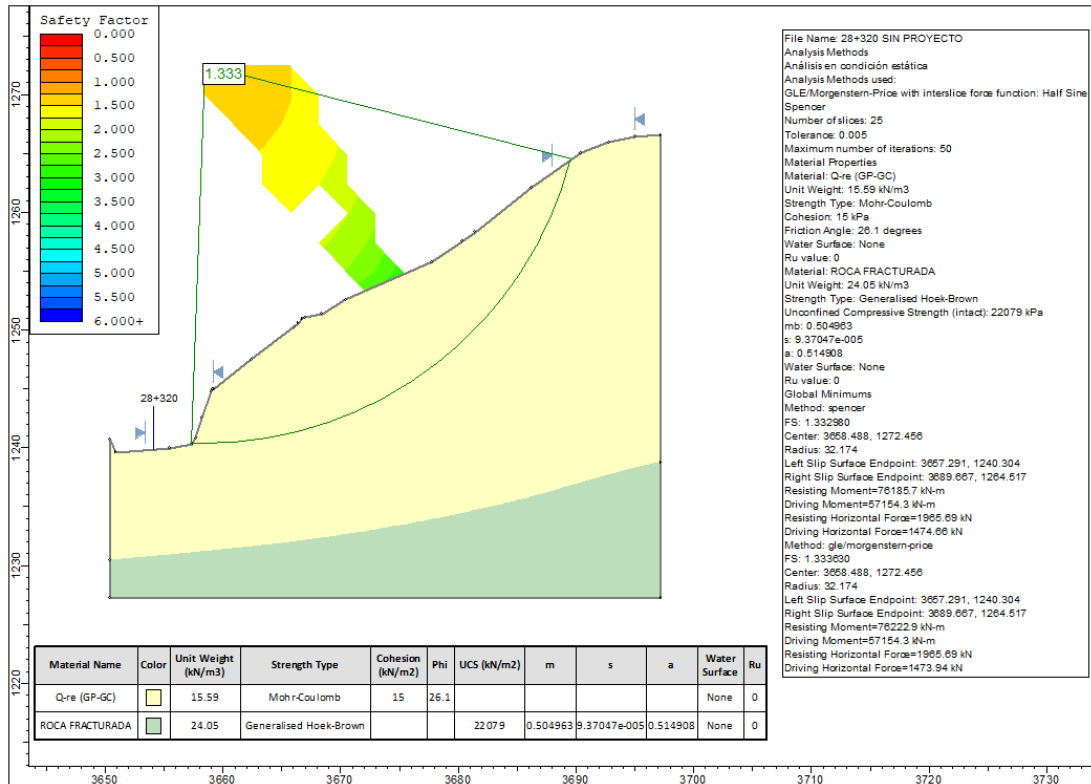
Fuente: Propia

En la figura 61: Se observa la relación que existe entre los factores de seguridad y cohesión en la sección 27+600 en condición pseudoestática.

5.1.5 Sección 28+320

Figura 62

Sección 28+320 Sin proyecto análisis estático

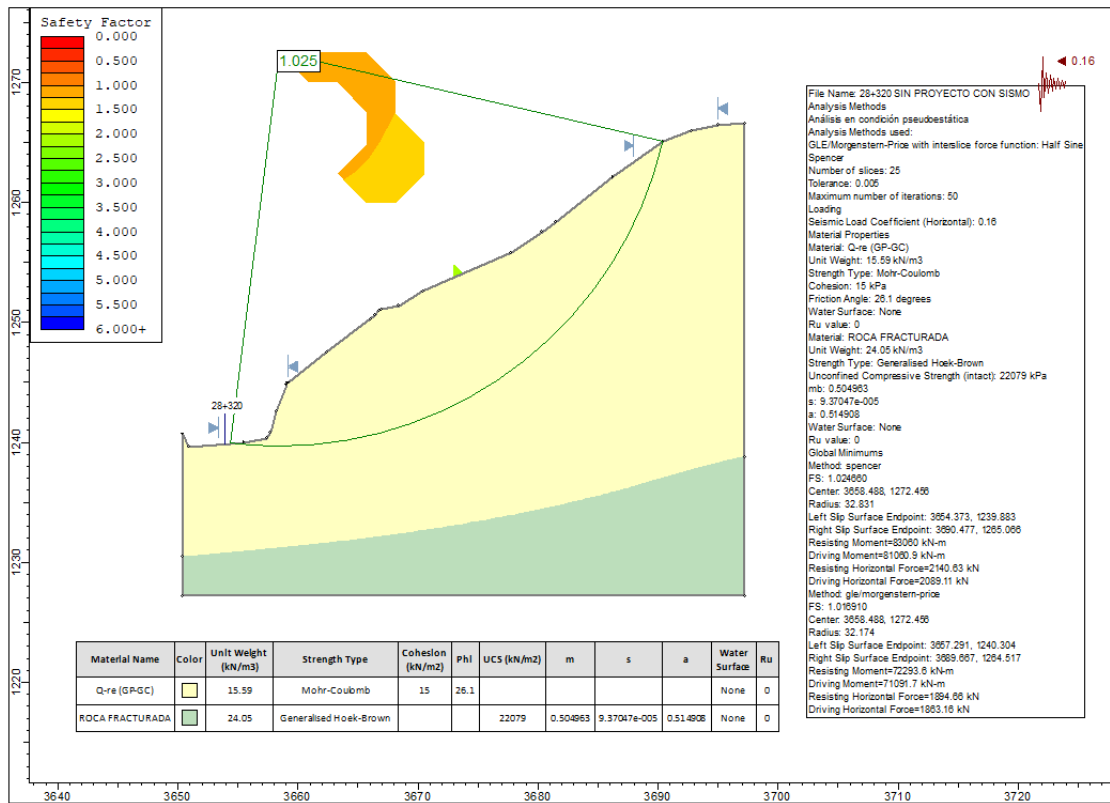


Fuente: Propia

En la figura 62: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condiciones estáticas sin Proyecto de la sección 28+320, da como resultado un Factor de Seguridad de 1.333, valor que no cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $F_s \geq 1.5$.

Figura 63

Sección 28+320 Sin proyecto análisis pseudoestático

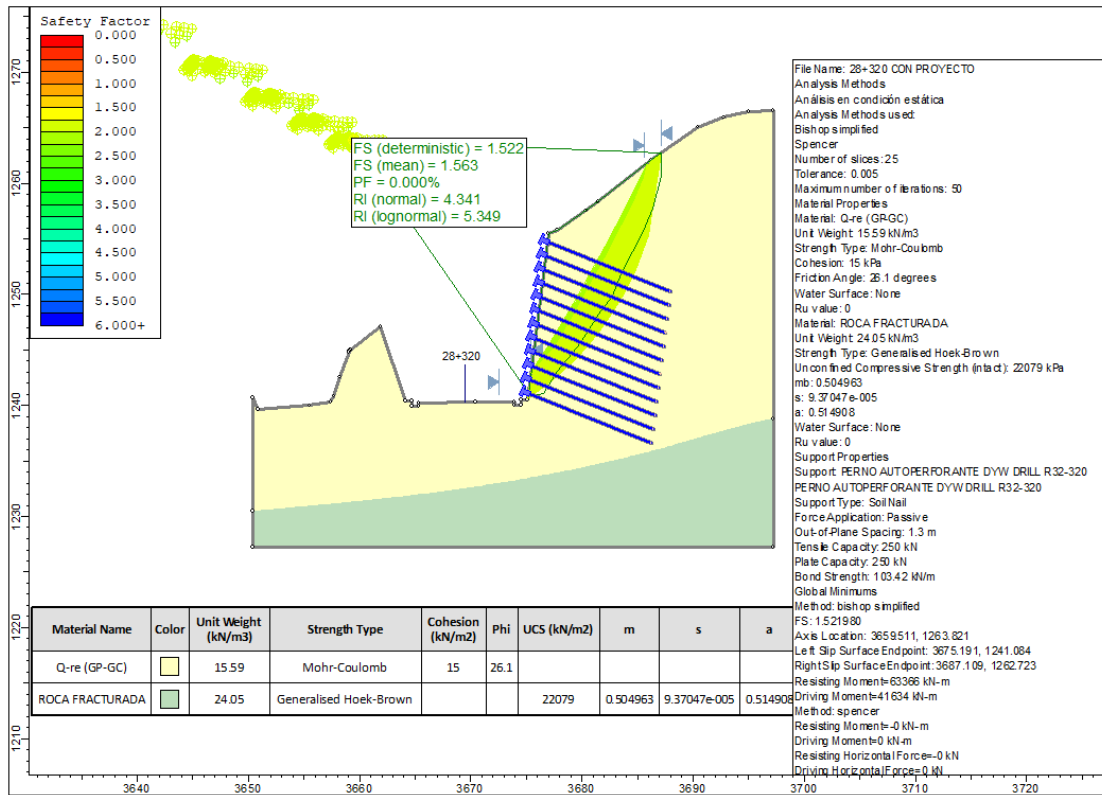


Fuente: Propia

En la figura 63: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condiciones Pseudoestáticas sin Proyecto de la sección 28+320, da como resultado un Factor de Seguridad de 1.025, valor que no cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $F_s \geq 1.25$.

Figura 64

Sección 28+320 Con proyecto análisis estático

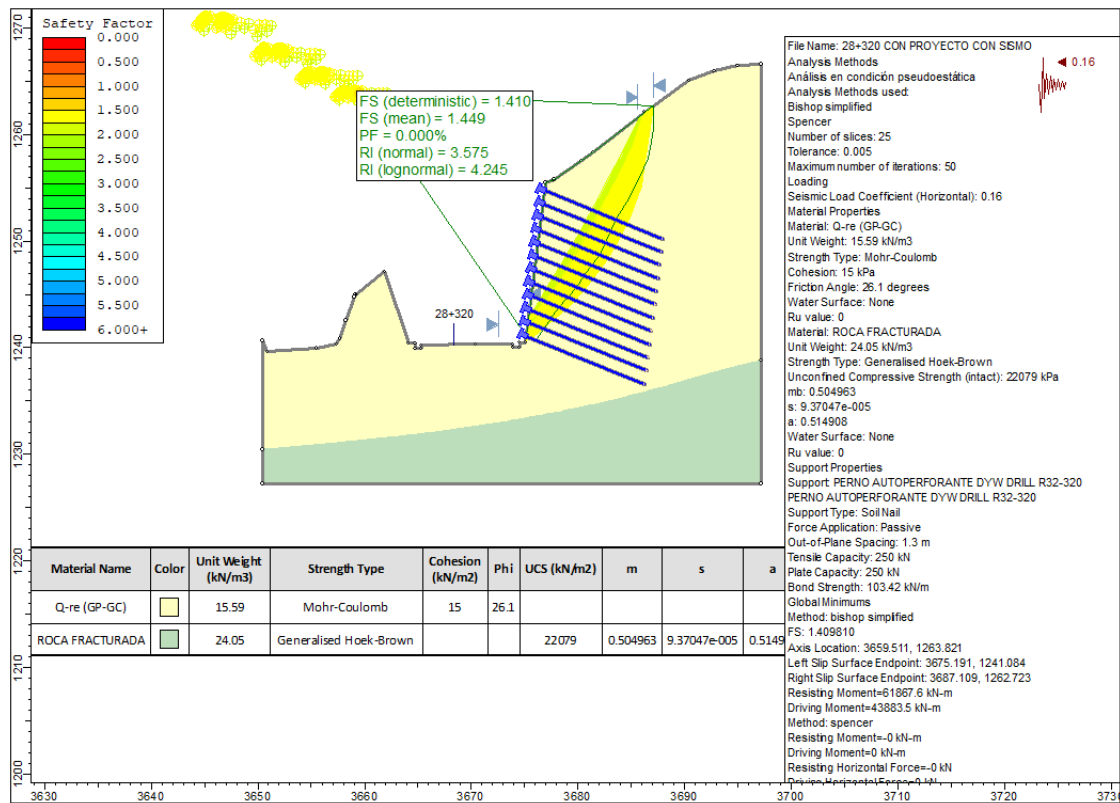


Fuente: Propia

En la figura 64: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condición estática por análisis probabilístico con Proyecto (sostenimiento pasivo=anclajes con barras autoperforantes R32-320, mallas electrosoldadas y shotcrete) de la sección 28+320, Los anclajes presentan una separación de 1.30 m verticalmente y 1.30m horizontalmente, con pernos de 12.00 metros de longitud, da como resultado un Factor de Seguridad de 1.522, valor que cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $FS \geq 1.5$.

Figura 65

Sección 28+320 Con proyecto análisis pseudoestático

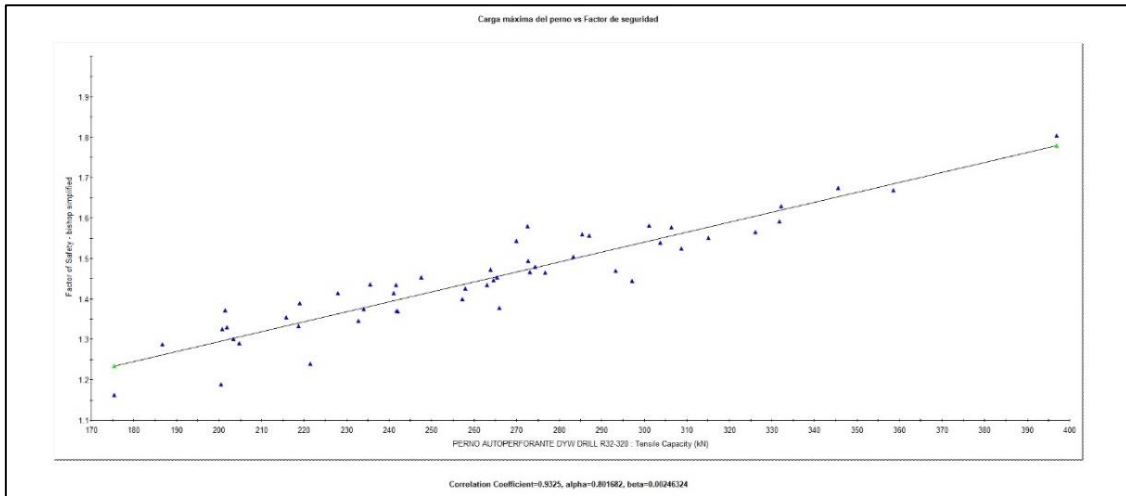


Fuente: Propia

En la figura 65: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condición pseudoestática por análisis probabilístico con Proyecto (sostenimiento pasivo=anclajes con barras autoperforantes R32-320, mallas electrosoldadas y shotcrete) de la sección 28+320, Los anclajes presentan una separación de 1.30 m verticalmente y 1.30m horizontalmente, con pernos de 12.00 metros de longitud, da como resultado un Factor de Seguridad de 1.410, valor que cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $FS \geq 1.25$.

Figura 66

Sección 28+320 Carga máxima del perno vs Factor de seguridad

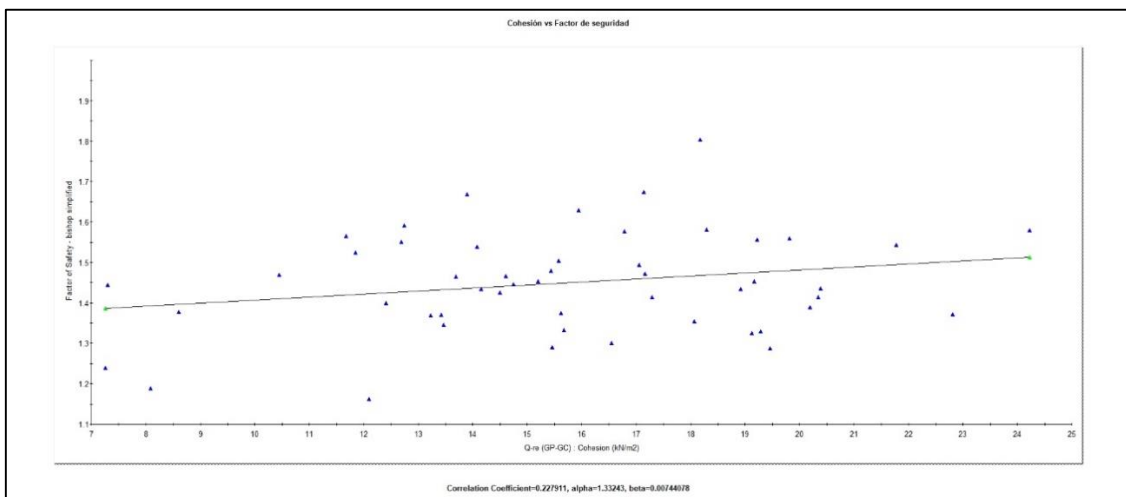


Fuente: Propia

En la figura 66: Se observa la relación que existe entre los factores de seguridad y las cargas máximas de los pernos en la sección 28+320 en condición pseudoestática.

Figura 67

Sección 28+320 Cohesión vs Factor de seguridad



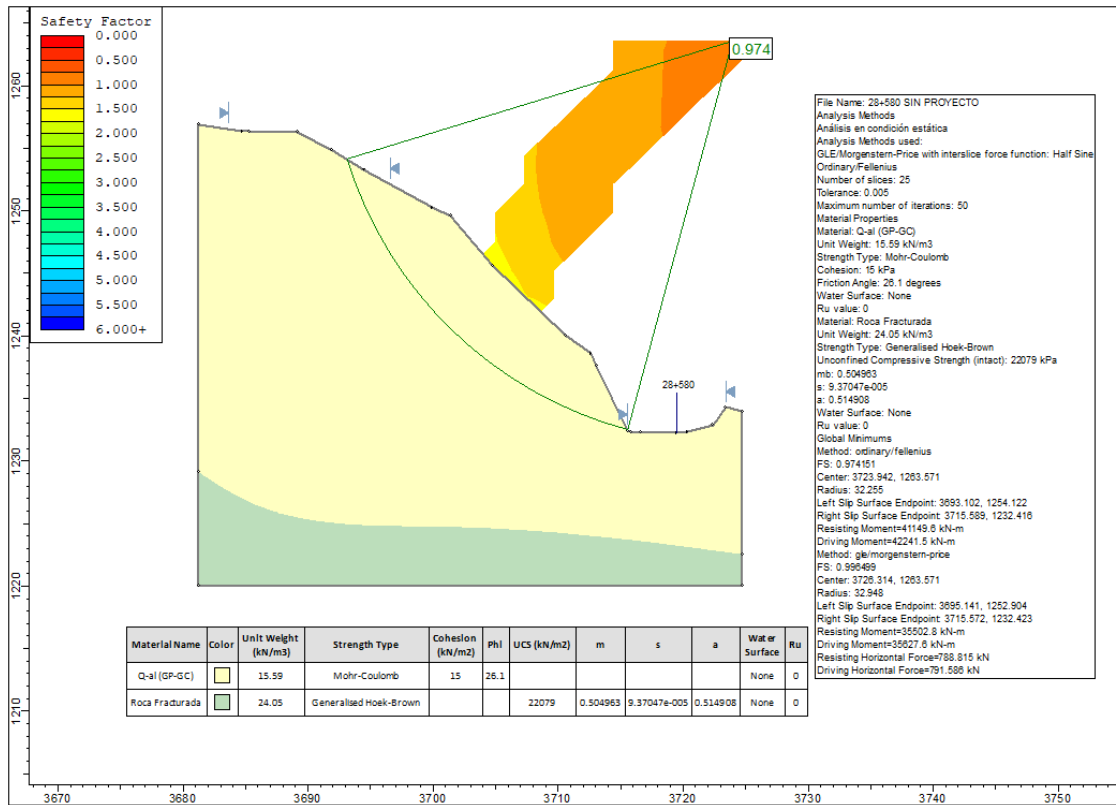
Fuente: Propia

En la figura 67: Se observa la relación que existe entre los factores de seguridad y cohesión en la sección 28+320 en condición pseudoestática.

5.1.6 Sección 28+580

Figura 68

Sección 28+580 Sin proyecto análisis estático

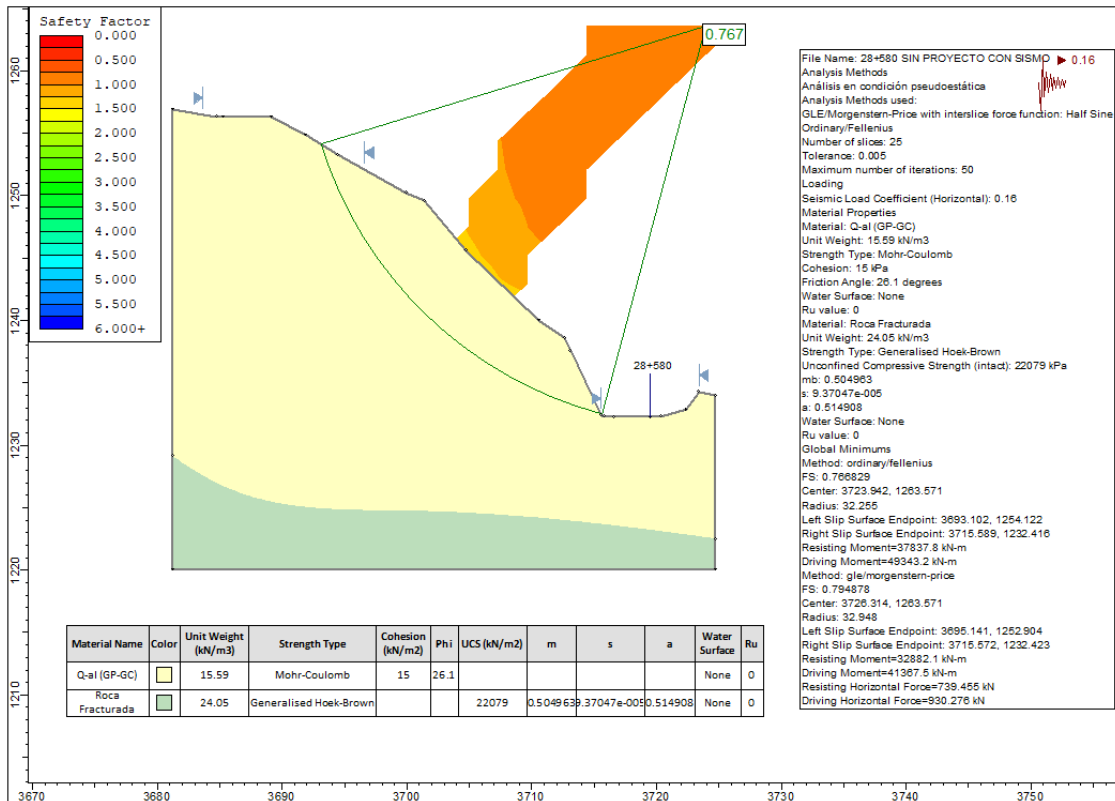


Fuente: Propia

En la figura 68: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condiciones estáticas sin Proyecto de la sección 28+580, da como resultado un Factor de Seguridad de 0.974, valor que no cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $F_s \geq 1.5$.

Figura 69

Sección 28+580 Sin proyecto análisis pseudoestático

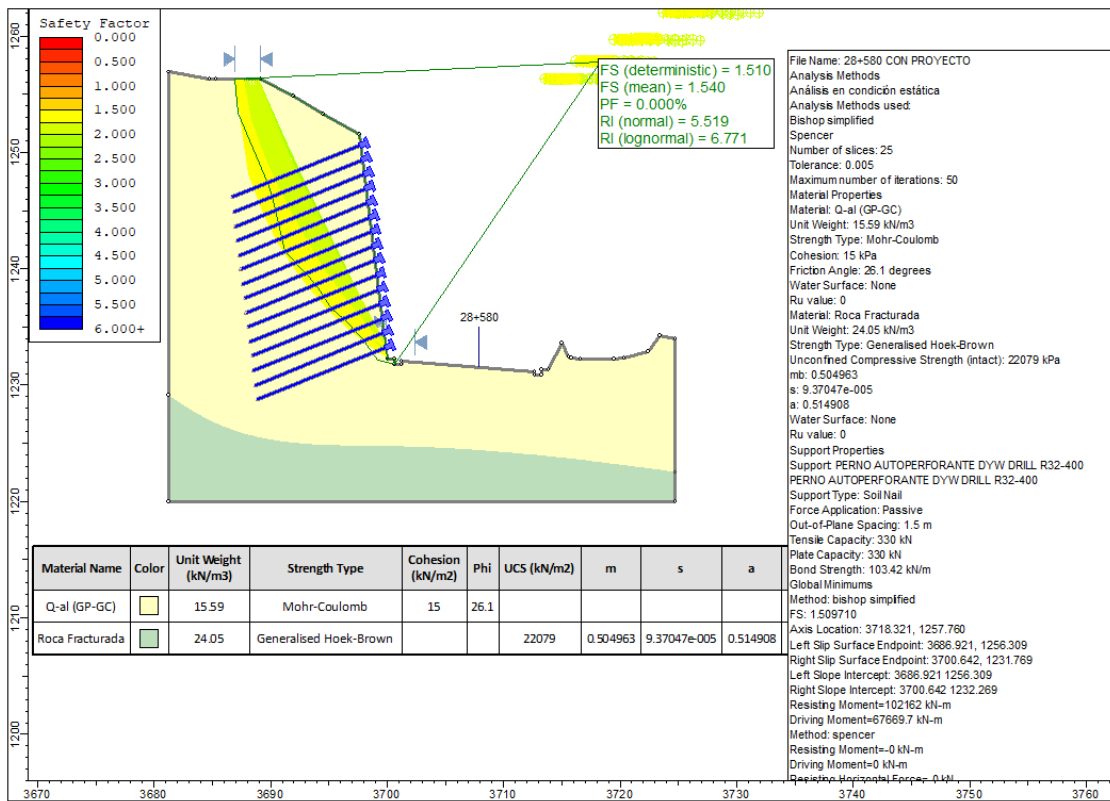


Fuente: Propia

En la figura 69: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condiciones Pseudoestáticas sin Proyecto de la sección 28+580, da como resultado un Factor de Seguridad de 0.767, valor que no cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $F_s \geq 1.25$.

Figura 70

Sección 28+580 Con proyecto análisis estático

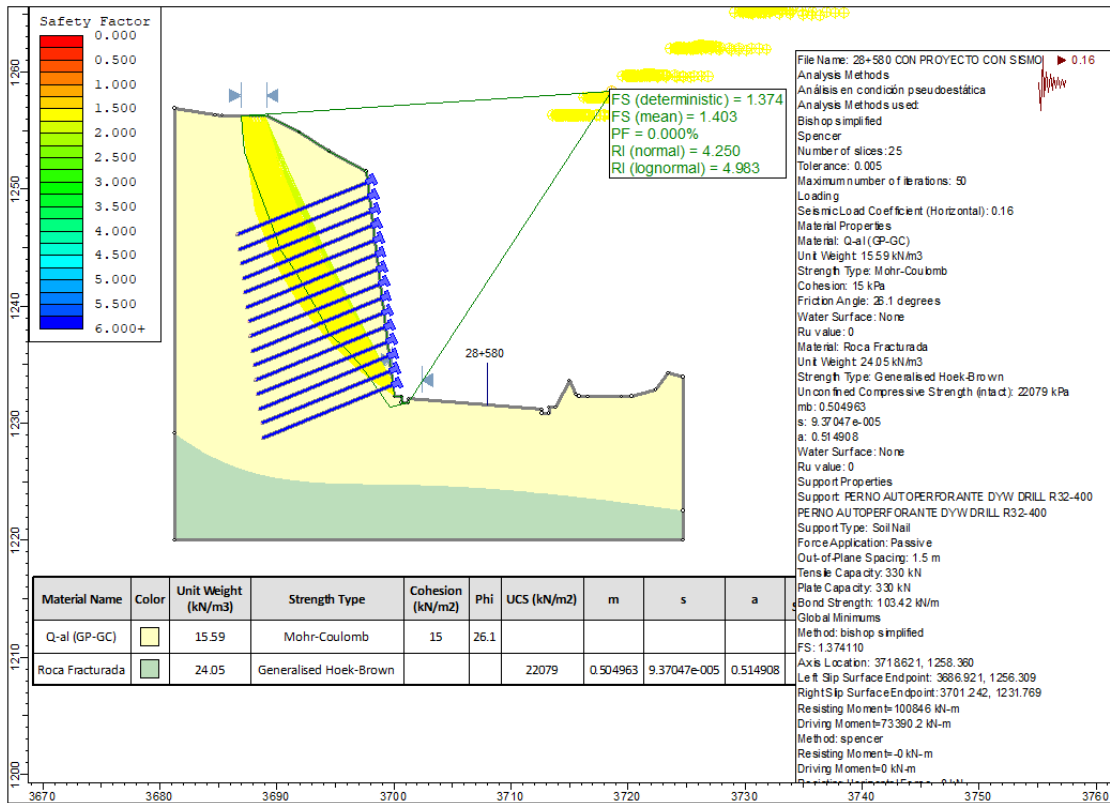


Fuente: Propia

En la figura 70: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condición estática por análisis probabilístico con Proyecto (sostenimiento pasivo=anclajes con barras autoperforantes R32-400, mallas electrosoldadas y shotcrete) de la sección 28+580, Los anclajes presentan una separación de 1.25 m verticalmente y 1.50m horizontalmente, con pernos de 12.00 metros de longitud, da como resultado un Factor de Seguridad de 1.510, valor que cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $FS \geq 1.5$.

Figura 71

Sección 28+580 Con proyecto análisis pseudoestático

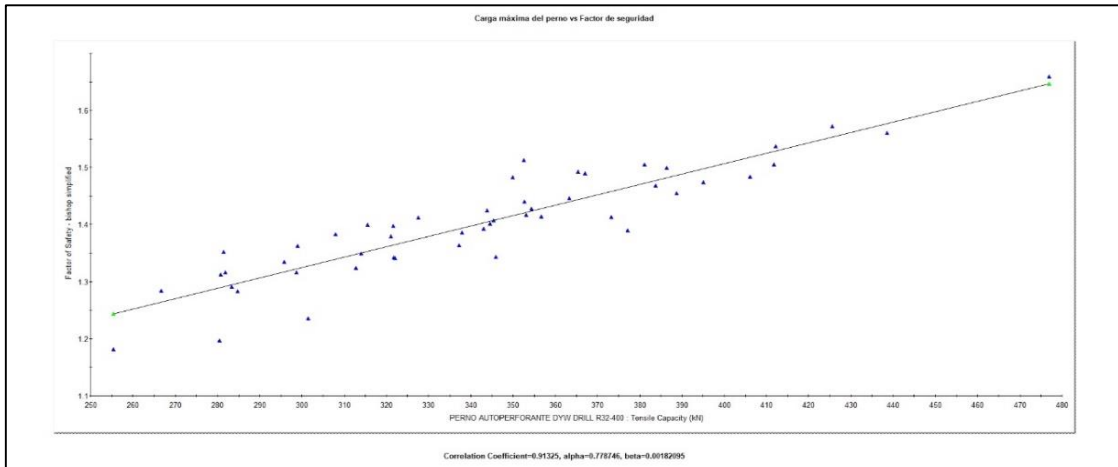


Fuente: Propia

En la figura 71: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condición pseudoestática por análisis probabilístico con Proyecto (sostenimiento pasivo=anclajes con barras autoperforantes R32-400, mallas electrosoldadas y shotcrete) de la sección 28+580, Los anclajes presentan una separación de 1.25 m verticalmente y 1.50m horizontalmente, con pernos de 12.00 metros de longitud, da como resultado un Factor de Seguridad de 1.374, valor que cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $FS \geq 1.25$.

Figura 72

Sección 580 Carga máxima del perno vs Factor de seguridad

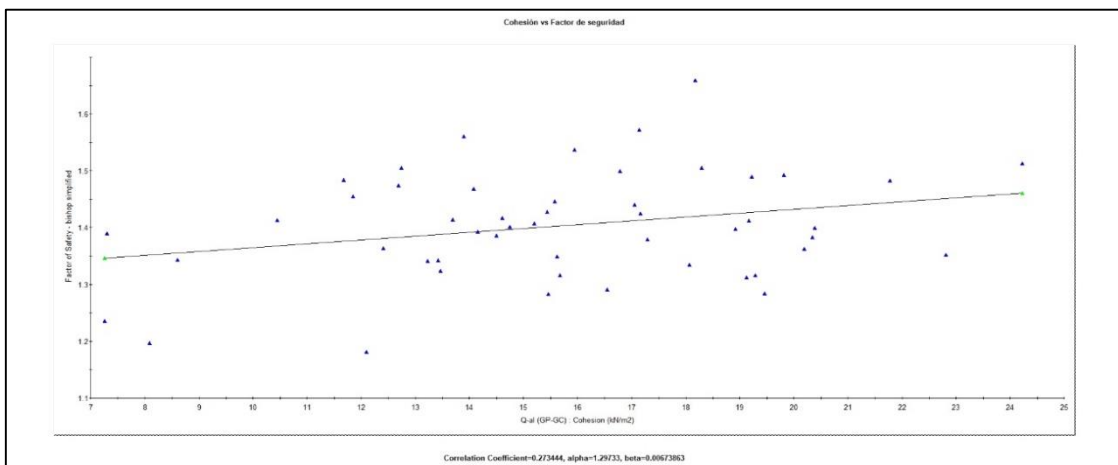


Fuente: Propia

En la figura 72: Se observa la relación que existe entre los factores de seguridad y las cargas máximas de los pernos en la sección 28+580 en condición pseudoestática.

Figura 73

Sección 28+580 Cohesión vs Factor de seguridad



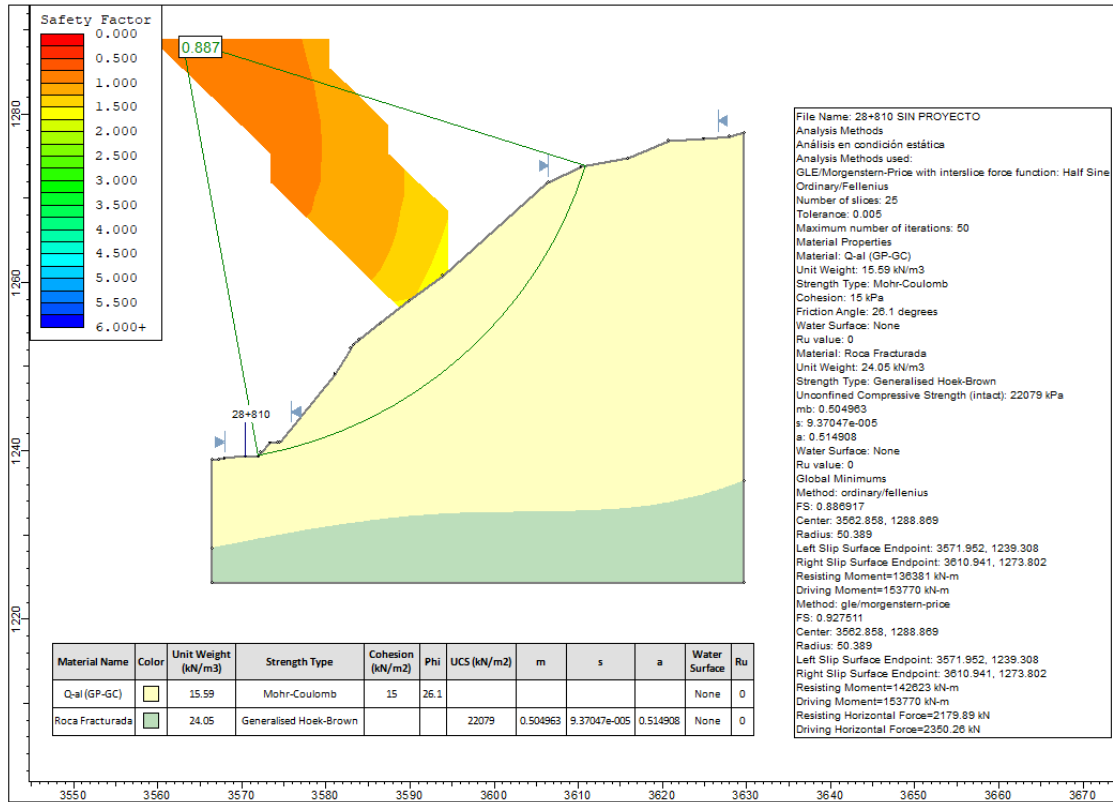
Fuente: Propia

En la figura 73: Se observa la relación que existe entre los factores de seguridad y cohesión en la sección 28+580 en condición pseudoestática.

5.1.7 Sección 28+810

Figura 74

Sección 28+810 Sin proyecto análisis estático

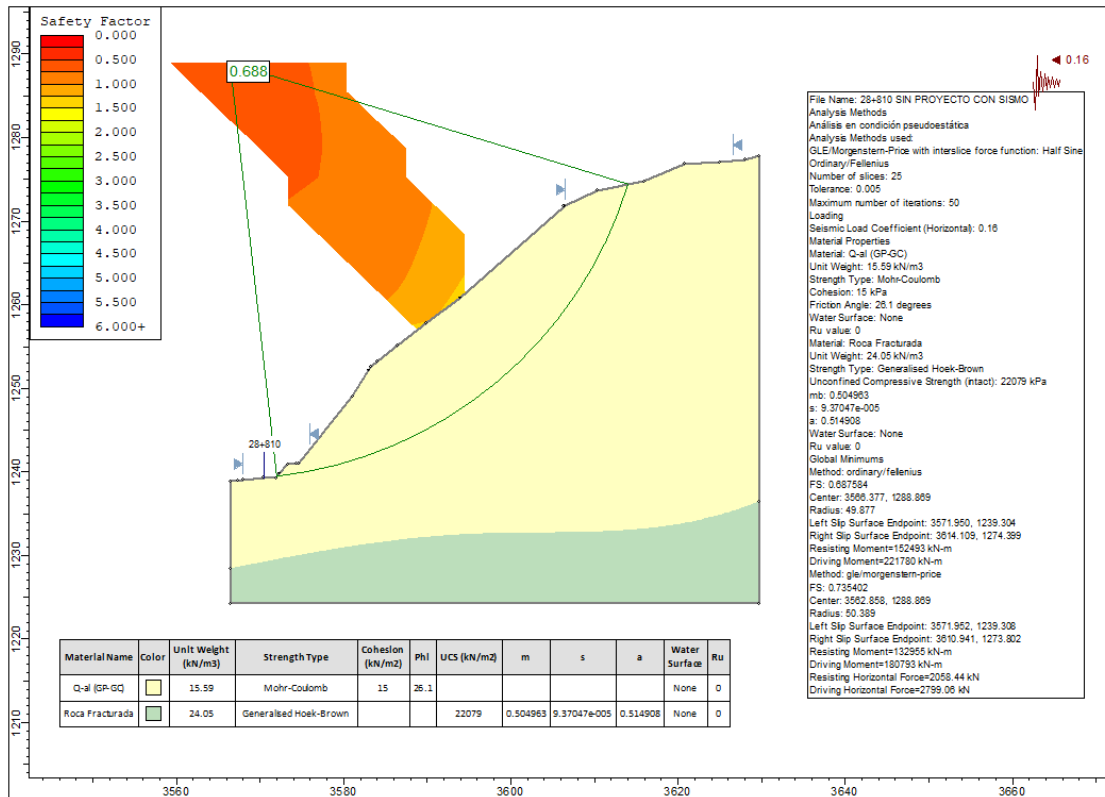


Fuente: Propia

En la figura 74: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condiciones estáticas sin Proyecto de la sección 28+810, da como resultado un Factor de Seguridad de 0.887, valor que no cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $F_s \geq 1.5$.

Figura 75

Sección 28+810 Sin proyecto análisis pseudoestático

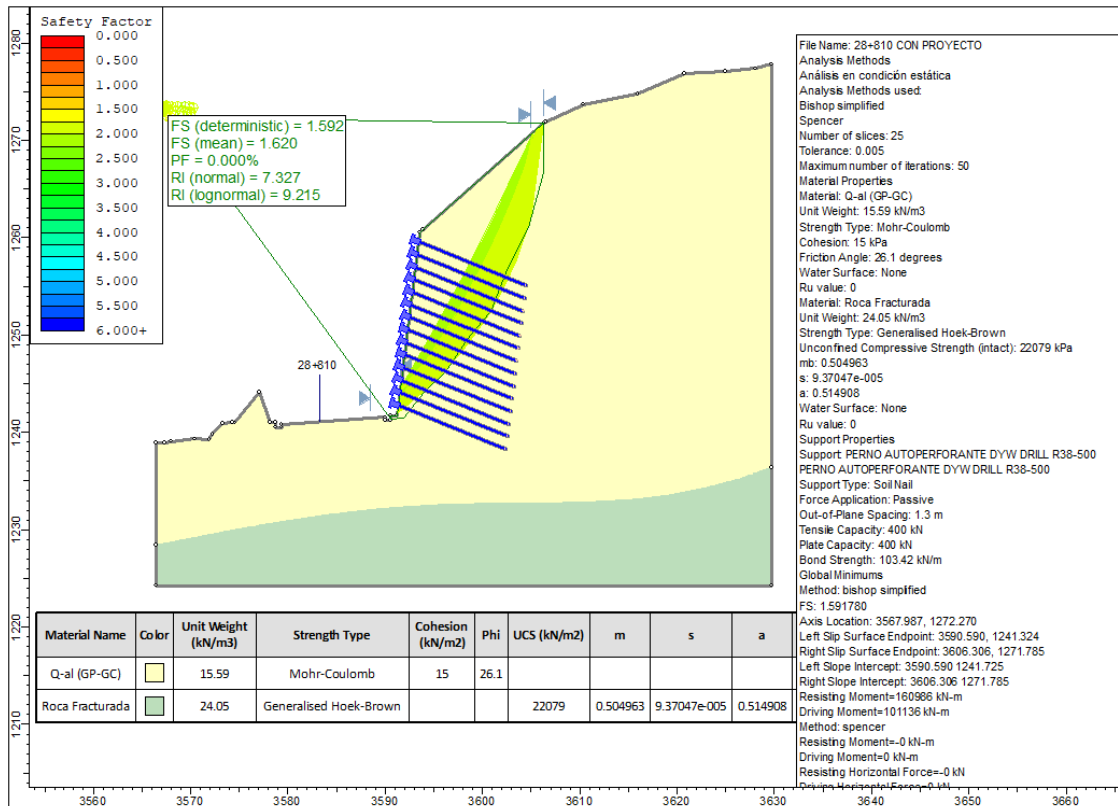


Fuente: Propia

En la figura 75: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condiciones Pseudoestáticas sin Proyecto de la sección 28+810, da como resultado un Factor de Seguridad de 0.688, valor que no cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $F_s \geq 1.25$.

Figura 76

Sección 28+810 Con proyecto análisis estático

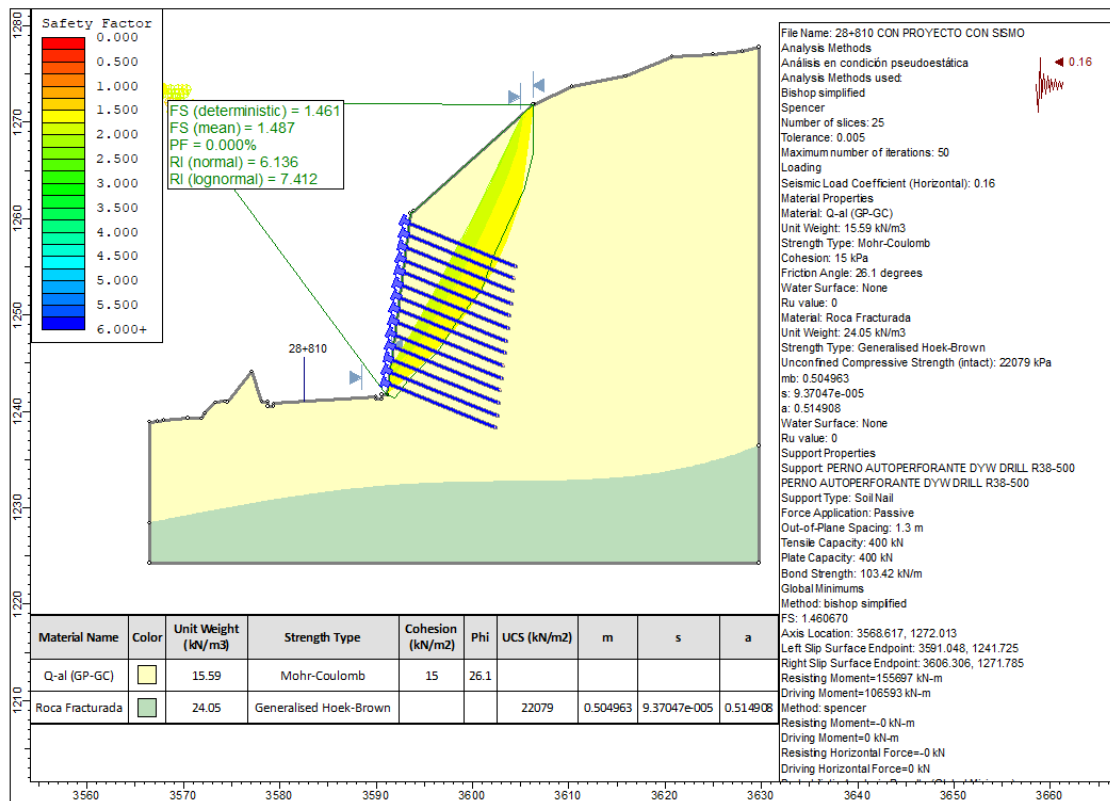


Fuente: Propia

En la figura 76: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condición estática por análisis probabilístico con Proyecto (sostenimiento pasivo=anclajes con barras autoperforantes R38-500, mallas electrosoldadas y shotcrete) de la sección 28+810, Los anclajes presentan una separación de 1.30 m verticalmente y 1.30m horizontalmente, con pernos de 12.00 metros de longitud, da como resultado un Factor de Seguridad de 1.592, valor que cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $FS \geq 1.5$.

Figura 77

Sección 28+810 Con proyecto análisis pseudoestático

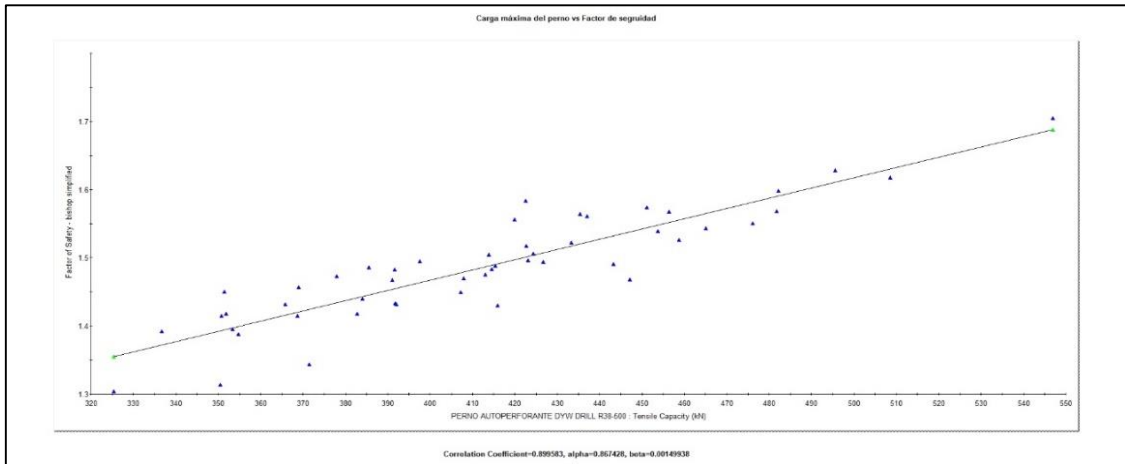


Fuente: Propia

En la figura 77: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condición pseudoestática por análisis probabilístico con Proyecto (sostenimiento pasivo=anclajes con barras autopercorantes R38-500, mallas electrosoldadas y shotcrete) de la sección 28+810, Los anclajes presentan una separación de 1.30 m verticalmente y 1.30m horizontalmente, con pernos de 12.00 metros de longitud, da como resultado un Factor de Seguridad de 1.461, valor que cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $FS \geq 1.25$.

Figura 78

Sección 28+810 Carga máxima del perno vs Factor de seguridad

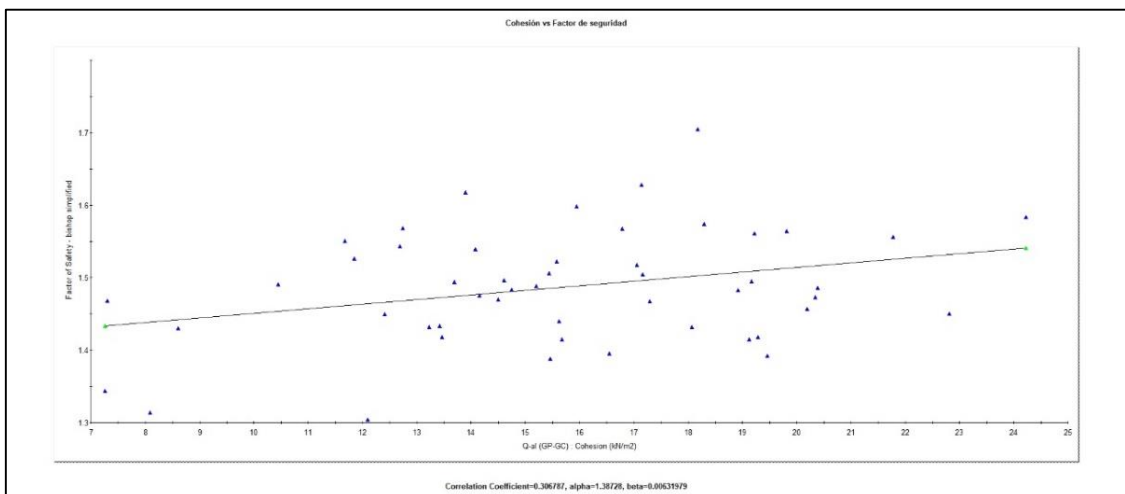


Fuente: Propia

En la figura 78: Se observa la relación que existe entre los factores de seguridad y las cargas máximas de los pernos en la sección 28+810 en condición pseudoestática.

Figura 79

Sección 28+810 Cohesión vs Factor de seguridad



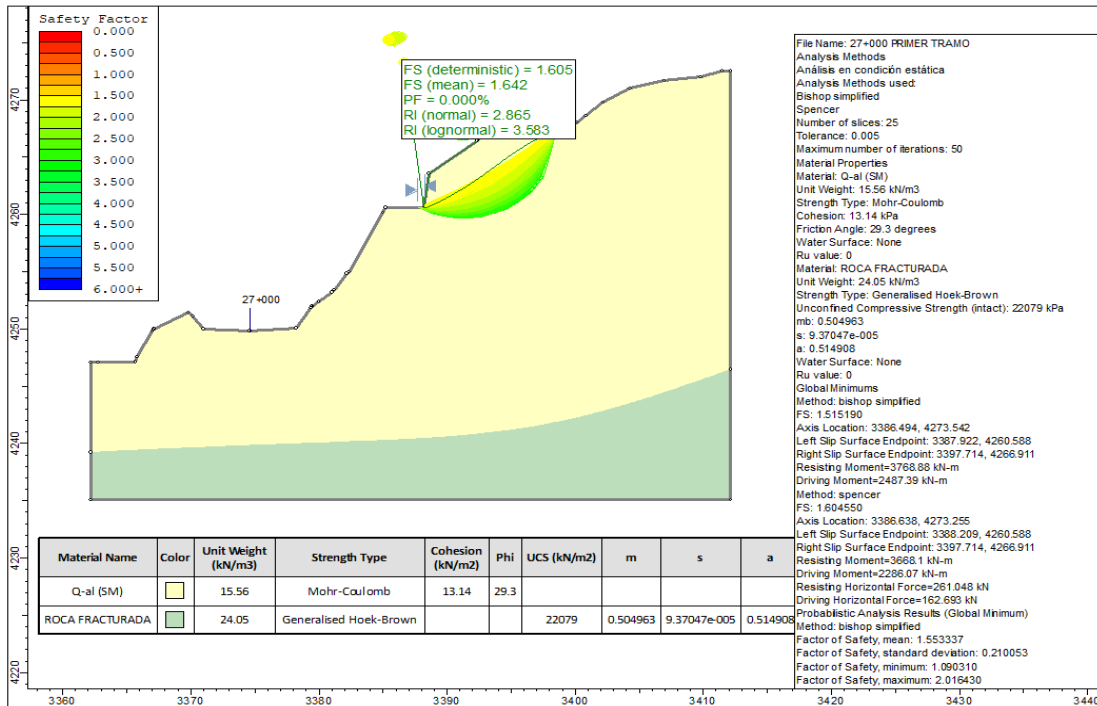
Fuente: Propia

En la figura 79: Se observa la relación que existe entre los factores de seguridad y cohesión en la sección 28+810 en condición pseudoestática.

5.2 Modelamiento y análisis del proceso constructivo

Figura 80

Excavación 01 - Sin proyecto en condiciones estáticas

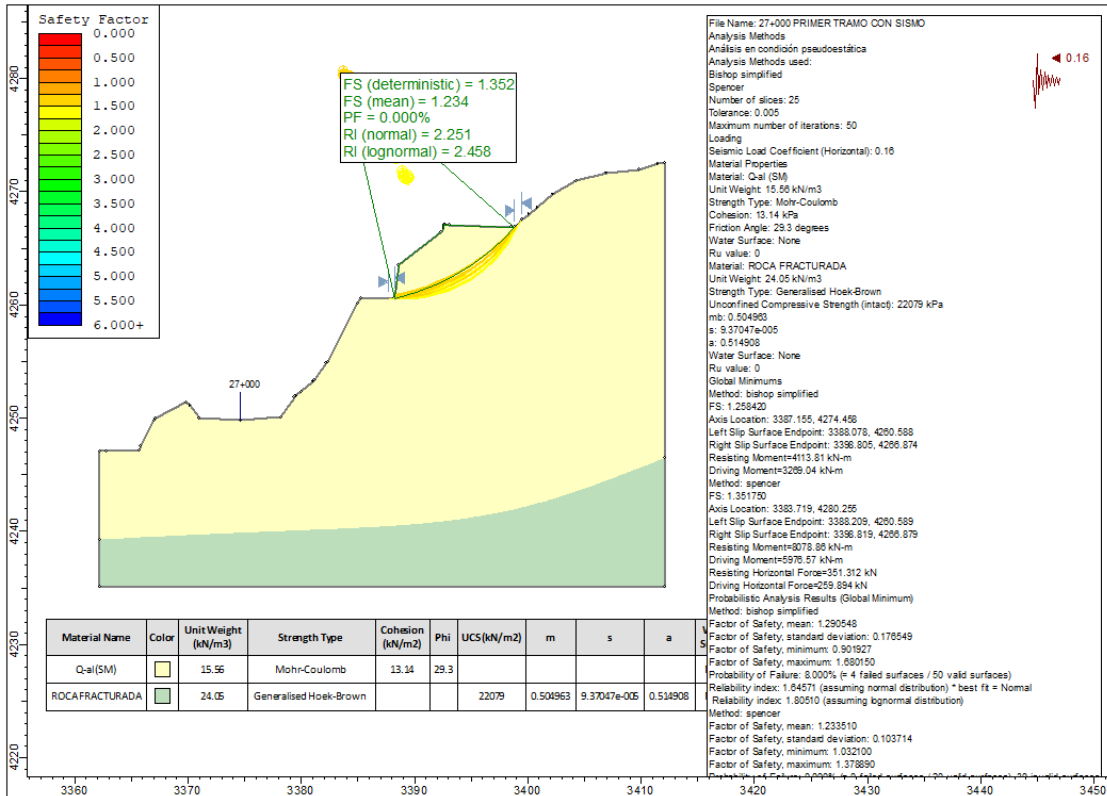


Fuente: Propia

En la figura 80: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condiciones estáticas sin Proyecto de la sección 27+000 primer tramo, da como resultado un Factor de Seguridad de 1.605, valor que cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $F_s \geq 1.5$.

Figura 81

Excavación 01 - Sin proyecto en condiciones pseudoestáticas

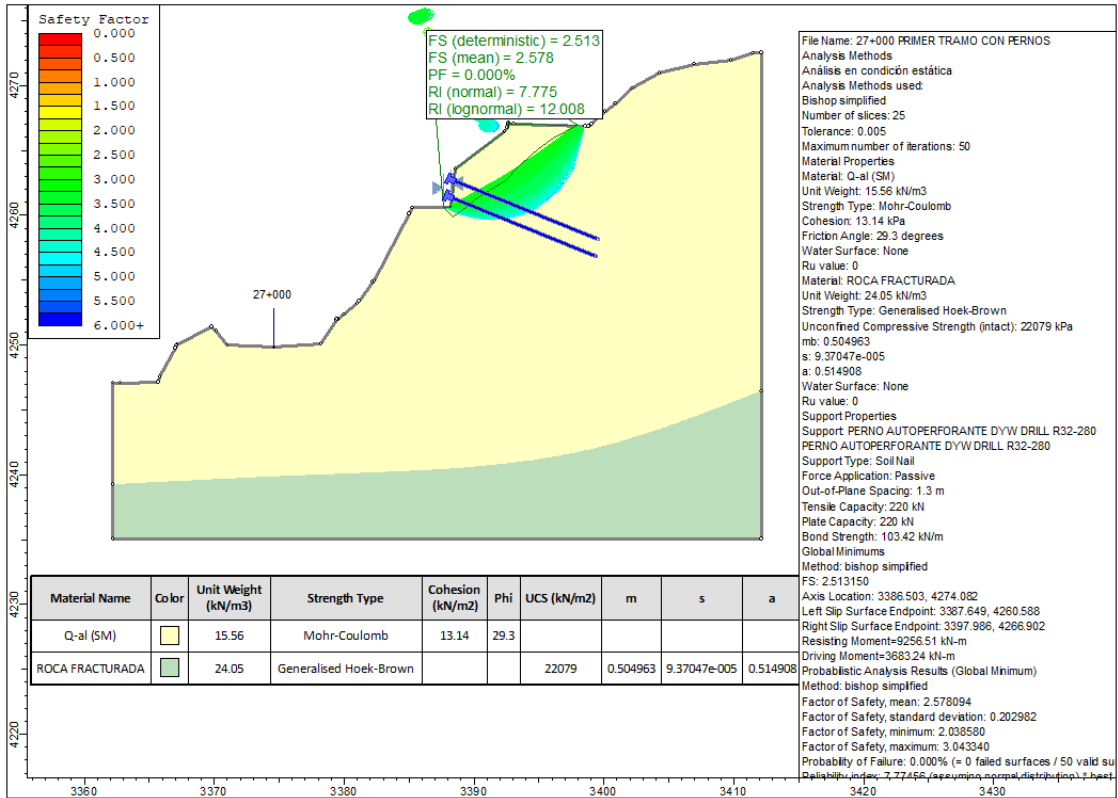


Fuente: Propia

En la figura 81: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condiciones Pseudoestáticas sin Proyecto de la sección 27+000 primer tramo, da como resultado un Factor de Seguridad de 1.352, valor que cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $F_s \geq 1.25$.

Figura 82

Excavación 01 - Con proyecto en condiciones estáticas

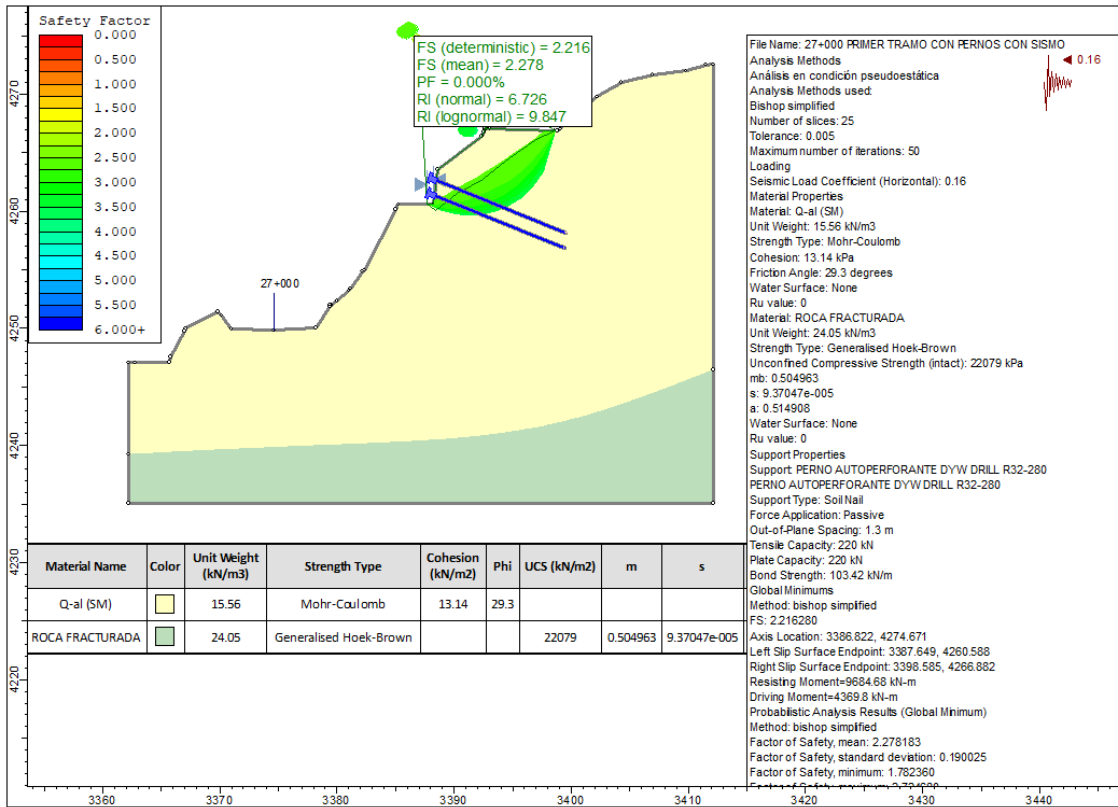


Fuente: Propia

En la figura 82: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condición estática por análisis probabilístico con Proyecto (sostenimiento pasivo=anclajes con barras autoperforantes R32-280, mallas electrosoldadas y shotcrete) de la sección 27+000 primer tramo, Los anclajes presentan una separación de 1.30 m verticalmente y 1.30m horizontalmente, con pernos de 12.00 metros de longitud, da como resultado un Factor de Seguridad de 2.513, valor que cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $FS \geq 1.5$.

Figura 83

Excavación 01 - Con proyecto en condiciones estáticas

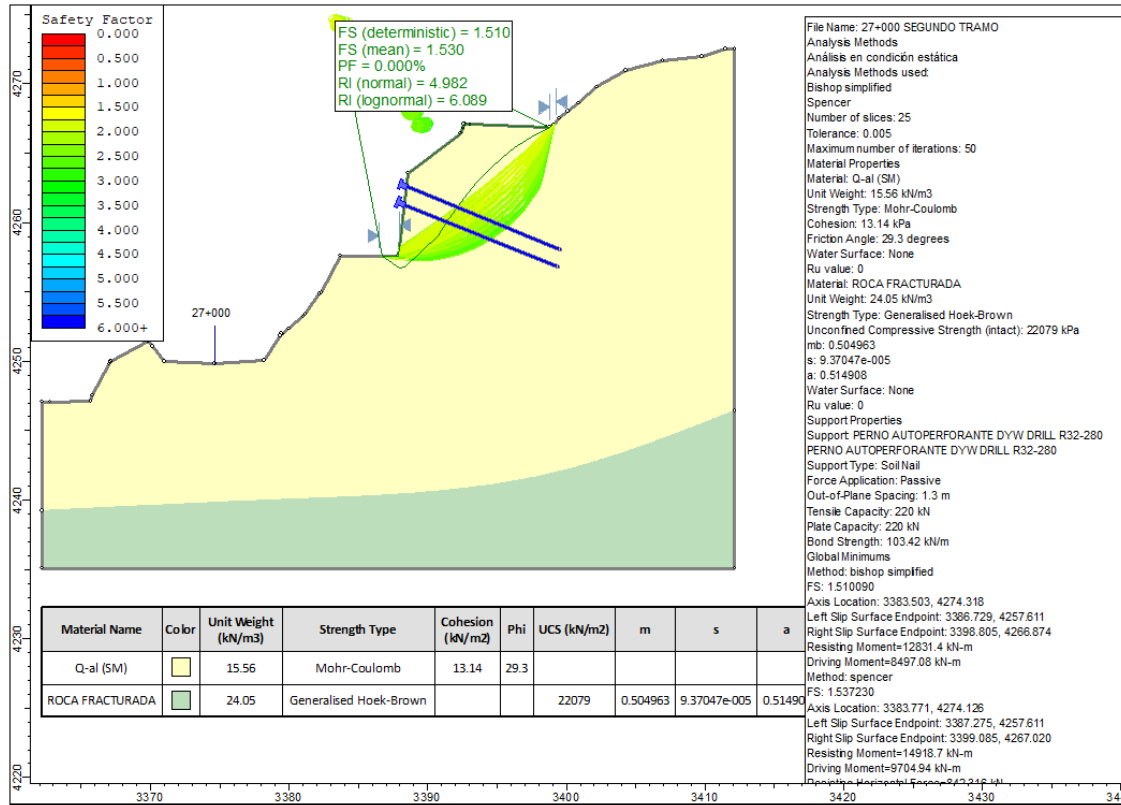


Fuente: Propia

En la figura 83: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condición pseudoestática por análisis probabilístico con Proyecto (sostenimiento pasivo=anclajes con barras autoperforantes R32-280, mallas electrosoldadas y shotcrete) de la sección 27+000 primer tramo, Los anclajes presentan una separación de 1.30 m verticalmente y 1.30 m horizontalmente, con pernos de 12.00 metros de longitud, da como resultado un Factor de Seguridad de 2.216, valor que cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $FS \geq 1.25$.

Figura 84

Excavación 02 - Sin proyecto en condiciones estáticas

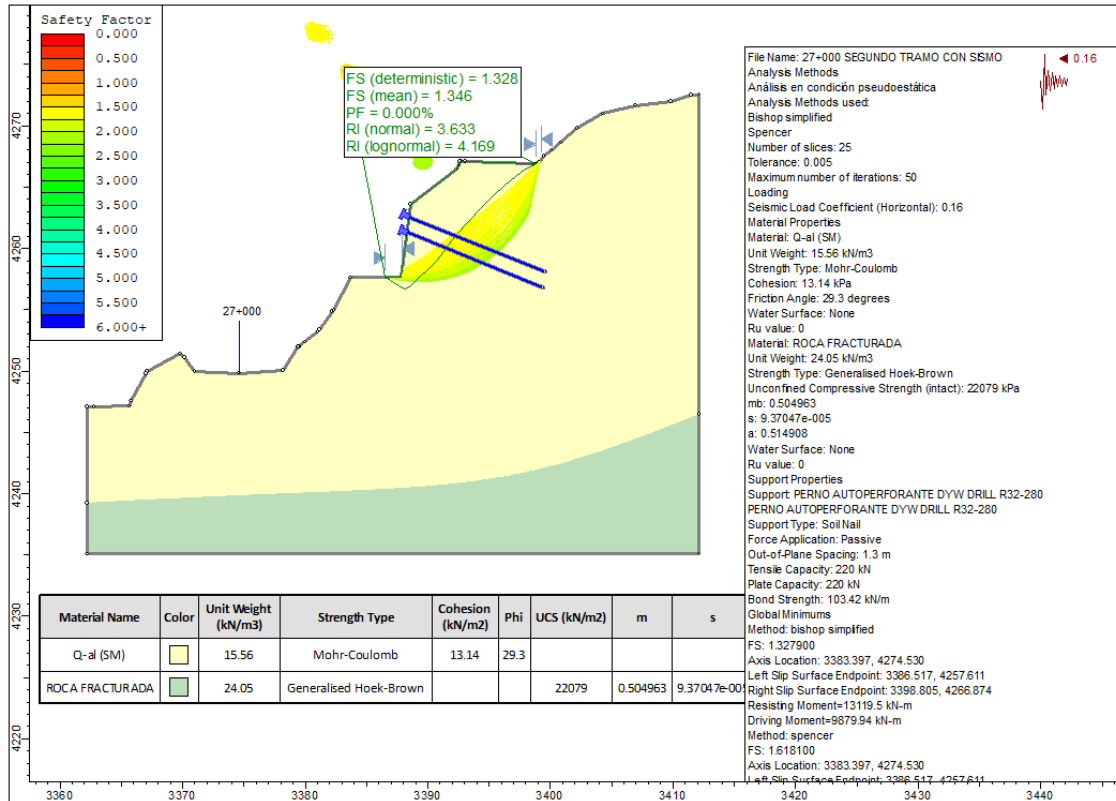


Fuente: Propia

En la figura 84: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condiciones estáticas sin Proyecto de la sección 27+000 segundo tramo, da como resultado un Factor de Seguridad de 1.510, valor que cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $F_s \geq 1.5$.

Figura 85

Excavación 02 - Sin proyecto en condiciones estáticas

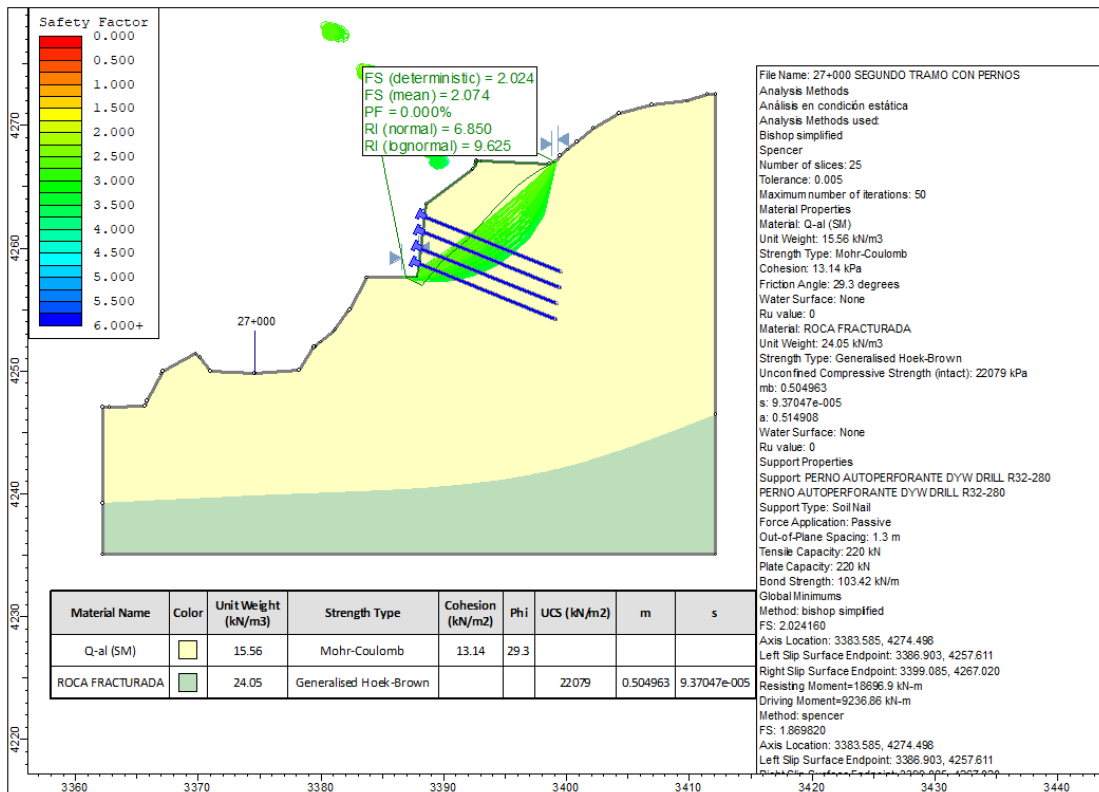


Fuente: Propia

En la figura 85: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condiciones Pseudoestáticas sin Proyecto de la sección 27+000 segundo tramo, da como resultado un Factor de Seguridad de 1.328, valor que cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $Fs \geq 1.25$.

Figura 86

Excavación 02 - Con proyecto en condiciones estáticas

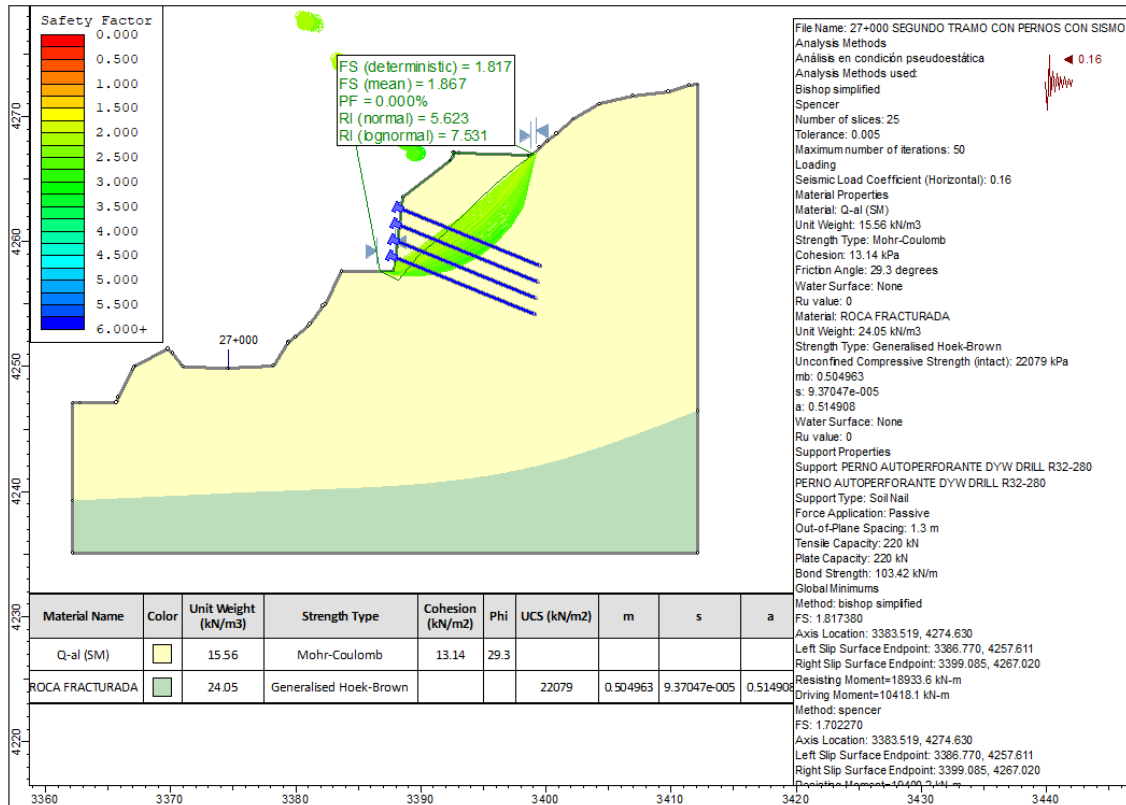


Fuente: Propia

En la figura 86: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condición estática por análisis probabilístico con Proyecto (sostenimiento pasivo=anclajes con barras autoperforantes R32-280, mallas electrosoldadas y shotcrete) de la sección 27+000 segundo tramo, Los anclajes presentan una separación de 1.30 m verticalmente y 1.30 m horizontalmente, con pernos de 12.00 metros de longitud, da como resultado un Factor de Seguridad de 2.024, valor que cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $FS \geq 1.5$.

Figura 87

Excavación 02 - Con proyecto en condiciones pseudoestáticas

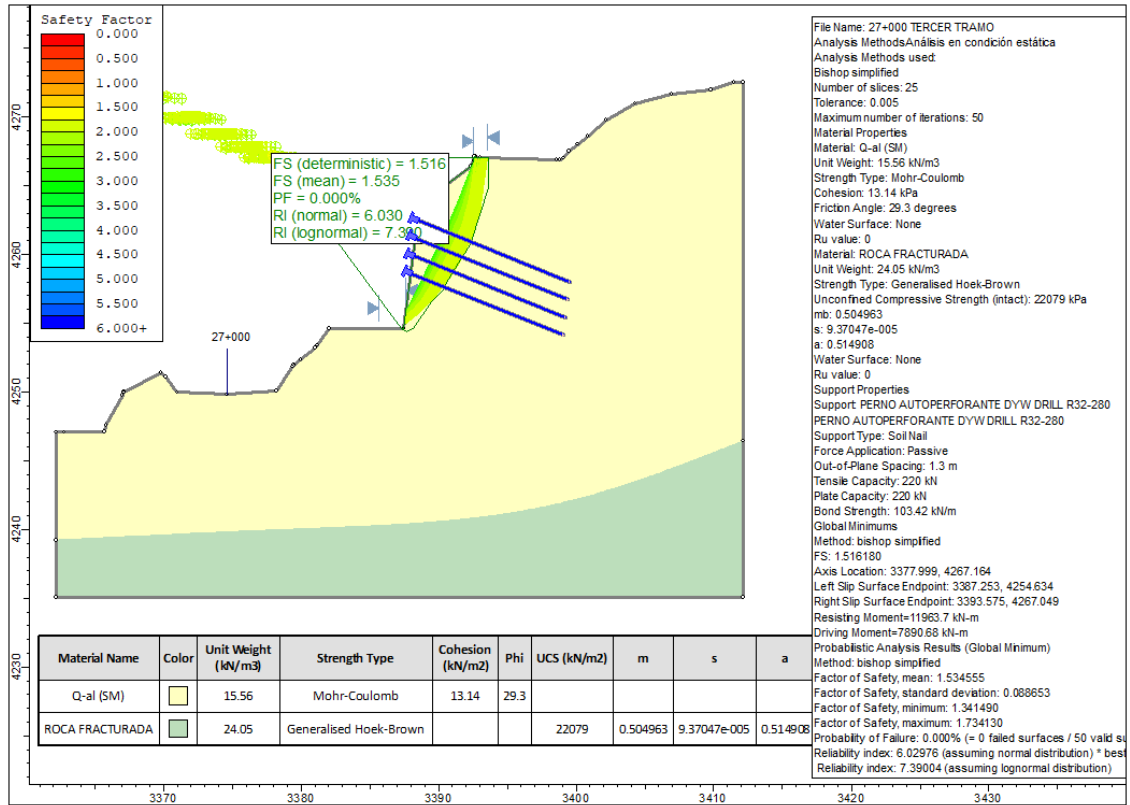


Fuente: Propia

En la figura 87: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condición pseudoestática por análisis probabilístico con Proyecto (sostenimiento pasivo=anclajes con barras autoperforantes R32-280, mallas electrosoldadas y shotcrete) de la sección 27+000 segundo tramo, Los anclajes presentan una separación de 1.30 m verticalmente y 1.30 m horizontalmente, con pernos de 12.00 metros de longitud, da como resultado un Factor de Seguridad de 1.817, valor que cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $FS \geq 1.25$.

Figura 88

Excavación 03 - Sin proyecto en condiciones estáticas

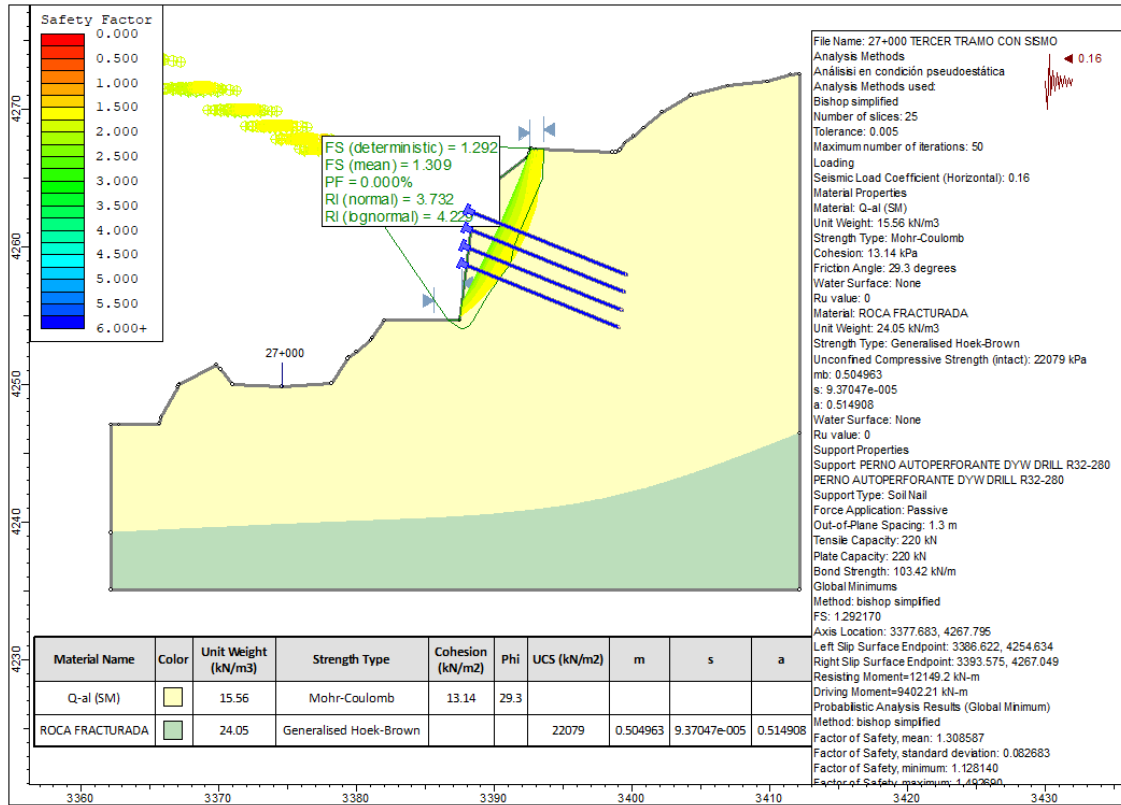


Fuente: Propia

En la figura 88: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condiciones estáticas sin Proyecto de la sección 27+000 tercer tramo, da como resultado un Factor de Seguridad de 1.516, valor que cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $F_s \geq 1.5$.

Figura 89

Excavación 03 - Sin proyecto en condiciones pseudoestáticas

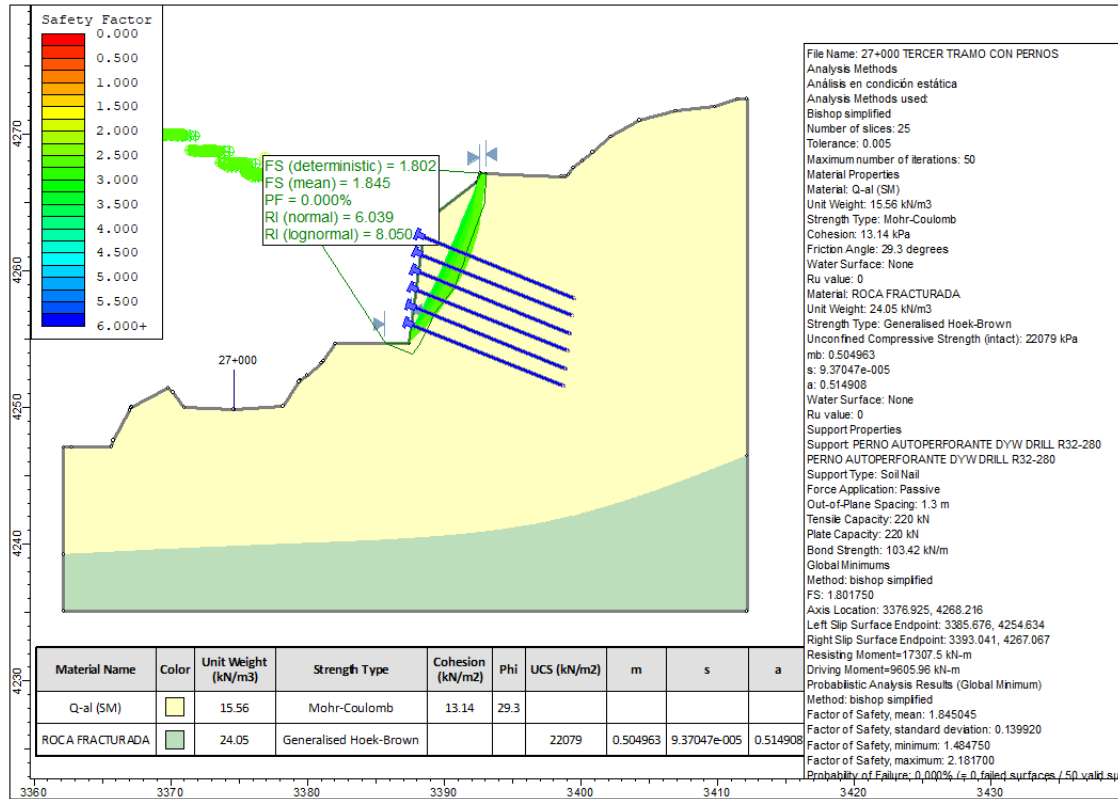


Fuente: Propia

En la figura 89: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condiciones Pseudoestáticas sin Proyecto de la sección 27+000 tercer tramo, da como resultado un Factor de Seguridad de 1.292, valor que cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $Fs \geq 1.25$.

Figura 90

Excavación 03 - Con proyecto en condiciones estáticas

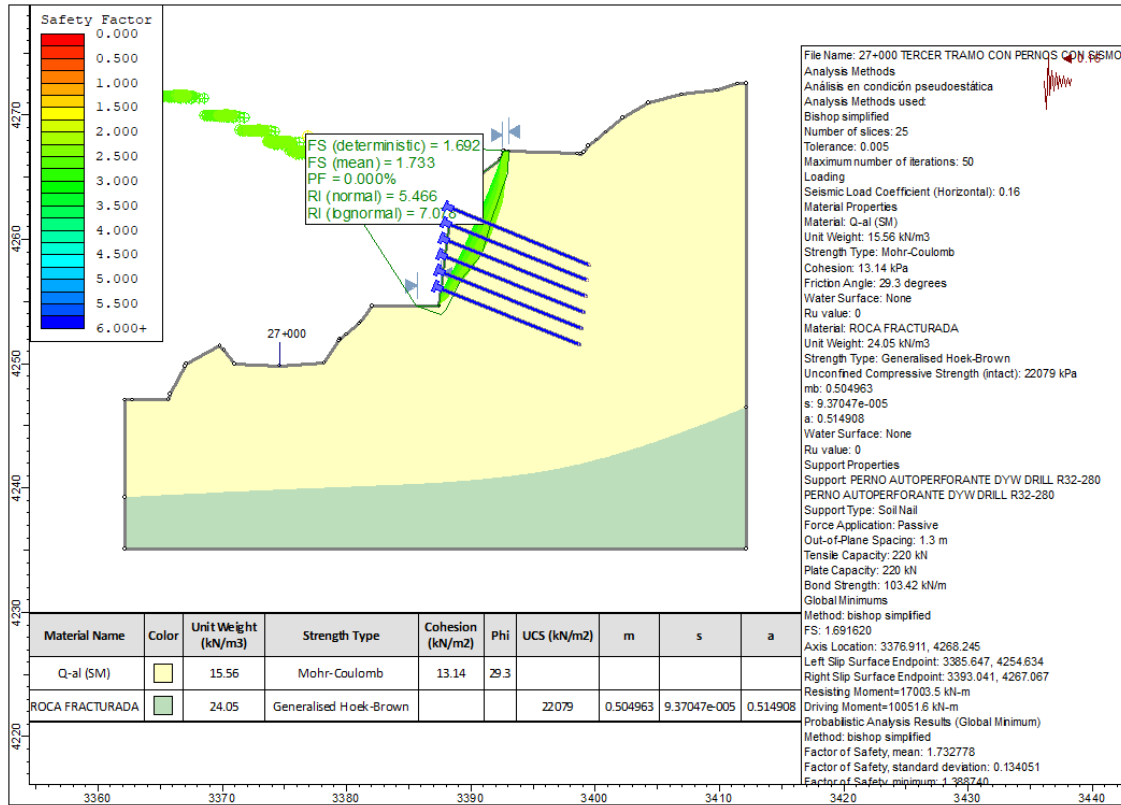


Fuente: Propia

En la figura 90: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condición estática por análisis probabilístico con Proyecto (sostenimiento pasivo=anclajes con barras autoperforantes R32-280, mallas electrosoldadas y shotcrete) de la sección 27+000 tercer tramo, Los anclajes presentan una separación de 1.30 m verticalmente y 1.30 m horizontalmente, con pernos de 12.00 metros de longitud, da como resultado un Factor de Seguridad de 1.802, valor que cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $FS \geq 1.5$.

Figura 91

Excavación 03 - Con proyecto en condiciones pseudoestáticas



Fuente: Propia

En la figura 91: Muestra el análisis de estabilidad del talud en condición pseudoestática por análisis probabilístico con Proyecto (sostenimiento pasivo=anclajes con barras autoperforantes R32-280, mallas electrosoldadas y shotcrete) de la sección 27+000 tercer tramo, Los anclajes presentan una separación de 1.30 m verticalmente y 1.30 m horizontalmente, con pernos de 12.00 metros de longitud, da como resultado un Factor de Seguridad de 1.692, valor que cumple con el factor mínimo de seguridad, es decir un $FS \geq 1.25$.

Tabla 22*Resumen de Diseño de Pernos*

Progresiva	27+000	27+160	27+350	27+600	28+320	28+580	28+810
Altura	13.58	12.05	21.75	14.21	14.96	19.25	18.8
Longitud	12	12	12	12	12	12	12
Nº de perno	30	27	51	33	33	45	45
Perno	R32- 280	R32- 280	R38- 550	R32- 400	R32- 320	R32- 400	R38- 500
Diámetro externo nominal (mm)	32	32	38	32	32	32	38
Diámetro externo real (mm)	31.1	31.1	37.8	31.1	31.1	31.1	37.8
Diámetro interno promedio (mm)	18.5	18.5	17	12.5	16.5	12.5	19
Área de la sección transversal nominal (mm ²)	410	410	800	560	470	560	750
Peso nominal (Kg)	3.2	3.2	6.25	4.4	3.7	4.4	5.85
Área específica de nervadura	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
Carga de fluencia nominal	220	220	450	330	250	330	400
Carga última nominal	280	280	550	400	320	400	500
Resistencia a la fluencia	540	540	560	590	530	590	530
Resistencia última	680	680	690	710	680	710	670

Fuente: propia

En la tabla 19: Se observa los diferentes tipos de pernos que se utilizaron, cada uno con sus respectivas características, para las secciones más críticas en el tramo km 27+000 – km 29+000 en la carretera Mollepata-Pallasca.

Tabla 23*Cuadro de Resultados*

SECCIONES	F.S. SIN PROYECTO		F.S. CON PROEYCTO	
	F.S. SIN SISMO	F.S. CON SISMO	F.S. SIN SISMO	F.S. CON SISMO
27+000	1.011	0.801	1.607	1.463
27+160	1.424	1.078	1.650	1.502
27+350	0.925	0.716	1.531	1.414
27+600	1.179	0.905	1.543	1.351
28+320	1.333	1.025	1.522	1.410
28+580	0.974	0.767	1.510	1.37
28+810	0.887	0.688	1.592	1.461

Fuente: propia

En la Tabla 20: Se muestra los resultados del análisis realizado en el software Slide 6.0, con el sistema Soil Nailing y sin este.

Tabla 24*Resultados del análisis por tramos en la sección 27+000*

PROFUNDIDAD	SIN PERNOS		CON PERNOS	
	F. S. SIN SISMO	F.S. CON SISMO	F. S. SIN SISMO	F.S. CON SISMO
3 (m)	1.605	1.352	2.513	2.216
6 (m)	1.51	1.328	2.024	1.817
9 (m)	1.516	1.292	1.802	1.602

Fuente: propia

En la tabla 21: Se muestra los resultados del análisis realizado en el software Slide 6.0, con el sistema Soil Nailing y sin este. Analizado cada 3 m de profundidad, simulando los corte que se realizaran en campo siguiendo el proceso constructivo.

5.3 Discusión de resultados

Se realizó el diseño de pernos y como resultado podemos observar en la tabla 19 que la sección crítica es 27+350, debido a que presenta mayor altura, por lo tanto necesitará un perno con una carga máxima mayor para asegurar la estabilidad del talud.

La longitud del perno de anclaje será de 12 metros, según el diseño realizado según el Soil Nail Walls Reference Manual. Para la progresiva 27+000 y 27+160 utilizará un perno R32-280, y su espaciamiento vertical coincide, el espaciamiento inicial es de 0.9 m y el espaciamiento entre pernos es 1.3 m.

El análisis de estabilidad realizado con ayuda del software Slide 6.0, según el Soil Nail Walls Reference Manual nos entregan valores del factor de seguridad tanto en condiciones estáticas y pseudoestáticas que cumplen con los parámetros mínimos de este manual y de la norma peruana CE 0.20.

Se realizó una simulación del proceso constructivo, analizando tramo por tramo la excavación y colocación de pernos, donde se obtuvo la profundidad de 3 m para que cada corte realizado no sufra desprendimiento, ni deslizamiento.

CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Hipótesis General: La propuesta de estabilidad mediante el sistema Soil Nailing en tramos sinuosos es lo suficientemente confiable para que esta permita la seguridad del talud.

Los factores de seguridad obtenidos con el sistema Soil Nailing en todas las secciones analizadas tanto en condiciones estáticas como en pseudoestáticas superan los valores mínimos de seguridad. Por este motivo se cumple la hipótesis general.

Hipótesis Específicas 1: El problema de inestabilidad de tramos sinuosos se origina a partir de la ampliación de la vía.

Al momento de realizar el análisis al terreno natural con el software Slide no cumple con los valores mínimos del factor de seguridad. Por lo tanto, si se realiza una ampliación de la vía, por ende un corte al talud este tendrá una mayor inestabilidad. Por ese motivo se cumple la hipótesis específica 1.

Hipótesis Específicas 2: La estabilidad del talud con ángulos de inclinación mayores a 80° , planteando el sistema Soil Nailing en el software SLIDE se obtendrán factores de seguridad confiables.

Corriendo el software añadiéndoles los pernos con sus respectivas características y analizándolo por un método probabilístico cumple con los factores de seguridad mínimos tanto en condiciones estáticas como pseudoestáticas. Por ese motivo se cumple la hipótesis específica 2.

Hipótesis Específicas 3: Si no se identifican los procesos geodinámicos ocurridos durante el proceso constructivo provocará deslizamientos por el tipo de suelo que presenta.

Se realizó un análisis por tramos realizados cada 3 metros de altura con la finalidad de que el terreno no falle al momento de realizar la excavación. Por ese motivo se cumple la hipótesis específica 3.

CONCLUSIONES

1. La propuesta del sistema Soil Nailing para la estabilización de taludes en tramos sinuosos en el tramo km 27+000 al km 29+000 de la carretera Mollepata- Pallasca, tiene como diseño el uso de pernos Autoperforantes, R32-280 en la progresiva 27+000 y 27+160 se utilizó ángulo de inclinación de 15° y espaciamiento vertical de 1.30m y horizontal de 1.30m, R32-320 en la progresiva 28+320, se utilizó ángulo de inclinación de 15° y espaciamiento vertical de 1.30m y horizontal de 1.30m, R38+550 en la progresiva 27+350 se utilizó ángulo de inclinación de 15° y espaciamiento vertical de 1.25m y horizontal de 1.50m, R32-400 en las progresivas 27+600 y 28+580, en la progresiva 27+600 se utilizó ángulo de inclinación 15° y espaciamiento vertical de 1.30m y horizontal de 1.40m, en la progresiva 28+580 se utilizó ángulo de inclinación 15° y espaciamiento vertical de 1.25m y horizontal de 1.50m, R38-500 en la progresiva 28+810 se utilizó ángulo de inclinación de 15° y espaciamiento vertical de 1.30m y horizontal de 1.30m.
2. Al realizar el análisis de estabilidad al talud natural, observamos que este es inestable, dado que los factores de seguridad son menores a 1.5 en condiciones estáticas y menores a 1.25 en condiciones pseudoestáticas. Por ende, si se quiere desarrollar la ampliación de la vía, este talud sería cortado quedando con un ángulo de 83° por la falta de espacio, para poder realizar un corte acorde a lo que señala la clasificación de materiales. Entonces la inestabilidad inicial se agravaría al realizar dicho corte, motivo por el cual se tomó como solución el Soil Nailing, ya que nos permite realizar la estabilidad del talud en dichas condiciones.
3. Al realizar el análisis de estabilidad, por el método probabilístico, planteando la propuesta del sistema Soil Nailing podemos observar que los factores de seguridad cumplen en condiciones estáticas y pseudoestáticas. La Tabla N° 20 menciona los resultados obtenidos de los factores de seguridad de acuerdo a las secciones evaluadas.
4. Los resultados de laboratorio para las calicatas del km 27+000 al 29+000 nos muestran material suelto, arena limosa con grava, grava arcillosa con arena y grava pobremente

gradada con arcilla, materiales que se desprenderían al realizar el corte si no se realiza el debido proceso y se le da la altura a cada etapa del corte. Al realizar la estabilidad de talud por tramos nos indica que si realizamos el corte cada tres metros el proceso constructivo sería seguro y no habría desprendimientos ni deslizamiento.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la elaboración de una norma peruana de Soil Nailing, puesto que en varios aspectos del diseño, este deberá adecuarse a las condiciones del Perú. Se observó que en Soil Nail Walls Reference Manual (2015) usan parámetros adecuados al país de origen y estos no cumplirían con los parámetros peruanos que se deben utilizar.
2. Se recomienda realizar los análisis con el Software Slide, con una superficie de falla no- circular, para mayor precisión en comparación con una falla circular.
3. Se recomienda realizar el diseño del Soil Nailing usando como valor la carga de fluencia y no la carga última del perno, debido a que usando la carga de fluencia estamos siendo más conservadores.
4. Realizar calicatas en las secciones donde se analizará la estabilidad del talud.
5. Se recomienda el uso de pernos autoperforantes, puesto que la instalación es más rápida y con menos personal, esto reducirá las partidas y el tiempo de ejecución del proyecto.
6. Se recomienda, en futuras investigaciones realizar un comparativo de los tipos de revestimiento que se puedan utilizar en el sistema Soil Nailing.
7. Se recomienda que en posteriores trabajos de investigación sobre el sistema Soil Nailing realicen el análisis de estabilidad considerando un nivel freático.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

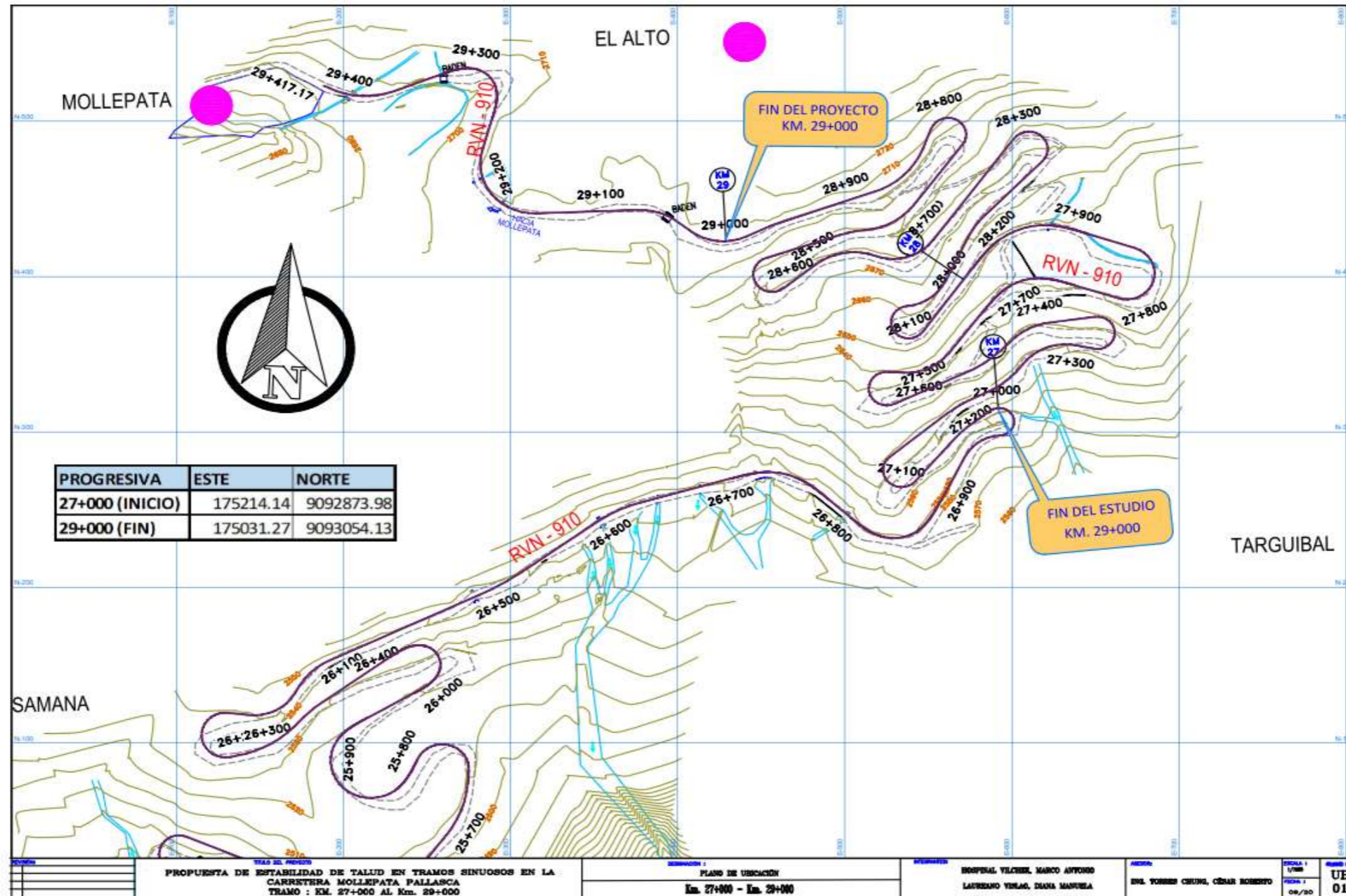
- Arias, L. M. (2014). Seguridad industrial en estabilización de taludes por el método Soil Nailing según normas OSHA. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- B. Benito, E. J. (1999). Peligrosidad Sísmica. *Física de la Tierra*, ISSN 0214-1557.
- C. G. Niño, C. E. (2018). Métodos de análisis y diseño para la resolución de problemas de estabilidad de taludes y excavaciones mediante técnicas de soil nailing. *Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería*, 83-93.
- Catanzariti, F. (2016). *Estabilidad de taludes*. Obtenido de <https://www.geostru.eu/es/blog/2016/06/13/estabilidad-de-taludes/>
- CENEPRED. (2014). *Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales*. Lima.
- Geofortis. (s.f.). *Soil Nailing - Proyectos*. Obtenido de http://www.geofortis.co.cr/?page_id=10
- Grupo Geofort. (S. F.). *Malla electrosoldada para muros*. Obtenido de <https://geofort.pe/producto/35-malla-electrosoldada#gsc.tab=0>
- Guevara, M. (S.F.). *Geodinámica Externa*. Perú: INDECI.
- Herrera, C. (2005). Investigación sobre variantes del método de Cadenas de Markov para estimación de peligro sísmico. Mexico: Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.
- J. M. Fernández, A. G. (2005). *Estabilización de deslizamientos en laderas con suelos residuales mediante Soil Nailing. Aplicación de un deslizamiento en concepción*. España: VI Simposio Nacional sobre taludes inestables.
- KELLER. (S.F.). *Soil Nailing*. Obtenido de <https://www.keller.com.es/experiencia/tecnicas/soil-nailing>
- Kuroiwa, J. (2002). *Reduccion de Desastres: Viviendo en armonia con la naturaleza*. Perú: CECOSAMI.
- Kuroiwa, J. (2002). *Reducción de desastres*. Lima: Bruño.
- Mendo, D. A. (2018). Análisis de estabilidad de talud del Megacentro comercial 30 de enero y propuesta de solución con el sistema Soil Nailing-Jicamarca. Perú: Universidad Cesar Vallejo.
- Ministerio de Defensa. (2014). *Manual para evaluación de Riesgos sísmicos*. Perú: CENEPRED.

- Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones . (2018). *Manula de carreteras: Diseño Geométrico*. Peru.
- Ministerio de Vivienda. (2018). *Estabilización de Suelos y taludes*. Perú.
- Montero, I. P. (2012). Estudio para la estabilización del talud del km 13 al 15 de la Carretera Calderón - Guayllabamba. Ecuador: Universidad Internacional del Ecuador.
- Morales, B. O. (2012). Metodología de estabilización de taludes de Carreteras . Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- National Highway Institute. (2015). Soil Nail Walls Reference Manual 7° Edición. N° FHWA -NHI - 14 -007.
- Optimiza Contratistas. (2019). *Soil Nailing: Sostenimiento de taludes*. Obtenido de <http://optimizacontratistas.com/soil-nailing-sostenimiento-de-taludes/>
- Orna, J. E. (2013). Técnicas para restauración y recuperación de taludes en zonas inestables de la vía Rio Bamba - Cebadas desde km. 1+750 hasta el km. 2+300. Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo.
- P. Ball, M. G. (2012). Soil Nailing Construction. *Univesity College London*, 1303-1312.
- Pilotes Terratest. (S.F.). *Soil Nailing*. Obtenido de http://terratest.com.pe/tec7_soilnailing.html
- Putzmeister. (2015). *¿Qué es el shotcrete?* Obtenido de <http://bestsupportunderground.com/que-es-el-shotcrete/>
- Reinoso, P. Q. (2016). Estudio de peligro sísmico de Ecuador y propuesta de espectros de diseño para la Ciudad de Cuenca. *SCIELO*, ISSN 0185-092X.
- Richards, J. T. (2010). Pensamientos sobre pruebas y diseños de anclajes de suelo. *Conferencia de Retención de la Tierra*, ER2010.
- W. Fernandez, S. V. (2018). Evaluación probabilística de la estabilidad de taludes en suelos residuales de granito completamente descompuesto. *Revista ingeniería de construcción*.

ANEXOS

Anexo 1

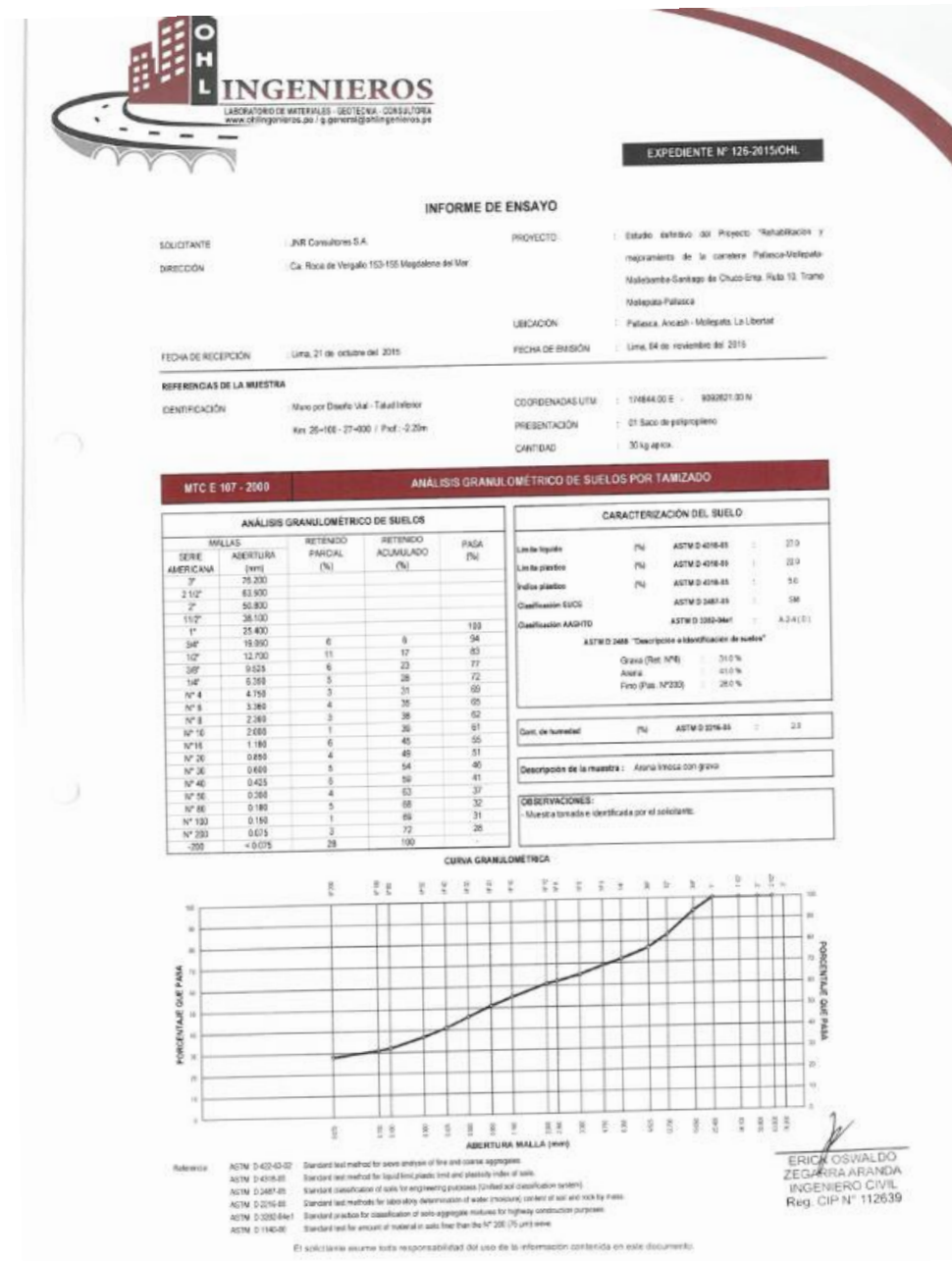
Plano de Ubicación



Fuente: Propia

Anexo 2

Análisis granulométrico de suelos por tamizado Km 26+100 - Km 27+000



CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencia	ASTM D 422-03-02	Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
	ASTM D 4254-01	Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils.
	ASTM D 2487-03	Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system).
	ASTM D 2276-03	Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.
	ASTM D 2002-04e1	Standard practice for classification of soil-aggregate mixtures for highway construction purposes.
	ASTM D 1140-00	Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 µm) sieve.


ERICK OSWALDO ZEGARRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollepatá - mollebamba - Santiago de Chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollepatá - Pallasca. MTC. <https://www.perlicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepatá-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepatá-pallasca-lct62633.html>

Anexo 3

Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo Km 26+100 – Km 27+000



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. **PROYECTO** : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca"

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar **UBICACIÓN** : Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015. **FECHA EMISIÓN** : Lima, 01 de noviembre del 2015.

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Muro por Diseño Vial - Talud Interior **COORDENADAS UTM** : 174044.00 E - 9060321.00 N
 Km: 26+100 - 27+000 / Prof.: -2.20m **PRESENTACIÓN** : 01 Saco de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Arena limosa con grava **CANTIDAD** : 30 kg aprox.

MTC E 108 - 2000	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
------------------	--

DENOMINACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD
Capsula N°	474
Peso capsula + suelo húmedo (g)	2,493.7
Peso capsula + suelo seco (g)	2,452.7
Peso del Agua (g)	41.0
Peso de la capsula (g)	404.4
Peso del suelo seco (g)	2,048.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.0

Referencia: ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

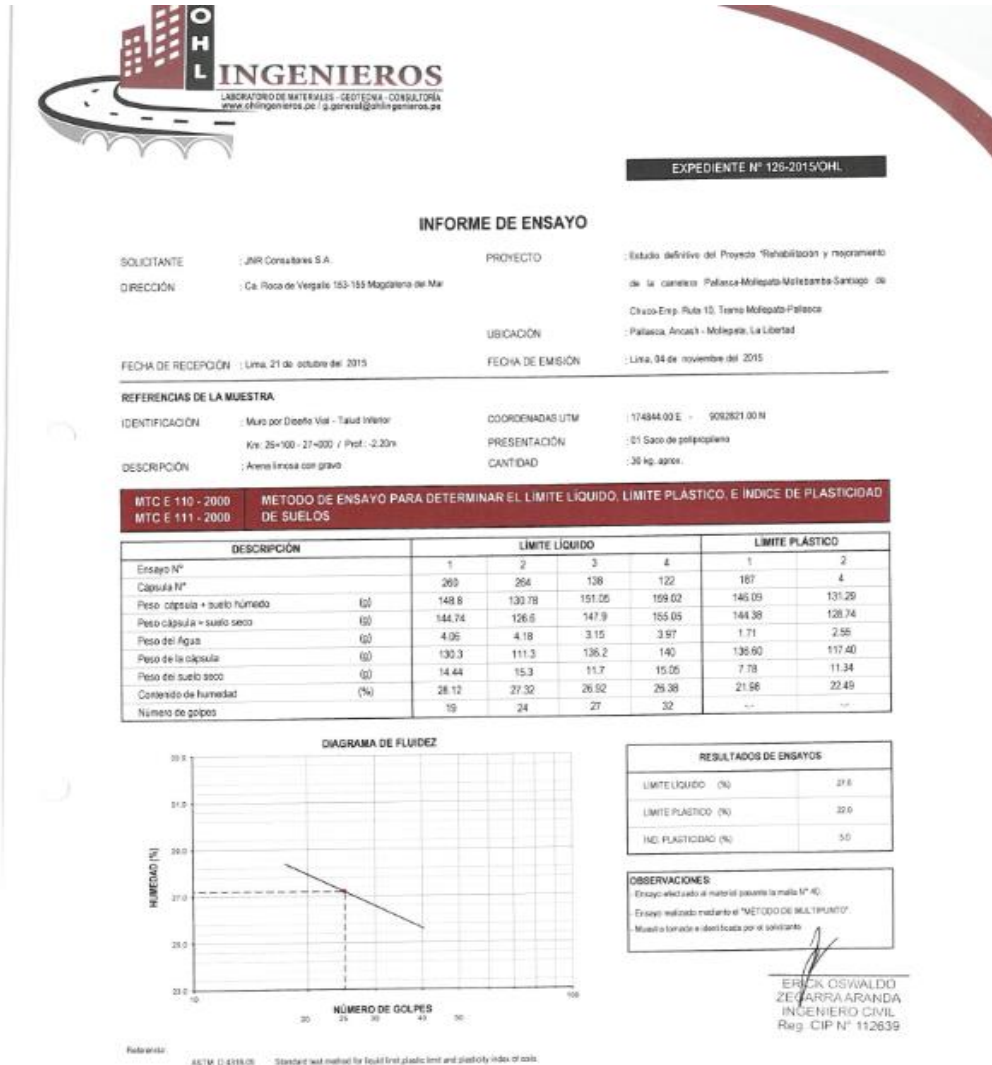
OBSERVACIONES:
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante.


ERICK OSWALDO ZEDERRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639

Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollepata - mollebamba - Santiago de chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollepata – Pallasca. MTC. <https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepata-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepata-pallasca-lct62633.html>

Anexo 4

Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los suelos Km 26+100 – 27+000



Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollepata - mollebamba - Santiago de Chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollepata – Pallasca. MTC. <https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepata-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepata-pallasca-lic62633.html>

Anexo 5

Método de prueba estándar para la densidad aparente y los vacíos en el agregado Km 26+100 - 27+000



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollebamba-Santiago de Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollebamba-Santiago de Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca"

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA PRUEBA

IDENTIFICACIÓN : Muro per Diseño Vial - Talud Inferior COORDENADAS UTM : 174844.00 E - 9052821.00 N

DESCRIPCIÓN : Km. 26+100 - 27+000 / Prof. -2.20m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Arena limosa con grava CANTIDAD : 30 kg aprox.

MTC E 203 - 2000 METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA DENSIDAD APARENTE ("PESO DE LA UNIDAD") Y LOS VACIOS EN EL AGREGADO		
IDENTIFICACIÓN	PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³)	PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)
GLOBAL	1.596	1.742

Referencia: ASTM C 29/C 29M - 09 Standard test method for bulk density ("unit weight") and voids in aggregate.


OBSERVACIONES : - Muestra suelta e identificada por el solicitante.

ERIK OSWALDO ZECARRA ARANDA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 112839

Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollepata - mollebamba - Santiago de chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollepata – Pallasca. MTC. <https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollebamba-pallasca-lct62633.html>

Anexo 6

Gravedad específica de los suelos Km 26+100 - Km 27+000



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: JNR Consultores S.A.	PROYECTO	Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-Emg. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca"
DIRECCIÓN	: Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar	UBICACIÓN	: Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 21 de octubre del 2015	FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	COORDENADAS UTM
: Muro por Diseño Vial - Talud interior	: 174844.30 E - 8052821.00 N
: Km 26+100 - 27+000 Prof: 2.20m	PRESENTACIÓN
DESCRIPCIÓN	: 01 Saco de polipropileno
: Arena limosa con grava	CANTIDAD
	: 30 kg. aprox.

MTC E 113 - 2000 GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SUELOS (PICNOMETRO)

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO
Peso material seco a 105 °C (g)	150.0
Peso fido + H ₂ O (g)	564.2
Peso fido + H ₂ O + materia (g)	814.2
Peso fido + H ₂ O + materia seco (g)	759.6
Volumen del material (m ³)	54.8
Gravedad Especifica (g/cm ³)	2.747

Referencia: ASTM D1554 - 15 Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer.

OBSERVACIONES

: Muestra tomada e identificada por el solicitante.



ERICK OSWALDO
ZEGARRA ARANDA,
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639

Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollepata - mollebamba - Santiago de chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollepata – Pallasca. MTC. <https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepata-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepata-pallasca-lct62633.html>

Anexo 7

Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea Km 26+100 - Km 27+000

OHL INGENIEROS
LABORATORIO DE MATERIALES - GEOTECNIA - CONSULTORA
www.ohl.com.pe / g.generales@ohl.com.pe

EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JRI Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-Emg. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca"

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergelto 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Muro por Diseño VIM - Talud Interior
Km. 26+100 - 27+000 / Prof. -3.20m COORDENADAS UTM : 174944.00 E - 950201.00 N

DESCRIPCIÓN : Arena limosa con grava PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

CANTIDAD : 30 kg aprox.

NTP 339.152 (2002) METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DEL CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

IDENTIFICACIÓN	SALES SOLUBLES (ppm)
SUELO	810.0

OBSERVACIONES : - Muestra tomada e identificada por el solicitante.

ERIK OSWALDO ZEGARRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639

Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollepata - mollebamba - Santiago de chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollepata – Pallasca. MTC.
<https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepata-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepata-pallasca-lct62633.html>

Anexo 8

Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y aguas subterráneas Km 26+100 - Km 27+000



OHL INGENIEROS
LABORATORIO DE MATERIALES - GEOTECNIA - CONSULTORIA
www.ohl.com.pe / www.ohl.com.pe

EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

<p>SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar</p>	<p>PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca" UBICACIÓN : Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad</p>	<p>FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015</p>
<p>REFERENCIAS DE LA MUESTRA</p>		
<p>IDENTIFICACIÓN : Muro por Diseño Vial - Talud Interior Km. 26+100 - 27+000 / Prof. - 2.20m</p>	<p>COORDENADAS UTM : 174844.00 E - 9052821.00 N PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno CANTIDAD : 30 kg aprox.</p>	
<p>DESCRIPCIÓN : Arena gruesa con grava</p>		

NTP 339-177 (2002) MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA

IDENTIFICACIÓN	CLORUROS EXPRESADOS COMO IÓN Cl ⁻ (ppm)
SUELO	50.0

OBSERVACIONES : - Muestra tarada e identificada por el solicitante.


ERIÓN OSWALDO ZEGARRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639

Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollepata - mollebamba - Santiago de chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollepata – Pallasca. MTC.
<https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepata-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepata-pallasca-lct62633.html>

Anexo 9

Método de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y aguas subterráneas Km 26+100 - Km 27+000

OHL INGENIEROS
LABORATORIO DE MATERIALES - GEOTECNIA - CONSULTORIA
www.ohlingenieros.pe / g.genera@ohlingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca"

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Virgato 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Muro per Diseño Val - Talud Interior COORDENADAS UTM : 17484.00 E - 9052821.00 N
Km 26+100 - 27+000 / Prof. - 2.20m PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Arena limosa con grava CANTIDAD : 33 kg aprox.

NTP 339.176 (2002) METODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACION CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA	
IDENTIFICACIÓN	SULFATOS EXPRESADOS COMO IÓN SO ₄ ²⁻ (ppm)
SUELO	333.0


OBSERVACIONES :
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

ERICK OSWALDO ZENARRANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639

Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollepata - mollebamba - Santiago de Chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollepata - Pallasca. MTC.
<https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepata-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepata-pallasca-lct62633.html>

Anexo 10

Método de ensayo para la determinación del potencial de hidrogeno en suelos y aguas subterráneas Km 26+100 – 27+000



EXPEDIENTE N° 126-2015/IOHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	JNR Ceraultra S.A.	PROYECTO	Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba Santiago de Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca"
DIRECCIÓN	Cd. Rosa de Vergara 155-155 Magdalena del Mar	UBICACIÓN	Pallasca-Ancash - Mollepata, La Libertad
FECHA DE RECEPCIÓN	Lima, 21 de octubre del 2015	FECHA DE EMISIÓN	Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	Muro por Diseño Val - Talud Interior Km. 26+100 - 27+000 / Prof. - 2.20m	COORDENADAS UTM	174844.00 E - 906921.00 N
DESCRIPCIÓN	Arena limosa con grava	PRESENTACIÓN	01 Saco de polipropileno
		CANTIDAD	30 kg aprox.

NTP 339.176 (2002)	METODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL POTENCIAL DE HIDROGENO (pH) EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA
--------------------	---

IDENTIFICACIÓN	POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)
SUELO	6.81

OBSERVACIONES
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

ERICK OSWALDO ZEGARRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639

Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollepata - mollebamba - Santiago de chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollepata – Pallasca. MTC. <https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepata-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepata-pallasca-lct62633.html>

Anexo 11

Corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas – n°1 km 26+100 - km 27+000



EXPEDIENTE N° 129-2015 / OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JMR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco - emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca"

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vargallo 153-155 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

ASTM D 3080 CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Muro por Diseño Vial - Talud Interior COORDENADAS UTM : 174844.00 E - 9062821.00 N
 Km: 26+100 - 27+000 / Prof. - 2.20m

DESCRIPCIÓN : Arena limosa CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno MARCA : ELE INTERNATIONAL

CANTIDAD : 30 kg aprox. Nº DE SERIE : 75 - 0269 - 02046

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO					
Clasificación SUCS (ASTM D 2487)	SM	Mut. tras Fina N° 200	(ASTM D 1140)	(%)	41
Clasificación Otava Valez (ASTM D 3202)	A-4 (0)	Tamaño Máximo (mm)	(ASTM D 421)		4.750
Límite Líquido (ASTM D 4318)	(%)	27	Consistencia (s. flu)	(NTP 330.193 - 2001)	--
Índice Plástico (ASTM D 4318)	(%)	5	Comensación (s. grues)	(NTP 330.193 - 2001)	--

CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPÉCIMENES DE ENSAYO				
DESCRIPCIÓN		40.0 kPa	80.1 kPa	190.1 kPa
Lado promedio (cm)		5.955	5.956	5.955
Área (cm²)		35.43	35.48	35.48
Altura Inicial (cm)		1.90	1.90	1.90
Altura Final (cm)		1.58	1.64	1.63
Volumen Inicial (cm³)		67.41	67.41	67.41
Volumen Final (cm³)		58.99	58.10	57.71
Relación Lado promedio / Altura		3.13	3.13	3.13
Condiciones de la Estructura del suelo:				
REMOLDEADO				
Peso Humedo Inicial (g)		119.87	119.87	119.87
Peso Humedo Final (g)		129.8	129.7	129.8
Peso Seco (g)		104.3	104.3	104.3
Humedad Inicial (ASTM D 2216) (%)		6.3	6.3	6.3
Humedad Final (ASTM D 2216) (%)		21.5	20.9	16.9
Densidad Humeda Inicial (g/cm³)		1.645	1.645	1.645
Densidad Humeda Final (g/cm³)		2.150	2.103	2.103
Densidad Seca Inicial (g/cm³)		1.547	1.547	1.547
Densidad Seca Final (g/cm³)		1.708	1.729	1.807

CARACTERÍSTICAS DEL ANILLO DE CORTE DIRECTO			
Nombre	DIGITAL DIRECT / REBIBUL SHEAR APPARATUS		
N° Serie	75 - 0269 - 02048	Máxima capacidad (kg)	449.713
Factor del Anillo de Corte (B)	0.753597X + 5.138816	Peso del Móvil Tallador (g)	137.32

OBSERVACIONES:


- Muestra tomada e identificada por el sistema.
- Los especímenes de ensayo, fueron moldeados a una densidad húmeda consolidada y apropiada para el adecuado desarrollo del ensayo.
- Los especímenes de ensayo, fueron moldeados a una humedad adecuada, para el buen desarrollo del ensayo.

ERICK OSWALDO ZEGARRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639

Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollepata - mollebamba - Santiago de chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollepata – Pallasca. MTC. <https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepata-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepata-pallasca-lct62633.html>

Anexo 12

Corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas – n°2 km 26+100 - km 27+000



EXPEDIENTE N° 126-2015 / OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollebamba-Santiago de Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepatá-Pallasca"

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Velgado 155-100 Magdalena del Mar UBICACIÓN : Pallasca, Ancash - Mollepatá, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

ASTM D 3080 CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Muro por Diseño Vial - Talud Interior DESCRIPCIÓN : Arena Anosa

Kiló 26+100 - 27+000 / Prof: -2.20m

ESFUERZO NORMAL		49.0 kPa			98.1 kPa			196.1 kPa		
Etapa		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
Altura	(cm)	1.90	1.88	1.90	1.88	1.90	1.88	1.90	1.88	
Volumen	(cm ³)	87.41	88.88	87.41	88.13	87.41	87.71	87.41	87.71	
Humedad	(%)	6.3	21.6	9.3	26.5	9.3	18.9	9.3	18.9	
Densidad Seca	(g/cm ³)	1.947	1.788	1.547	1.795	1.547	1.607	1.547	1.607	
Esfuerzo Corte	(kPa)		37.7		72.7		121.7		121.7	

Desplaz Horizontal (mm)	ESFUERZO NORMAL 49.0 kPa					ESFUERZO NORMAL 98.1 kPa					ESFUERZO NORMAL 196.1 kPa					
	Desplaz Vertical (mm)	Lectura Dial	Cil. Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vertical (mm)	Lectura Dial	Cil. Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vertical (mm)	Lectura Dial	Cil. Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)	
0.00	1.969	0.0	0.0	0.0	2.132	0.0	0.0	0.0	2.230	0.0	0.0	0.0	0.0	2.379	0.0	0.0
0.50	1.943	3.3	21.2	9.9	2.263	21.1	31.8	33.0	2.379	50.9	162.1	51.3	51.3	2.482	72.4	250.3
1.00	2.059	9.0	42.7	12.3	2.359	33.6	134.2	35.0	2.516	86.3	333.9	85.6	85.6	2.576	98.3	330.0
1.50	2.123	15.4	82.5	17.0	2.439	41.3	192.3	42.4	2.576	98.3	330.0	93.2	93.2	2.594	111.2	354.2
2.00	2.180	19.8	77.5	21.8	2.456	47.0	169.6	47.9	2.594	111.2	354.2	98.8	98.8	2.602	117.1	414.0
2.50	2.226	23.2	80.7	25.0	2.496	52.6	166.4	53.4	2.610	117.1	414.0	105.5	105.5	2.612	121.7	374.4
3.00	2.264	28.5	100.0	26.2	2.530	57.6	205.7	58.0	2.612	121.7	374.4	109.3	109.3	2.614	111.1	387.9
3.50	2.283	28.7	107.5	26.3	2.560	61.4	218.8	61.7	2.614	111.1	387.9	112.2	112.2	2.618	114.1	398.0
4.00	2.322	33.9	110.0	32.4	2.583	65.2	201.8	65.3	2.618	114.1	398.0	117.1	117.1	2.619	117.1	431.1
4.50	2.340	33.1	122.5	34.3	2.603	68.1	241.6	68.1	2.619	117.1	431.1	118.0	118.0	2.620	118.0	414.0
5.00	2.351	34.2	128.2	35.9	2.615	70.0	248.1	69.9	2.620	118.0	414.0	118.0	118.0	2.621	118.0	414.0
5.50	2.354	35.3	130.9	36.6	2.623	72.0	254.6	71.8	2.621	118.0	414.0	118.0	118.0	2.622	118.0	414.0
6.00	2.358	36.4	133.7	37.7	2.625	72.0	257.9	72.7	2.624	120.1	418.3	117.9	117.9	2.627	120.1	418.3
6.50	2.363	36.4	133.7	37.7	2.625	72.0	257.9	72.7	2.624	120.1	418.3	117.9	117.9	2.627	120.1	418.3
7.00	2.365	36.4	133.7	37.7	2.625	72.0	257.9	72.7	2.627	120.1	418.3	117.9	117.9	2.627	120.1	418.3
7.50	2.369	36.4	133.7	37.7	2.625	72.0	257.9	72.7	2.626	121.1	421.6	118.8	118.8	2.626	121.1	421.6
8.00	2.372	36.4	133.7	37.7	2.625	72.0	257.9	72.7	2.626	121.1	421.6	118.8	118.8	2.626	121.1	421.6
8.50	2.376	36.4	133.7	37.7	2.625	72.0	257.9	72.7	2.626	121.1	421.6	118.8	118.8	2.626	121.1	421.6
9.00	2.377	36.4	133.7	37.7	2.625	72.0	257.9	72.7	2.626	123.1	426.4	120.7	120.7	2.626	123.1	426.4
9.50									2.704	124.0	431.8	121.7	121.7			
10.00									2.713	124.0	431.8	121.7	121.7			
10.50									2.719	124.0	431.8	121.7	121.7			
11.00									2.722	124.0	431.8	121.7	121.7			
11.50									2.726	124.0	431.8	121.7	121.7			
12.00									2.734	124.0	431.8	121.7	121.7			

OBSERVACIONES

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Los experimentos de ensayo fueron realizados a una velocidad constante y registrada por el adecuado dispositivo de medición.
- Los experimentos de ensayo fueron realizados a una humedad adecuada para el tipo de suelo de ensayo.

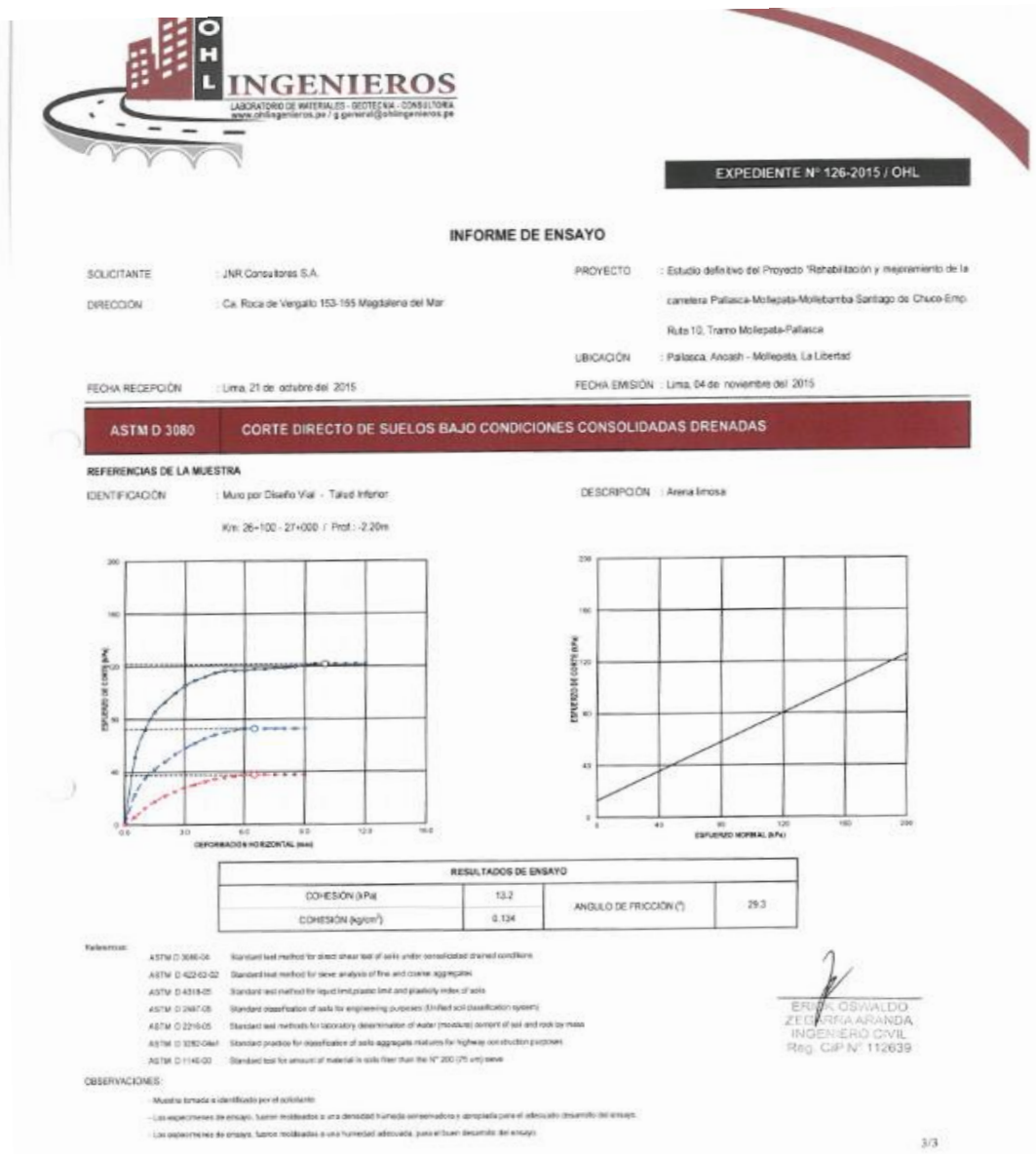
ENRIQUE OSVALDO ZEVALLO ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639

2/3

Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollepatá - mollebamba - Santiago de Chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollepatá - Pallasca. MTC. <https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepatá-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepatá-pallasca-lct62633.html>

Anexo 13


Corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas – n°3 km 26+100 - km 27+000



Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollepata - mollebamba - Santiago de Chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollepata – Pallasca. MTC. <https://www.perlicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepata-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepata-pallasca-lct62633.html>

Anexo 14

Análisis granulométrico de suelos por tamizado Km 27+200 - Km 28+000



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: JNR Consultores S.A.	PROYECTO	: Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollebamba-Mollebamba-Santiago de Chuco Emp. Ruta 10, Tramo Mollebamba-Pallasca"
DIRECCIÓN	: Cc. Pisco de Vergalito 153-155 Magdalena del Mar	UBICACIÓN	: Pallasca, Ancash - Mollebamba, La Libertad
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 21 de octubre del 2015	FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

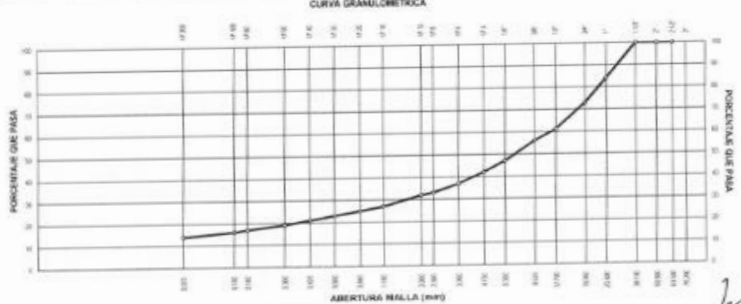
IDENTIFICACIÓN	COORDENADAS UTM
: Murupur Dñaño Val - Talud Inferior	: 173143.00 E - 902514.00 N
: Km: 27+200 - 28+000 / Prof. - 2.30m	PRESENTACIÓN
	: 01 Saca de polipropileno
	CANTIDAD
	: 30 kg aprox.

MTC E 107 - 2000 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS				
SERIE AMERICANA	MALLAS ABERTURA (mm)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
2 1/2"	63.500			
2"	50.800			
1 1/2"	38.100			100
1"	25.400	19	16	84
3/4"	19.050	11	27	73
1/2"	12.500	12	39	61
3/8"	9.525	5	44	56
1/4"	6.350	5	53	47
N° 4	4.750	5	58	42
N° 6	3.300	5	63	37
N° 8	2.500	4	67	33
N° 10	2.000	1	68	32
N° 15	1.180	3	73	27
N° 20	0.850	2	75	25
N° 30	0.600	2	77	23
N° 40	0.425	2	79	21
N° 50	0.300	2	81	19
N° 60	0.250	2	83	17
N° 75	0.200	1	84	16
N° 100	0.150	2	85	14
200	< 0.075	14	100	

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO			
Limite líquido (%)	ASTM D 4318-05	:	21.0
Limite plástico (%)	ASTM D 4218-05	:	18.0
Índice plástico (%)	ASTM D 4218-05	:	3.0
Clasificación USCS	ASTM D 1487-05	:	OC
Clasificación AASHTO	ASTM D 1363-04a1	:	A-2-1(1)
ASTM D 3488 "Descripción e identificación de suelos"			
Grava (Ret. N°4)	:		58.6 %
Arena	:		28.6 %
Fino (Pas. N°200)	:		14.6 %
Cont. de humedad (%)	ASTM D 2215-02	:	11.0
Descripción de la muestra: Grava arcillosa con arena			
OBSERVACIONES: - Muestra tomada e identificada por el solicitante.			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencia: ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
 ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils.
 ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system).
 ASTM D 2215-02 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.
 ASTM D 1487-05 Standard practice for classification of soils-aggregate methods for highway construction purposes.
 ASTM D 1363-04a1 Standard test for amount of material in size finer than the N° 200 (75 µm) sieve.
 ASTM D 1180-02 Standard test for amount of material in size finer than the N° 200 (75 µm) sieve.


ERICK OSWALDO ZEGARRA ARANDA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 112639

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollebamba - mollebamba - Santiago de chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollebamba - Pallasca. MTC. <https://www.perucitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollebamba-pallasca-lct62633.html>

Anexo 15

Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo Km 27+200 – Km 28+000



OHL INGENIEROS
LABORATORIO DE MATERIALES - GEOTECNIA - CONSULTORÍA
www.ohl-ingenieros.pe / g.general@ohl-ingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A.	PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca"
DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar	UBICACIÓN : Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad
FECHA RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015	FECHA EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA


IDENTIFICACIÓN : Muro por Diseño Vial - Talud Interior Km. 27+200 - 28+000 / Prof.: -2.30m	COORDENADAS UTM : 175148.00 E - 9032914.00 N
DESCRIPCIÓN : Grava arcillosa con arena	PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno
	CANTIDAD : 30 kg aprox.

MTC E 108 - 2000 METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

DENOMINACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD
Cápsula N°	425
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	2,682.8
Peso cápsula + suelo seco (g)	2,646.1
Peso del Agua (g)	36.7
Peso de la capsula (g)	355.4
Peso del suelo seco (g)	2,250.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.6

Referencia: ASTM D 2216-86 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

OBSERVACIONES: Muestra tomada e identificada por el solicitante.



ERIC OSWALDO ZEGARRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollepata - mollebamba - Santiago de chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollepata – Pallasca. MTC. <https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepata-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepata-pallasca-lct62633.html>

Anexo 16

Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los suelos Km 27+200 – 28+000



OHL INGENIEROS
LABORATORIO DE MATERIALES - GEOTECNIA - CONSULTORIA
www.ohl-ingenieros.pe / g.genera@ohl-ingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A.	PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento	
DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar	de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de	
	Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca	
	UBICACIÓN : Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad	
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015	FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015	

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Muro por Diseño Vial - Talud Interior	COORDENADAS UTM : 175145.00 E - 8692914.00 N
Km: 27+000 - 28+000 / Prof: -2.33m	PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno
DESCRIPCIÓN : Grava anfiblita con arena	CANTIDAD : 30 kg. aprox.

NTC E 110 - 2000 MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
Ensayo N°	303	229	85	209	247	221
Cápsula N°						
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	81.59	157.02	71.93	158.72	121.24	162.23
Peso cápsula + suelo seco (g)	76.26	153.21	69.09	154.8	115.55	150.36
Peso del Agua (g)	3.33	3.81	2.84	3.92	1.69	1.87
Peso de la cápsula (g)	66.27	139	56.4	139.7	110.26	139.60
Peso del suelo seco (g)	11.99	14.21	10.69	15.1	9.35	10.76
Contenido de humedad (%)	27.77	25.81	26.57	25.96	18.07	17.38
Número de golpes	18	24	26	32	---	---




DIAGRAMA DE FLUIDEZ

HUMEDAD (%)

NÚMERO DE GOLPES

RESULTADOS DE ENSAYOS

LÍMITE LÍQUIDO (%)	27.0
LÍMITE PLÁSTICO (%)	18.0
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	9.0

OBSERVACIONES:

Ensayo efectuado al material pasado la malla N° 40.

Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

Muestra tomada e identificada por el solicitante.

[Firma]

ERIK OSWALDO
ZEGARRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639

Referencia: ASTM D 4318-06 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils.

Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollepata - mollebamba - Santiago de chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollepata – Pallasca. MTC.
<https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepata-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepata-pallasca-lct62633.html>

Anexo 17

Método de prueba estándar para la densidad aparente y lo vacíos en el agregado Km

27+200 - 28+000



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: JNR Consultores S.A.	PROYECTO	: Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba Santiago de Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca"
DIRECCIÓN	: Ca. Roca de Vergato 153-155 Magdalena del Mar	UBICACIÓN	: Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 21 de octubre del 2015	FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA PRUEBA

IDENTIFICACIÓN	COORDENADAS UTM
: Muro por Diseño Vial - Talud interior	: 175148.00 E - 9062914.00 N
: Km. 27+200 - 28+000 / Prof.: -2.30m	PRESENTACIÓN
DESCRIPCIÓN	: 01 Saco de polipropileno
: Grava arcillosa con arena	CANTIDAD
	: 30 kg. aprox.

MTC E 203 - 2000	MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA DENSIDAD APARENTE ("PESO DE LA UNIDAD") Y LOS VACIOS EN EL AGREGADO	
IDENTIFICACIÓN	PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³)	PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)
GLOBAL	1,609	1,799

Referencia: ASTM C 29/C 29M - 09 Standard test method for bulk density ("unit weight") and voids in aggregate.

OBSERVACIONES: -Muestra tomada e identificada por el solicitante.


 ERICK OSWALDO
 ZEGARRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639

Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollepata - mollebamba - Santiago de chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollepata – Pallasca. MTC. <https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepata-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepata-pallasca-lct62633.html>

Anexo 18

Gravedad específica de los suelos Km 27+200 - Km 28+000



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: JNR Consultores S.A.	PROYECTO	: Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento
DIRECCIÓN	: Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar		de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de
			Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca
		UBICACIÓN	: Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 21 de octubre del 2015	FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: Muro por Diseño Vial - Talud Interior	COORDENADAS UTM	: 175148.00 E -	: 9392914.00 N
	: Km: 27+200 - 28+000 / Prof: -2.30m	PRESENTACIÓN	: 01 Saco de polipropileno	
DESCRIPCIÓN	: Grava antrópsica con arena	CANTIDAD	: 30 kg. aprox.	

MTC E 113 - 2000
GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SUELOS (PICNOMETRO)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	AGREGADO FINO
Peso material seco a 105 °C	(g)	150.0
Peso folla + H ₂ O	(g)	957.4
Peso folla + H ₂ O + material	(g)	957.4
Peso folla + H ₂ O + material seco	(g)	752.2
Volumen del material	(cm ³)	55.2
Gravedad Especifica	(g/cm ³)	2.717

Referencia: ASTM D854 - 10 Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer.

OBSERVACIONES

: Muestra tomada e identificada por el solicitante.



ERICA GISVALDO
ZEGARRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112638

Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollepata - mollebamba - Santiago de chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollepata – Pallasca. MTC. <https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepata-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepata-pallasca-lct62633.html>

Anexo 19

Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea Km 27+200 - Km 28+000



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: JNR Consultores S.A.	PROYECTO	: Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-EMP. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca"
DIRECCIÓN	: Ca. Roca de Vergato 153-155 Magdalena del Mar	UBICACIÓN	: Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 21 de octubre del 2015	FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: Muro per Diseño Vial - Talud Inferior Km. 27+200 - 28+000 / Prof.: -2.30m	COORDENADAS UTM	: 175148.00 E - 9092914.00 N
DESCRIPCIÓN	: Grava arcillosa con arena	PRESENTACIÓN	: 01 Saco de polipropileno
		CANTIDAD	: 30 kg aprox.

NTP 339.152 (2002) METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DEL CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA	
IDENTIFICACIÓN	SALES SOLUBLES (ppm)
SUELO	606.0

OBSERVACIONES:
- Muestra tomada e identificado por el solicitante.

ERICK OSWALDO ZECARRARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639

Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollepata - mollebamba - Santiago de chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollepata – Pallasca. MTC.
<https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepata-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepata-pallasca-lct62633.html>

Anexo 20

Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y aguas subterráneas Km 27+200 - Km 28+000



EXPEDIENTE N° 126-2015/CHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: JNR Consultores S.A.	PROYECTO	: Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento
DIRECCIÓN	: Ca. Roca de Vegallo 153-155 Magdalena del Mar		: de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de
			Chuzo-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca
		UBICACIÓN	: Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 21 de octubre del 2015	FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: Muro por Diseño Vial - Talud Interior	COORDENADAS UTM	: 175148.00 E - 9052914.00 N
	: Km. 27+200 - 28+000 / Prof. -2.33m	PRESENTACIÓN	: 01 Saca de polipropileno
DESCRIPCIÓN	: Grava arcillosa con arena	CANTIDAD	: 30 kg aprox.

NTP 339.177 (2002)	MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA
IDENTIFICACIÓN	CLORUROS EXPRESADOS COMO IÓN Cl ⁻ (ppm)
SUELO	600

OBSERVACIONES :
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.


 ERIKA OSWALDO
 ZEGARRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639

Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollepata - mollebamba - Santiago de chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollepata – Pallasca. MTC.
<https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepata-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepata-pallasca-lct62633.html>

Anexo 21

Método de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y aguas subterráneas Km 27+200 - Km 28+000



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: JNR Consultores S.A.	PROYECTO	: Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca"
DIRECCIÓN	: Ca. Rocca de Vargallo 153-155 Magdalena del Mar	UBICACIÓN	: Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 21 de octubre del 2015	FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACIÓN	: Mue. por Diseño Vial - Talud Interior Km. 27+200 - 28+000 / Pst. I - 2.30m	COORDENADAS UTM	: 175148.00 E - 9092914.00 N
DESCRIPCIÓN	: Grava arcillosa con arena	PRESENTACIÓN	: 01 Saco de polipropileno
		CANTIDAD	: 30 kg. aprox.

NTP 339.178 (2002)	MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA
IDENTIFICACIÓN	SULFATOS EXPRESADOS COMO IÓN SO ₄ ²⁻ (ppm)
SUELO	395.9

OBSERVACIONES :
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.


ERICK OSWALDO ZEGARRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639

Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollepata - mollebamba - Santiago de Chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollepata – Pallasca. MTC. <https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepata-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepata-pallasca-lct62633.html>

Anexo 22

Método de ensayo para la determinación del potencial de hidrogeno en suelos y aguas subterráneas Km 27+200 – 28+000



EXPEDIENTE N° 126-2019/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: INR Consultores S.A.	PROYECTO	: Estado definitivo del Proyecto Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollebamba-Santiago de Chuco-EMP. Ruta 10, Tramo Mollebamba-Pallasca
DIRECCIÓN	: Ca. Roca de Vergallo 163-165 Magdalena del Mar	UBICACIÓN	: Pallasca, Ancash - Mollebamba, La Libertad
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 21 de octubre del 2015	FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	COORDENADAS UTM
: Muro per Diseño Vial - Talud Interior	: 175148.00 E - 9692914.90 N
: Km: 27+200 - 28+000 / Prof.: -2.50m	PRESENTACIÓN
DESCRIPCIÓN	: 01 Saco de polipropileno
: Grava arcillosa con arena	CANTIDAD
	: 33 kg aprox

NTP 339.176 (2002)	MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH) EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA
--------------------	---

IDENTIFICACIÓN	POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)
SUELO	6.60

OBSERVACIONES :
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.


 ERIC OSVALDO
 ZECARRIA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639

Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollebamba - mollebamba - Santiago de chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollebamba – Pallasca. MTC.
<https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollebamba-pallasca-lct62633.html>

Anexo 23

Corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas – n°1 km 27+200 - km 28+000



EXPEDIENTE N° 126-2015 / OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco"

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar EMPLEO : Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca

UBICACIÓN : Pallasca, Arequipa - Mollepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

ASTM D 3080 CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Muro por Diseño Vial - Talud interior COORDENADAS UTM : 1175148.00 E - 9082814.00 N

Km: 27+200 - 28+000 / Prof: -2.30m

DESCRIPCIÓN : Arena arcillosa CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO : ELE INTERNATIONAL

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno CERT. DE CALIBRACIÓN : 78 - 0290 - 02048

CANTIDAD : 30 kg aprox. N° DE SERIE : D - 3752

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO					
Clasificador GUCS (ASTM D 2487)	SC	Max. mod. Fino N° 200 (ASTM D 1140)	(%)	32	
Clasificador Obras Viales (ASTM D 3292)	A-2-4 (S)	Tamaño Máximo (mm) (ASTM D 422)		4.750	
Límite Líquido (ASTM D 4318)	(%)	Consistencia (s. líq) (MTP 339.150 - 2001)		---	
Índice Plástico (ASTM D 4318)	(%)	Densificación (s. gramo) (MTP 339.150 - 2001)		---	

CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES DE ENSAYO					
DESCRIPCIÓN		90.0 kPa	38.1 kPa	196.1 kPa	
Lado promedio (mm)		5.950	5.950	5.950	
Área (cm ²)		35.40	35.40	35.40	
Altura Inicial (mm)		1.90	1.90	1.90	
Altura Final (mm)		1.90	1.62	1.58	
Volumen Inicial (cm ³)		67.41	67.41	67.41	
Volumen Final (cm ³)		58.07	57.31	56.26	
Relación Lado promedio / Altura		3.13	3.13	3.13	
Condiciones de la estructura del suelo: REMOLDEADO					
Peso Húmedo Inicial (g)		117.83	117.83	117.83	
Peso Húmedo Final (g)		120.5	120.2	120.4	
Peso Seco (g)		111.4	111.4	111.4	
Humedad Inicial (ASTM D 3219) (%)		5.9	5.9	5.9	
Humedad Final (ASTM D 3219) (%)		17.1	16.0	15.3	
Densidad Humeda Inicial (g/cm ³)		1.749	1.749	1.749	
Densidad Humeda Final (g/cm ³)		2.213	2.255	2.282	
Densidad Seca Inicial (g/cm ³)		1.652	1.652	1.652	
Densidad Seca Final (g/cm ³)		1.889	1.844	1.800	

CARACTERÍSTICAS DEL ANILLO DE CORTE DIRECTO			
Modelo	DIGITAL DIRECT / RESIDUAL SHEAR APPARATUS		
N° Serie	18 - 0260 - 02048	Máxima Capacidad (kg)	449.713
Factor del Anillo de Corte (k)	0.7526078 + 3.108914	Peso del Muro Tallador (g)	157.32

OBSERVACIONES:


- Muestra tomada e identificada por el solicitante
- Los especímenes de ensayo, fueron moldeados a una densidad húmeda consistente y apropiada para el adecuado desarrollo del ensayo.
- Los especímenes de ensayo, fueron moldeados a una humedad adecuada, para el buen desarrollo del ensayo.

ERIK OSWALDO ZECARRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639

Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollepata - mollebamba - Santiago de chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollepata – Pallasca. MTC. <https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepata-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepata-pallasca-lct62633.html>

Anexo 24

Corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas – n°2 km 27+200 - km 28+000



EXPEDIENTE N° 126-2015 / OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A. **PROYECTO** : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca"

DIRECCIÓN : Ca. Píssa de Virgilio 153-155 Magdalena del Mar **UBICACIÓN** : Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015 **FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 04 de noviembre del 2015

ASTM D 3080 CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Muro per Dooes Vial - Taxis Interix **DESCRIPCIÓN** : Arena arcillosa

Elev: 27+200 - 28+000 / Prof: -2.30m

ESFUERZO NORMAL	49.0 kPa		98.1 kPa		196.1 kPa		
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
Espesor							
Altura	(cm)	1.90	1.96	1.96	1.92	1.96	
Volumen	(cm ³)	67.41	68.97	67.41	67.31	67.41	
Humedad	(%)	9.9	17.1	5.9	10.0	5.9	
Densidad Seca	(g/cm ³)	1.852	1.848	1.852	1.844	1.832	
Esfuerzo Corte	(kPa)	34.7		65.0		111.4	

Profundidad (mm)	ESFUERZO NORMAL 49.0 kPa				ESFUERZO NORMAL 98.1 kPa				ESFUERZO NORMAL 196.1 kPa			
	Desplaz. Vertical (mm)	Lectura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz. Vertical (mm)	Lectura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz. Vertical (mm)	Lectura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)
0.00	2.200	3.6	0.0	0.0	2.432	0.0	0.0	0.0	2.746	0.0	0.0	0.0
0.30	2.100	3.8	22.1	6.2	2.520	21.2	62.2	23.2	2.834	45.3	164.2	46.3
1.00	2.154	7.1	34.2	8.6	2.594	33.7	124.6	35.1	2.908	62.0	222.7	62.8
1.50	2.185	10.7	46.3	13.1	2.628	38.7	141.6	38.9	2.942	72.5	259.9	72.3
2.00	2.220	13.1	54.4	15.3	2.664	43.7	158.6	44.7	2.980	80.7	284.4	80.2
2.50	2.244	15.6	68.5	18.6	2.688	49.0	179.0	50.7	3.012	87.1	305.0	86.2
3.00	2.268	19.0	74.6	21.0	2.720	53.7	192.5	54.3	3.038	91.6	321.4	90.6
3.50	2.284	20.2	78.7	22.2	2.742	56.2	201.0	55.7	3.060	95.2	333.7	94.1
4.00	2.288	21.4	82.7	23.3	2.764	58.7	209.5	58.1	3.076	98.8	348.1	97.5
4.50	2.308	22.6	86.7	24.4	2.784	59.9	213.8	60.3	3.082	102.9	358.4	101.0
5.00	2.316	23.8	90.8	25.6	2.796	62.4	222.1	62.6	3.100	105.2	347.6	103.8
5.50	2.340	24.9	94.8	26.7	2.808	63.7	225.5	63.8	3.112	107.0	313.8	105.4
6.00	2.342	26.1	98.8	27.9	2.816	64.9	230.8	65.6	3.118	109.0	368.0	107.1
6.50	2.344	27.3	102.9	29.0	2.822	66.9	238.8	65.0	3.120	110.6	366.1	108.8
7.00	2.349	27.2	102.9	29.0	2.828	64.9	230.8	65.0	3.122	110.6	380.1	108.8
7.50	2.350	28.5	106.9	30.1	2.834	64.9	238.8	65.0	3.124	113.8	386.1	108.8
8.00	2.354	29.7	111.0	31.2	2.838	64.9	238.8	65.0	3.125	111.5	389.2	108.7
8.50	2.360	30.9	115.0	32.4	2.842	64.9	239.0	65.0	3.128	111.5	389.2	108.7
9.00	2.364	30.9	115.0	32.4	2.844	64.8	239.0	65.0	3.130	112.4	382.3	110.6
9.50	2.368	32.1	119.0	33.6	2.848	62.7	228.5	63.8	3.132	112.4	382.3	110.6
10.00	2.368	32.1	119.0	33.6	2.848	62.7	228.5	63.8	3.136	113.3	385.4	111.4
10.50	2.372	32.1	119.0	33.6					3.138	113.3	385.4	111.4
11.00	2.374	33.2	123.1	34.7					3.140	112.4	392.3	119.0
11.50	2.378	33.2	123.1	34.7					3.142	112.4	392.3	119.0
12.00	2.380	33.2	123.1	34.7								

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Los especímenes de ensayo, fueron preparados a una densidad nominal controlada y sometidos para el adecuado desarrollo del ensayo.
- Los especímenes de ensayo, fueron sometidos a una humedad adecuada, para el buen desarrollo del ensayo.

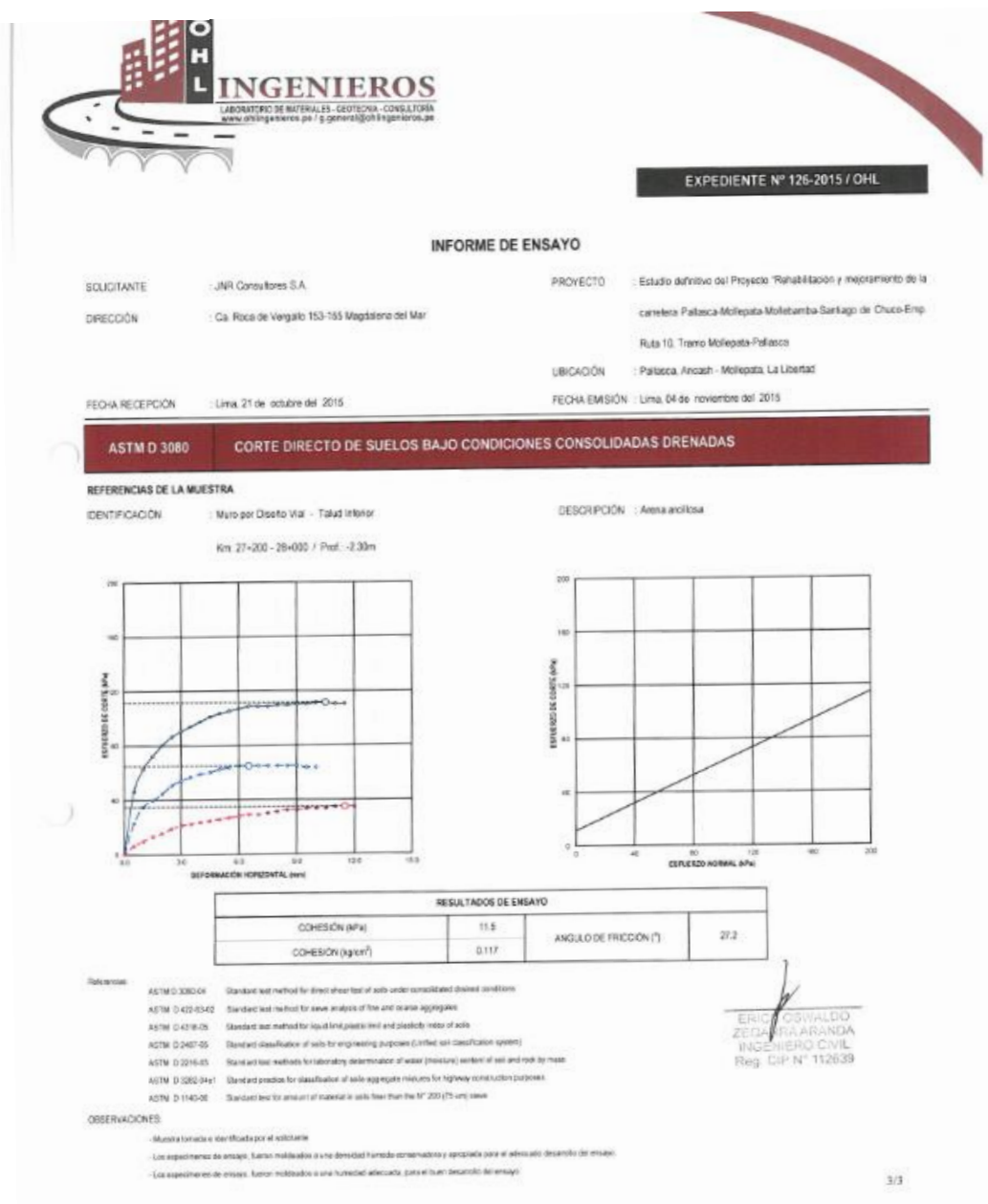
ERIK ORRALDO ZEGARRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639

2/3

Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollepata - mollebamba - Santiago de chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollepata – Pallasca. MTC. <https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepata-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepata-pallasca-lct62633.html>

Anexo 25


Corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas – n°3 km 27+200 - km 28+000



Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollepata - mollebamba - Santiago de chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollepata – Pallasca. MTC. <https://www.perulicaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepata-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepata-pallasca-1ct62633.html>

Anexo 26

Análisis granulométrico de suelos por tamizado Km 28+180 - Km 29+890



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE: JNR Consultoras S.A.

DIRECCION: Ca. Roca de Vergara 153-155 Magdalena del Mar

FECHA DE RECEPCION: Lima, 21 de octubre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA:

IDENTIFICACION: Muro por Diseño Vial - Tercer Interior
Km. 28+180 - 28+890 / Prof. - 2.00m

PROYECTO: Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata Mollebamba-Santiago de Chaco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca"

UBICACION: Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA DE EMISION: Lima, 04 de noviembre del 2015

COORDENADAS UTM: 175168.00 E - 308307.00 N

PRESENTACION: 01 Saco de polipropileno

CANTIDAD: 30 kg aprox.

MTC E 107 - 2000 ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS				
SERIE AMERICANA	MALLAS ABERTURA (mm)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
2"	76.200			
2 1/2"	63.500			
2"	50.800			
1 1/2"	38.100			100
1"	25.400	21	21	79
3/4"	19.000	4	26	75
1/2"	12.700	18	43	57
3/8"	9.525	8	51	49
1/4"	6.350	9	60	40
N° 4	4.750	4	64	36
N° 6	3.360	4	68	32
N° 8	2.360	4	72	28
N° 10	2.000	1	73	27
N° 16	1.180	4	77	23
N° 20	0.850	2	79	21
N° 28	0.600	2	81	19
N° 40	0.425	1	82	18
N° 50	0.300	-	82	18
N° 60	0.250	3	85	15
N° 100	0.150	1	86	14
N° 200	0.075	2	88	12
-200	< 0.075	12	100	-

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

Limite líquido (%) ASTM D 4716-05 : 37.0

Limite plástico (%) ASTM D 4716-05 : 17.0

Indice plástico (%) ASTM D 4716-05 : 18.0

Clasificación SUCS ASTM D 2487-08 : GP(0)

Clasificación AASHTO ASTM D 2363-04 : A-2(4)

ASTM D 2487 "Descripción e identificación de suelos"

Grava (Ret. N°4) : 64.0 %

Areña : 34.0 %

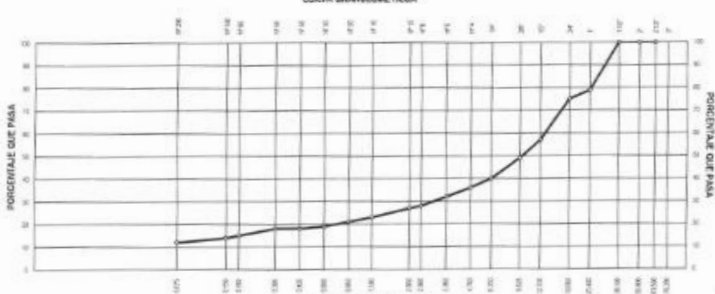
Fino (Pas. N°200) : 12.0 %

Cont. de humedad (%) ASTM D 2216-96 : 7.3

Descripción de la muestra: Grava predominantemente gradada con arena y arena

OBSERVACIONES:
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencia: ASTM D 422-63(02) Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.

ASTM D 4215-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils.

ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system).

ASTM D 2707-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

ASTM D 3382-04(1) Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes.

ASTM D 1145-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 µm) sieve.


ERIC OSWALDO ZECARRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollepata - mollebamba - Santiago de chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollepata – Pallasca. MTC. <https://www.perlicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepata-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepata-pallasca-lct62633.html>

Anexo 27

Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo Km 28+180 – Km 29+890



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: JNR Consultores S.A.	PROYECTO	: Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollebamba-Mollebamba-Santiago de Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca"
DIRECCIÓN	: Ca. Roca de Virgilio 153-155 Magdalena del Mar	UBICACIÓN	: Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad
FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 21 de octubre del 2015	FECHA EMISIÓN	: Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA


IDENTIFICACIÓN	COORDENADAS UTM
: Muro por Diseño Vial - Talud Interior Km: 28+180 - 29+890 / Prof.: -2.00m	: 175159.00 E - 909307.00 N
DESCRIPCIÓN	PRESENTACIÓN
: Grava pobremente graduada con arcilla y arena	: 01 Saco de polipropileno
	CANTIDAD
	: 30 kg aprox.

MTC E 108 - 2000 MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

DENOMINACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD
Cápsula N°	454
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	2,620.8
Peso cápsula + suelo seco (g)	2,756.0
Peso del Agua (g)	54.8
Peso de la cápsula (g)	384.4
Peso del suelo seco (g)	2,381.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.3

Referencia: ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.


OBSERVACIONES:
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.


ERICO OSWALDO ZEGARRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639

Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollepata - mollebamba - Santiago de chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollepata – Pallasca. MTC. <https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepata-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepata-pallasca-1ct62633.html>

Anexo 28

Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los suelos Km 28+180 – 29+980



EXPEDIENTE N° 126-2015-SONL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE: JNR Consultores S.A. **PROYECTO:** Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca"

DIRECCIÓN: Ca. Rocca de Virgilio 183-185 Magdalena del Mar **UBICACIÓN:** Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA DE RECEPCIÓN: Lima, 21 de octubre del 2015 **FECHA DE EMISIÓN:** Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Muro por Diseño Vial - Talud interior **COORDENADAS UTM:** 175169.00 E - 9093037.00 N

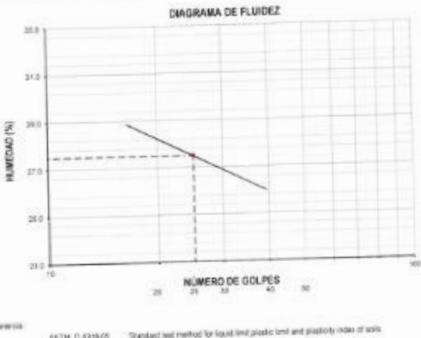
DESCRIPCIÓN: Km: 28+180 - 29+980 / Prof.: -2.00m **PRESENTACIÓN:** 01 Saco de polipropileno

DESCRIPCIÓN: Grava pobremente graduada con arcilla y arena **CANTIDAD:** 30 kg aprox.

MTC E 110 - 2000 **METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD**
MTC E 111 - 2000 **DE SUELOS**

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	1	2	3	4	1	2
Ensayo N°	257	57	24	9	148	149
Cápsula N°	131.03	75.00	75.2	119.22	146.80	143.78
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	127.62	76.22	72.16	116.51	144.82	142.17
Peso del Agua (g)	3.41	2.67	3.04	2.71	1.98	1.61
Peso de la cápsula (g)	115.7	65.8	61	106.4	133.70	132.80
Peso del suelo seco (g)	11.92	10.42	11.96	10.11	11.12	9.37
Contenido de humedad (%)	28.61	27.54	27.24	26.81	17.81	17.15
Número de golpes	18	24	27	31	-	-

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Referencia: ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils.

RESULTADOS DE ENSAYOS

LIMITE LIQUIDO (%)	28.61
LIMITE PLASTICO (%)	17.81
IND. PLASTICIDAD (%)	11.0

OBSERVACIONES:

Ensayo efectuado al material pasado la malla N° 40.
 Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".
 Muestra húmeda e identificada por el solicitante.

[Firma]
ERICK OSWALDO ZEVARA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639

Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollepata - mollebamba - Santiago de Chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollepata – Pallasca. MTC. <https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepata-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepata-pallasca-lct62633.html>

Anexo 29

Método de prueba estándar para la densidad aparente y lo vacíos en el agregado Km

28+180 - 29+890



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A.	PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollebamba-Mollebamba Santiago de Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollebamba-Pallasca"
DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergalo 153-155 Magdalena del Mar	UBICACIÓN : Pallasca, Ancash - Mollebamba, La Libertad
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima 21 de octubre del 2015	FECHA DE EMISIÓN : Lima 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA PRUEBA

IDENTIFICACIÓN : Muro por Diseño Val - Taxis Inferior Km 28+180 - 29+890 / Pst.: -2.00m	COORDENADAS UTM : 175189.00 E - 9093037.00 N
DESCRIPCIÓN : Grava pobremente gradada con arcilla y arena	PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno
	CANTIDAD : 30 kg. aprox.

MTC E 203 - 2000	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD APARENTE ("PESO DE LA UNIDAD") Y LOS VACÍOS EN EL AGREGADO	
IDENTIFICACIÓN	PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³)	PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)
GLOBAL	1,590	1,750

Referencia: ASTM C 29C 29 M - 05 Standard test method for bulk density (unit weight) and voids in aggregate.

OBSERVACIONES: - Muestra tomada e identificada por el solicitante.


 ERIKA OSWALDO
 ZEGARRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639

Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollebamba - mollebamba - Santiago de chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollebamba – Pallasca. MTC. <https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollebamba-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollebamba-pallasca-lct62633.html>

Anexo 30

Gravedad específica de los suelos Km 28+180 - Km 29+890



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	JNR Consultores S.A.	PROYECTO	Estudio definitivo del Proyecto: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera
DIRECCIÓN	Cd. Rocío de Vergara 153-155 Magdalena del Mar		Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca
		UBICACIÓN	Pallasca, Arequipa - Mollepata, La Libertad
FECHA DE RECEPCIÓN	Lima, 21 de octubre del 2015	FECHA DE EMISIÓN	Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	Muro por Diseño Val - Tasa de Interés	COORDENADAS UTM	175129.99 E - 900637.00 N
	Km. 28+180 - 29+890 / Prof. - 2.93m	PRESENTACIÓN	31 Saco de polipropileno
DESCRIPCIÓN	Grava pavimentos gradada con arena y arena	CANTIDAD	30 Saco de polipropileno

ASTM C 128-04a METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO
Peso material saturado y superficie seca (en aire)	300.0
Peso fota + H ₂ O	582.2
Peso fota + H ₂ O + material	882.2
Peso fota + H ₂ O + material saturado y superficie seca	872.9
Volumen masa + volumen de vacíos	109.3
Peso material seco a 105 °C	291.9
Volumen de masa	107.2
Peso bulk base seca	2.726
Peso bulk base saturada	2.748
Peso aparente base seca	2.779
Absorción	0.71

Referencia: ASTM C 128-04a Standard test method for density, relative density (specific gravity), and absorption of fine aggregates

OBSERVACIONES: Muestra tomada e identificada por el solicitante.


 ERICK OSWALDO
 ZEGARRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639

Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollepata - mollebamba - Santiago de chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollepata – Pallasca. MTC. <https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepata-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepata-pallasca-lct62633.html>

Anexo 31

Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea Km 28+180 - Km 29+890



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: JNR Consultoras S.A.	PROYECTO	: Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-EMP. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca"
DIRECCIÓN	: Ca. Roca de Vergalá 153-155 Magdalena del Mar	UBICACIÓN	: Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 21 de octubre del 2015	FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: Muro por Diseño Vial - Talud Interior Km: 28+180 - 29+650 / Prof: -2.00m	COORDENADAS UTM	: 178168.00 E - 9083037.00 N
DESCRIPCIÓN	: Grava polimérica graduada con arcilla y arena	PRESENTACIÓN	: 01 Saca de polipropileno
		CANTIDAD	: 30 kg aprox.

NTP 339.152 (2002) METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA	
IDENTIFICACIÓN	SALES SOLUBLES (ppm)
SUELO	1146.0

OBSERVACIONES:
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

ERIK OSWALDO ZEGARRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639

Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollepata - mollebamba - Santiago de chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollepata – Pallasca. MTC.
<https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepata-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepata-pallasca-lct62633.html>

Anexo 32

Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y aguas subterráneas Km 28+180 - Km 29+890



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: JNR Consultores S.A.	PROYECTO	: Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento
DIRECCIÓN	: Cc. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar		: de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de
			: Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca
		UBICACIÓN	: Pallasca - Ancash - Mollepata, La Libertad
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 21 de octubre del 2015	FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	COORDENADAS UTM
: Muro per Diseño Vial - Talud Interior	: 175169.00 E - 999007.00 N
: Km. 28+180 - 29+690 / Prof.: -2.50m	PRESENTACIÓN
	: 01 Saco de polipropileno
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
: Grava pavimentante gradada con arcilla y arena	: 35 kg. aprox.

NTP 339.177 (2002)	MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA
IDENTIFICACIÓN	CLORUROS EXPRESADOS COMO IÓN Cl ⁻ (ppm)
SUELO	63.0

OBSERVACIONES :
: Muestra tomada e identificada por el solicitante.


 ERICA OSWALDO
 ZEGARRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639

Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollepata - mollebamba - Santiago de chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollepata – Pallasca. MTC. <https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepata-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepata-pallasca-lct62633.html>

Anexo 33

Método de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y aguas subterráneas Km 28+180 - Km 29+890



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: JNR Consultores S.A.	PROYECTO	: Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento
DIRECCIÓN	: Ca. Roca de Vergaló 153-155 Magdalena del Mar	UBICACIÓN	: de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima 21 de octubre del 2015	FECHA DE EMISIÓN	: Lima 04 de noviembre del 2015
REFERENCIAS DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACIÓN	: Muro per Diseño Vial - Talud interior	COORDENADAS UTM	: 175169.00 E - 923307.00 N
DESCRIPCIÓN	: Km. 28+180 - 29+890 / Prof.: -2.00m	PRESENTACIÓN	: 01 Saco de polipropileno
	: Grava pebrenada graduada con anclaje y arena	CANTIDAD	: 30 kg. aprox.

NTP 339.178 (2002)	MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA
IDENTIFICACIÓN	SULFATOS EXPRESADOS COMO IÓN SO ₄ ²⁻ (ppm)
SUELO	582.0

OBSERVACIONES :
: Muestra tomada e identificada por el solicitante.


 ERICO OSVALDO
 ZEGARRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639

Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollepata - mollebamba - Santiago de chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollepata – Pallasca. MTC. <https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepata-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepata-pallasca-lct62633.html>

Anexo 34

Método de ensayo para la determinación del potencial de hidrogeno en suelos y aguas subterráneas Km 28+180 – 29+890



EXPEDIENTE N° 126-2015/OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: JNR Consultores S.A.	PROYECTO	: Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco-Empl. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca"
DIRECCIÓN	: Ca. Roca de Vegallo 153-155 Magdalena del Mar	UBICACIÓN	: Pallasca, Arequipa - Mollepata, La Libertad
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 21 de octubre del 2015	FECHA DE EMISIÓN	: Lima, 04 de noviembre del 2015

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	COORDENADAS UTM
: Murs por Diseño Vial - Talud Inferior	: 175169.00 E - 909037.00 N
: Km. 28+180 - 29+890 / Prof.: 2.00m	PRESENTACIÓN
DESCRIPCIÓN	: 01 Saca de polipropileno
: Grava pobremente gradada con arcilla y arena	CANTIDAD
	: 30 kg. aprox.

NTP 339.176 (2002) METODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE HIDROGENO (pH) EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

IDENTIFICACIÓN	POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)
SUELO	6.58


OBSERVACIONES :
- Muestra tomada e identificada por el solicitante


 ERICA OSVIALDO
 ZEGARRA ARANDA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 112639

Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollepata - mollebamba - Santiago de chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollepata – Pallasca. MTC. <https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepata-mollebamba-santiago-de-chuco-empl-ruta-10-tramo-mollepata-pallasca-lct62633.html>

Anexo 35

Corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas – n°1 km 28+180 - km 29+890



EXPEDIENTE N° 126-2015 / OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	JMR Consultores S.A.	PROYECTO	Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata-Mollebamba-Santiago de Chuco"
DIRECCIÓN	Cd. Roca de Vergallo 153-155 Magdalena del Mar	UBICACIÓN	Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad
FECHA DE RECEPCIÓN	Lima, 21 de octubre del 2015	FECHA DE EMISIÓN	Lima, 04 de noviembre del 2015

ASTM D 3080 CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

REFERENCIAS DE LA MUESTRA IDENTIFICACIÓN: Muro por Diseño Vial - Talud Interior Km 28+180 - 25+850 / Prof. -2.00m DESCRIPCIÓN: Arena limosa - arcillosa PRESENTACIÓN: 01 Saco de polipropileno CANTIDAD: 30 kg aprox.	COORDENADAS UTM: 175189 00 E - 935037 60 N CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO MARCA: ELE INTERNATIONAL CERT. DE CALIBRACIÓN: 78-0250-02046 N° DE SERIE: D-3752
---	---


CARACTERÍSTICAS DEL SUELO					
Clasificación AUCS (ASTM D 2487)	SC	Mat. res. Piro N° 209 (ASTM D 1146)	(%)	34	
Clasificación Obras Viales (ASTM D 3292)	A-2.4 (S)	Tamaño Máximo (mm) (ASTM D 422)		4.75ø	
Límite Líquido (ASTM D 4218)	(%)	Consistencia (s. fino) (NTP 306 150-2001)		---	
Índice Plástico (ASTM D 4318)	(%)	Comensalable (s. grueso) (NTP 306 150-2001)		---	

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPESORES DE ENSAYO			
	45.0 kPa	90.1 kPa	136.1 kPa	
Lado promedio (mm)	5.550	5.589	5.586	
Área (cm²)	30.48	30.48	30.48	
Altura Inicial (mm)	1.90	1.90	1.90	
Altura Final (mm)	1.56	1.40	1.40	
Volumen Inicial (cm³)	57.41	57.41	57.41	
Volumen Final (cm³)	55.96	52.94	50.74	
Relación Lado promedio / Altura	3.12	3.13	3.13	
SEMCLIFICADO				
Condición de la superficie del suelo				
Peso Humedo Inicial (g)	108.42	108.42	108.42	
Peso Humedo Final (g)	122.1	125.8	129.1	
Peso Seco (g)	102.1	102.1	102.1	
Humedad Inicial (ASTM D 2216) (%)	6.2	5.2	6.2	
Humedad Final (ASTM D 2216) (%)	19.6	18.3	17.7	
Densidad Humeda Inicial (g/cm³)	1.638	1.608	1.606	
Densidad Humeda Final (g/cm³)	2.182	2.281	2.367	
Densidad Secca Inicial (g/cm³)	1.514	1.514	1.514	
Densidad Secca Final (g/cm³)	1.824	1.928	2.011	

CARACTERÍSTICAS DEL ANILLO DE CORTE DIRECTO			
Nombre	DIGITAL DIRECT / RESIDUAL SHEAR APPARATUS	Módulo Capacitad (kg)	440.713
N° Serie	78-0250-02046	Peso del Motor Tallador (kg)	157.32
Factor del Anillo de Corte (k)	0.7325978 + 1.908E-6		

OBSERVACIONES:

- Muestra enviada e identificada por el solicitante.
- Los especímenes de ensayo, fueron moldados a una densidad húmeda conservativa y adaptado para el método de ensayo de ensayo.
- Los especímenes de ensayo, fueron moldados a una humedad aleatoria para el tipo de ensayo.




ERICK OSWALDO ZEDRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639

Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollepata - mollebamba - Santiago de chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollepata – Pallasca. MTC. <https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepata-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepata-pallasca-lct62633.html>

Anexo 36

Corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas – n°2 km 28+180 - km 29+890



INGENIEROS
LABORATORIO DE MATERIALES - GEOTÉCNICA - CONSULTORÍA
www.losingenieros.pe | g.general@losingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 126-2015 / OHL

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : JNR Consultores S.A.

DIRECCIÓN : Ca. Roca de Vergel 153 155 Magdalena del Mar

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 21 de octubre del 2015

PROYECTO : Estudio definitivo del Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca-Mollepata Mollebamba Santiago de Chuco-Emp. Ruta 10, Tramo Mollepata-Pallasca"

UBICACIÓN : Pallasca, Ancash - Mollepata, La Libertad

FECHA DE EMISIÓN : Lima, 04 de noviembre del 2015

ASTM D 3080 CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Mueja por Diseño Val - Talled Interior

DESCRIPCIÓN : Arena limosa - arcillosa

Kv: 29+180 - 29+890 / Prof.: -2.50m

ESFUERZO NORMAL	49.0 kPa		98.1 kPa		196.1 kPa	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Espesor						
Alura	1.90	1.50	1.90	1.48	1.90	1.43
Volumen	97.41	85.99	97.41	82.94	97.41	80.74
Humedad	5.2	18.8	5.2	18.3	5.2	17.7
Densidad Seca	1.514	1.824	1.514	1.925	1.514	2.011
Esfuerzo Corte	35.3		65.7		130.7	

Profundidad (cm)	ESFUERZO NORMAL 49.0 kPa					ESFUERZO NORMAL 98.1 kPa					ESFUERZO NORMAL 196.1 kPa				
	Desplaz. Vertical (mm)	Lectura Dial Fuerza	Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz. Vertical (mm)	Lectura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz. Vertical (mm)	Lectura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)		
0.00	2.854	0.0	0.0	0.0	3.740	0.0	0.0	0.0	4.234	0.0	0.0	0.0	5.0		
0.50	3.008	16.7	66.4	13.1	3.862	30.3	113.8	31.8	4.376	56.8	192.9	51.5	51.5		
1.00	3.070	16.8	67.2	15.9	3.922	40.9	159.3	44.0	4.456	65.1	221.4	65.2	65.2		
1.50	3.120	21.4	82.8	25.3	3.994	50.0	179.0	52.7	4.478	75.1	258.7	72.0	72.0		
2.00	3.148	24.5	90.2	29.3	3.976	54.5	199.3	55.1	4.538	76.4	273.9	78.8	78.8		
2.50	3.180	27.5	103.0	29.2	3.964	59.0	215.8	59.4	4.534	85.8	301.1	84.9	84.9		
3.00	3.182	29.1	108.0	28.7	4.070	62.1	221.1	62.3	4.558	93.2	313.5	88.3	88.3		
3.50	3.184	30.8	114.0	32.1	4.042	63.8	226.2	63.8	4.580	102.8	325.4	91.7	91.7		
4.00	3.206	32.1	119.2	33.8	4.040	65.1	231.4	65.2	4.600	105.3	337.5	95.1	95.1		
4.50	3.210	33.0	124.4	35.1	4.090	66.9	236.5	66.7	4.616	109.0	348.8	97.7	97.7		
5.00	3.214	35.2	129.6	35.5	4.098	68.6	238.5	68.7	4.622	132.6	359.7	101.1	101.1		
5.50	3.219	35.3	129.6	36.0	4.097	68.8	238.5	68.7	4.644	134.4	364.8	102.8	102.8		
6.00	3.220	35.2	129.6	34.5	4.096	68.0	236.5	68.7	4.650	137.0	373.9	105.4	105.4		
6.50	3.224	35.2	129.6	36.5	4.088	68.0	236.5	68.7	4.690	139.8	383.0	107.1	107.1		
7.00	3.224	35.2	129.6	36.5	4.074	68.0	236.5	68.7	4.674	110.8	388.0	108.8	108.8		
7.50	3.220	35.2	129.6	36.5	4.078	68.0	236.5	68.7	4.675	111.5	389.1	109.7	109.7		
8.00	3.225	35.7	126.0	36.0					4.682	111.9	389.1	109.7	109.7		
8.50									4.680	111.5	389.1	109.7	109.7		
9.00									4.690	111.5	389.1	109.7	109.7		
9.50									4.688	111.5	389.1	109.7	109.7		
10.00									4.698	111.5	389.1	109.7	109.7		
10.50															
11.00															

OBSERVACIONES:

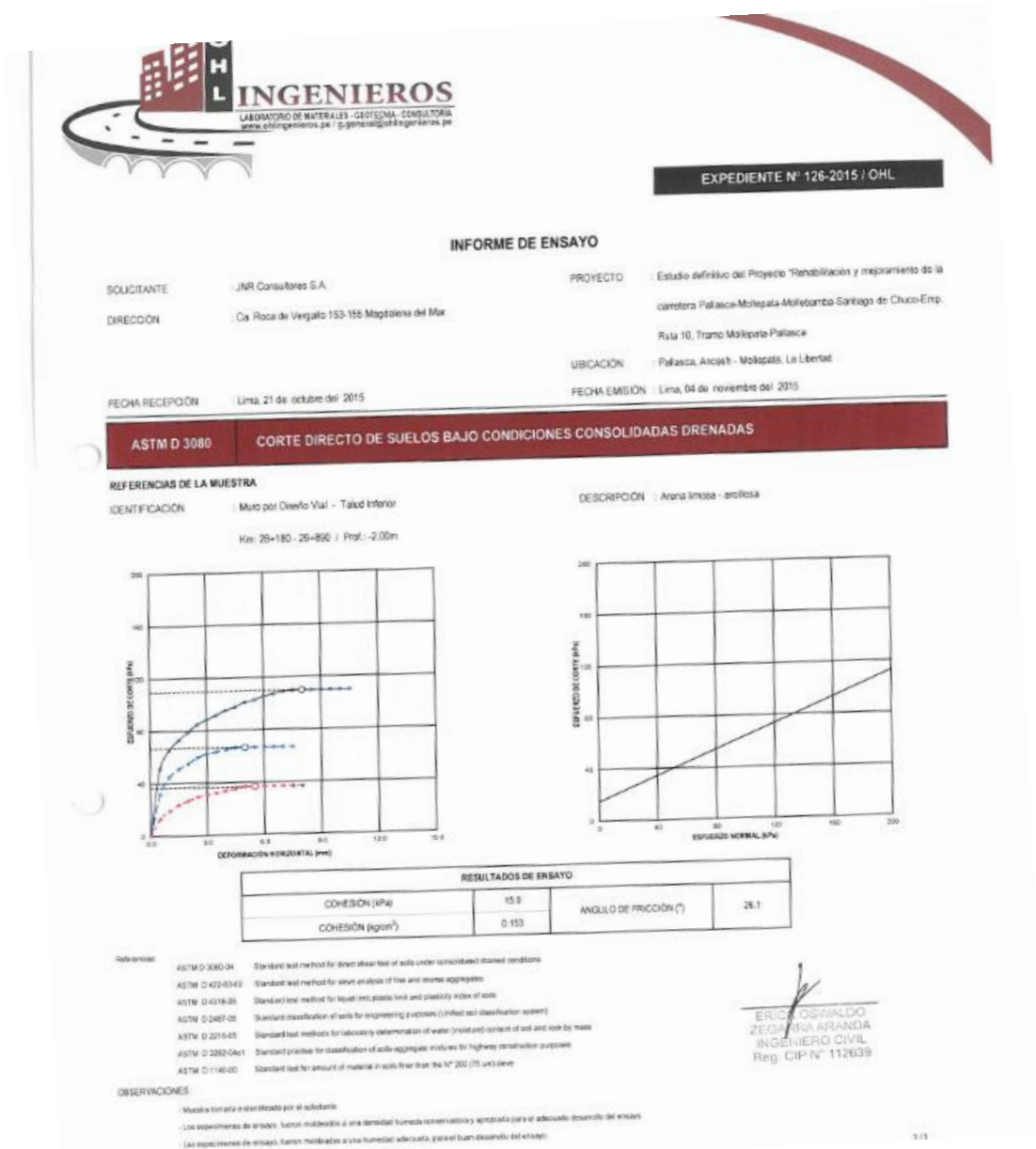
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Los especímenes de ensayo, fueron moldeados a una humedad formada consolidada y aglutada para el adecuado desarrollo del ensayo.
- Los especímenes de ensayo, fueron moldeados a una humedad adecuada, para el buen desarrollo del ensayo.

ERIC OSWALDO ZEGARRA ARANDA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 112639

Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollepata - mollebamba - Santiago de chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollepata – Pallasca. MTC. <https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepata-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepata-pallasca-lct62633.html>

Anexo 37

Corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas – n°3 km 28+180 - km 29+890



Fuente: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Pallasca - Mollepata - mollebamba - Santiago de Chuco - emp. Ruta 10, tramo Mollepata – Pallasca. MTC. <https://www.perulicitaciones.com/rehabilitacion-y-mejoramiento-de-la-carretera-pallasca-mollepata-mollebamba-santiago-de-chuco-emp-ruta-10-tramo-mollepata-pallasca-lct62633.html>

Anexo 38

Ficha Técnica Autoperforantes

Especificaciones

Unidades SI

Información Técnica Series R32

Valor Característico / Tipo ¹⁾	Símbolo	Unidad	R32-210	R32-250	R32-280	R32-320	R32-360	R32-400
Diámetro externo nominal	$D_{e,nom}$	[mm]	32					
Diámetro externo real	D_e	[mm]	31,1					
Diámetro interno promedio ²⁾	D_i	[mm]	21,0	20,0	18,5	16,5	15,0	12,5
Área de la sección transversal nominal ³⁾	S_0	[mm ²]	340	370	410	470	510	560
Peso nominal ⁴⁾	m	[kg/m]	2,65	2,90	3,20	3,70	4,00	4,40
Área específica de nervadura	f_R	[-]	0,13					
Carga de fluencia nominal ⁵⁾	$F_{p0,2,nom}$	[kN]	160	190	220	250	280	330
Carga última nominal ⁵⁾	$F_{m,nom}$	[kN]	210	250	280	320	360	400
Resistencia a la fluencia ⁶⁾	$R_{p0,2}$	[N/mm ²]	470	510	540	530	550	590
Resistencia última ⁶⁾	R_m	[N/mm ²]	620	680	680	680	710	710
$R_{m}/R_{p0,2}$ ⁷⁾	-	[-]	≥ 1,15					
Deformación a la carga última ⁷⁾	A_{gt}	[%]	≥ 5,0					
Resistencia a la fatiga $2\text{-}\sigma_a$ ⁸⁾	-	[N/mm ²]	190					
Resistencia a la adherencia ⁹⁾	T_{sk}	[N/mm ²]	5,1					

Información Técnica Series R38

Valor Característico / Tipo ¹⁾	Símbolo	Unidad	R38-420	R38-500	R38-550
Diámetro externo nominal	$D_{e,nom}$	[mm]	38		
Diámetro externo real	D_e	[mm]	37,8		
Diámetro interno promedio ²⁾	D_i	[mm]	21,5	19,0	17,0
Área de la sección transversal nominal ³⁾	S_0	[mm ²]	660	750	800
Peso nominal ⁴⁾	m	[kg/m]	5,15	5,85	6,25
Área específica de nervadura	f_R	[-]	0,13		
Carga de fluencia nominal ⁵⁾	$F_{p0,2,nom}$	[kN]	350	400	450
Carga última nominal ⁵⁾	$F_{m,nom}$	[kN]	420	500	550
Resistencia a la fluencia ⁶⁾	$R_{p0,2}$	[N/mm ²]	530	530	560
Resistencia última ⁶⁾	R_m	[N/mm ²]	640	670	690
$R_{m}/R_{p0,2}$ ⁷⁾	-	[-]	≥ 1,15		
Deformación a la carga última ⁷⁾	A_{gt}	[%]	≥ 5,0		
Resistencia a la fatiga $2\text{-}\sigma_a$ ⁸⁾	-	[N/mm ²]	190		
Resistencia a la adherencia ⁹⁾	T_{sk}	[N/mm ²]	5,1		

Technical Data Series R51

Valor Característico / Tipo ¹⁾	Símbolo	Unidad	R51-550	R51-660	R51-800	R51-950
Diámetro externo nominal	$D_{e,nom}$	[mm]	51			
Diámetro externo real	D_e	[mm]	49,8			
Diámetro interno promedio ²⁾	D_i	[mm]	34,5	33,0	29,0	26,0
Área de la sección transversal nominal ³⁾	S_0	[mm ²]	890	970	1.150	1.225
Peso nominal ⁴⁾	m	[kg/m]	6,95	7,65	9,00	9,60
Área específica de nervadura	f_R	[-]	0,13			
Carga de fluencia nominal ⁵⁾	$F_{p0,2,nom}$	[kN]	450	540	640	780
Carga última nominal ⁵⁾	$F_{m,nom}$	[kN]	550	660	800	950
Resistencia a la fluencia ⁶⁾	$R_{p0,2}$	[N/mm ²]	510	560	560	640
Resistencia última ⁶⁾	R_m	[N/mm ²]	620	680	700	770
$R_{m}/R_{p0,2}$ ⁷⁾	-	[-]	≥ 1,15			
Deformación a la carga última ⁷⁾	A_{gt}	[%]	≥ 5,0			
Resistencia a la fatiga $2\text{-}\sigma_a$ ⁸⁾	-	[N/mm ²]	190			
Resistencia a la adherencia ⁹⁾	T_{sk}	[N/mm ²]	5,1			